

СПОРТИВНА МЕДИЦИНА, ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ ТА ЕРГОТЕРАПІЯ

1

2026



АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СПОРТИВНОЇ МЕДИЦИНИ

- S. Yatsunenko, A. Iatsunenko, S. Oliynyk.** Novel technology for assessing the functional status of Olympic athletes using bioimpedance electroacupuncture rapid diagnostics in the pre-competition period: a pilot study. Part 1.....7
- С. Д. Максимов, Ю. А. Максимова.** Психофізіологічні профілі сумісності акробатичних пар: регуляторні маркери варіативності та прогнозування.....34
- І. С. Павлюк, Д. І. Гирич, Д. В. Кульгук, В. С. Агалаков.** Детермінанти організації харчування та формування здорового способу життя в спортивній практиці фехтувальників.....42
- Л. Я.-Г. Шахліна, С. М. Футорний, О. М. Пижов, М. О. Чистякова, Н. Л. Гончарук.** Сучасні погляди на допуск трансгендерів до участі в Олімпійських іграх.....48
- О. А. Шинкарук, С. Ю. Грішкін, М. С. Бортнік, О. С. Петрик, О. Ю. Бафадаров.** Когнітивні детермінанти результативності гравців у кіберспорті: аналітичний синтез сучасних емпіричних даних.....56
- О. Л. Шльонська, О. В. Борисова, В. І. Воронова, С. В. Федорчук, С. Є. Шутова.** Стан тривожності та особливості його подолання кваліфікованими волейболістками.....67
- О. В. Колосова.** Критерії оцінки постурального балансу та функціонального стану нервово-м'язової системи у ветеранів війни та спортсменів-аматорів при моніторингу реабілітації.....73
- В. П. Семененко, В. В. Теліус.** Медико-соціальні фактори формування мотивації до занять фізичною культурою у дітей з особливими освітніми потребами.....83
- О. О. Шматова, М. А. Барчук.** Функціональний стан гепатобіліарної системи під впливом рухової активності.....89

СПОРТИВНА МЕДИЦИНА, ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ ТА ЕРГОТЕРАПІЯ

Науковий журнал для науковців, фахівців у галузі спортивної медицини, фізичної терапії та ерготерапії, тренерів, спортсменів, науково-педагогічних працівників ЗВО медичної та спортивної спрямованості

Засновник – Національний університет фізичного виховання і спорту України.

Головний редактор

Футорний Сергій Михайлович, д-р наук з фіз. виховання і спорту, канд. мед. наук, проф., зав. каф. мед., гром. здоров'я та екології спорту, НУФВСУ (Україна).

Редакційна колегія

Вітовська Оксана Петрівна, д-р мед. наук, НМУ імені О.О. Богомольця, (Україна)

Гозак Світлана Вікторівна, д-р мед. наук, ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», (Україна)

Дроздовська Світлана Богданівна, д-р біолог. наук, НУФВСУ (Україна)

Жара Ганна Іванівна, д-р пед. наук, НУФВСУ (Україна)

Жарова Ірина Олександрівна, д-р наук з фіз. вих. і спорту, НУФВСУ (Україна)

Лазарєва Олена Борисівна, д-р наук з фіз. вих. і спорту, НУФВСУ (Україна)

Маслова Олена Володимирівна, канд. наук з фіз. вих. і спорту, НУФВСУ (Україна)



Видавничий дім
«Гельветика»
2026



ФІЗИЧНА РЕАБІЛІТАЦІЙНА МЕДИЦИНА, ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ ТА ЕРГОТЕРАПІЯ

Р. О. Баннікова, Я. К. Черняк. Програма фізичної терапії осіб з дисфункцією скронево-нижньощелепного суглоба.....	94
Н. М. Бедь. Технології реабілітації після черепно-мозкових травм у ветеранів бойових дій.....	102
А. С. Бойко, В. В. Безугла, О. Е. Івановська, В. Д. Жученко, О. С. Кедрун. Оцінка ефективності алгоритму фізичної терапії пацієнтів після перенесеного інфаркту міокарда без елевації сегмента ST.....	110
В. Р. Будзин, О. В. Ханікянц, В. З. Максим. Застосування силових вправ у фізичній терапії осіб із підвищеними рівнями тривожності та депресивності.....	118
В. В. Вітомський, М. В. Вітомська, Ю. Г. Малишко, В. В. Джевага, Д. М. Решетник, В. В. Волторніст. Ефективність тренувань інспіраторних м'язів у пацієнтів з хронічною серцевою недостатністю.....	123
В. І. Горошко. Кардіореабілітація учасників бойових дій у санаторно-реабілітаційних закладах України.....	131
К. Л. Калінкін, Г. Є. Кожухар, С. А. Волкова, П. П. Чередніченко, І. В. Онопрієнко. Вплив колового тренування на покращення функціональної мобільності в процесі фізичної терапії осіб із наслідками гострого порушення мозкового кровообігу.....	140
О. Д. Калінкіна, Д. О. Колос. Роль функціональної когніції у процесі реабілітації осіб після черепно-мозкової травми: потенціал Allen Cognitive Level Screen.....	147
М. С. Балаж, Н. Я. Штоковецька, О. М. Клецкова. Заняттявеа активність осіб із деменцією та роль ерготерапії в її підтримці.....	155
А. Г. Кіціс. Мультидисциплінарна етапна реабілітація пацієнтки після повторної аутопластики передньої хрестоподібної зв'язки.....	163
В. В. Кормільцев, С. В. Денисенко. Еволюція концепції контралатеральної фасилітації опори у фізичній терапії: від нейрофізіологічних закономірностей до сучасної терапевтичної практики.....	169
Т. В. Майкова, С. М. Афанасьєв. Ускладнені діафізарні переломи великогомілкової кістки: виклики перед фізичними терапевтами та концептуальні підходи до реабілітації хворих.....	179
С. В. Рокутов, В. С. Проскура, О. С. Афанасьєва, Д. В. Сакменов. Використання силових тренажерів у комплексі відновлення пацієнтів після ендопротезування кульшового суглоба.....	186
Д. В. Попович, О. Г. Метельська, А. В. Гавриленко, У. П. Гевко. Інтеграція VR-технологій та масажних технік у систему фізичної терапії пацієнтів після інсульту: аналітичний огляд.....	193



ГРОМАДСЬКЕ ЗДОРОВ'Я. ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

О. V. Maslova, M. M. Rygan. Theoretical and methodological aspects of mental health support for children with hearing impairments under conditions of prolonged stressful influence.....	198
Г. І. Жара. Комплексна реабілітація військовослужбовців і ветеранів війни в системі громадського здоров'я.....	206
П. В. Киричек, Н. В. Моторна, Т. Є. Лукаш. Психоемоційний стан та харчова поведінка підлітків в умовах війни.....	213
В. В. Чорна, Х. С. Дегтяренко, А. С. Дем'янюк, Н. І. Гуменюк, В. Ю. Ангельська. Потенціал застосування безпілотних літальних апаратів під час воєнних конфліктів як один із головних пріоритетів під час медичної евакуації.....	221

Журнал включено у міжнародні бази даних:

Google Scholar, Index Copernicus, WorldCat
Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського
ISSN: 2709-2089 (Online), 2709-2070 (Print)

Випуск журналу № 1/2026 затверджено Вченою радою НУФВСУ
26.02.2026 р., протокол № 8

Видання «Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія» Ідентифікатор медіа R30-01732 (рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення від 26 жовтня 2023 р. № 1169) включене до переліку друкованих наукових фахових видань України категорії Б (спеціальності А7 Фізична культура і спорт, І7 Терапія та реабілітація (за спеціалізаціями)), у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук та доктора філософії (затверджено наказом МОН України від 28 грудня 2019 р. №1643 (зі змінами від 2 липня 2020 р. № 886))

Видається з 2003 року

Суб'єкт у сфері друкованих медіа – Національний університет фізичного виховання і спорту України (вул. Фізкультури, буд. 1, м. Київ, 03150; rectorat@uni-sport.edu.ua; тел. +38(044) 287-30-96).

Адреса редакції: 03150, м. Київ-150,
вул. Фізкультури, 1
Тел./факс: (044) 287-65-20
e-mail: sportmedkafedra@gmail.com

© «Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія», 2026



БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ І СПОРТУ

О. М. Лисенко. Особливості анаеробного енергозабезпечення м'язової діяльності легкоатлетів за умов різних видів навантажень.....	229
Г. В. Лук'янцева, О. М. Бакуновський, С. С. Малюга. Функціональні реакції артеріальних судин юнаків на вправи різного типу залежно від тренувального профілю.....	242
В. Є. Онищук, Т. Б. Кутек, Ю. М. Фурман, Р. Ф. Ахметов. Аеробна та анаеробна (лактатна) роботоздатність підлітків 11–12 років під впливом рухової активності в умовах різної метеоситуації.....	250
О. І. Осадча, Г. М. Боярська, О. В. Чернікова. Особливості формування антиоксидантного захисту організму юних плавців з урахуванням статевих особливостей.....	258
В. А. Пастухова, В. В. Сосновський, С. П. Краснова, О. В. Кучеренко. Біологічні предиктори толерантності до гіпоксії в спортсменів з анаеробним типом енергозабезпечення.....	266
Сінь Хаоруй, І. І. Чертов, Л. Г. Коробейнікова, Г. В. Коробейников, В. І. Костюченко. Особливості психофізіологічних реакцій в елітних дзюдоїстів.....	270

SPORTS MEDICINE, PHYSICAL THERAPY AND OCCUPATIONAL THERAPY

1

2026



CURRENT PROBLEMS OF SPORTS MEDICINE

- S. Yatsunenکو, A. Iatsunenکو, S. Oliynyk.** Novel technology for assessing the functional status of Olympic athletes using bioimpedance electroacupuncture rapid diagnostics in the pre-competition period: a pilot study. Part 1.....7
- S. D. Maksymov, Yu. A. Maksymova.** Psychophysiological profiles of compatibility in acrobatic pairs: regulatory markers of variability and prediction.....34
- I. S. Pavliuk, D. I. Hyrych, D. V. Kulhuk, V. S. Ahalakov.** Determinants of nutrition organization and healthy lifestyle formation in the sports practice of fencers.....42
- L. Ya.-H. Shakhlina, S. M. Futorniy, O. M. Pyzhov, M. O. Chystyakova, N. L. Honcharuk.** Modern views on the admission of transgender athletes to the Olympic Games.....48
- O. A. Shynkaruk, S. Yu. Hrishkin, M. S. Bortnik, O. S. Petryk, O. Yu. Bafadarov.** Cognitive determinants of player performance in esports: an analytical synthesis of contemporary empirical data.....56
- O. L. Shlonska, O. V. Borysova, V. I. Voronova, S. V. Fedorchuk, S. E. Shutova.** State of anxiety and how female qualified volleyball players overcome it.....67
- O. V. Kolosova.** Criteria for assessing postural balance and the functional state of the neuromuscular system in war veterans and amateur athletes within rehabilitation monitoring 73
- V. P. Semenenko, V. V. Telius.** Medical and social factors influencing motivation for physical activity among children with special educational needs.....83
- O. O. Shmatova, M. A. Barchuk.** The influence of exercise on the functional state of the liver.....89

SPORTS MEDICINE, PHYSICAL THERAPY AND OCCUPATIONAL THERAPY

Scientific journal for scientists, specialists in the field of sports medicine, physical therapy and occupational therapy, coaches, athletes, research-pedagogical staff of higher education institutions of medical and sports orientation.

Founder – National University of Ukraine on Physical Education and Sport.

Editor-in-Chief

Serhii Mykhailovych Futorniy, Doctor of Sciences in Physical Education and Sport, National University of Ukraine on Physical Education and Sport

Editorial Board

Oksana Petrivna Vitovska, Doctor of Medical Science, Bogomolets National Medical University, (Ukraine)

Svitlana Viktorivna Hozak, Doctor of Medical Sciences, Senior Researcher, State Institution "O.M. Marzieiev Institute for Public Health of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", (Ukraine)

Svitlana Bohdanivna Drozdovska, Doctor of Biological Sciences, National University of Ukraine on Physical Education and Sport, (Ukraine)

Hanna Ivanivna Zhara, Doctor of Pedagogical Sciences, T. H. Shevchenko National University "Chernihiv Collegium", (Ukraine)

Iryna Oleksandrivna Zharova, Doctor of Sciences in Physical Education and Sport, National University of Ukraine on Physical Education and Sport, (Ukraine)



Publishing House
Helvetica
2026

ISSUES OF MEDICAL REHABILITATION, PHYSICAL THERAPY AND OCCUPATIONAL THERAPY

R. O. Bannikova, Ya. K. Chernyak. Physical therapy program for individuals with temporomandibular joint dysfunction.....	94
N. M. Bed. Rehabilitation technologies after train injuries in veterans.....	102
A. S. Boiko, V. V. Bezugla, O. E. Ivanovska, V. D. Zhuchenko, O. S. Kedrun. Evaluation of the effectiveness of the physical therapy algorithm for patients after myocardial infarction without ST-segment elevation.....	110
V. R. Budzyn, O. V. Khanikiants, V. Z. Maksym. Application of resistance exercises in physical therapy for individuals with elevated anxiety and depressive symptoms.....	118
V. V. Vitomskyi, M. V. Vitomska, Yu. G. Malyshko, V. V. Dzhevaha, D. M. Reshetnyk, V. V. Voltornist. Effectiveness of inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure.....	123
V. I. Horoshko. Cardiac rehabilitation of combat veterans in sanatorium-rehabilitation facilities of Ukraine.....	131
K. L. Kalinkin, H. Ye. Kozhukhar, S. A. Volkova, P. P. Cherednichenko, I. V. Onopriienko. The impact of circuit training on improving functional mobility in the physical therapy of individuals with acute cerebrovascular accident.....	140
O. D. Kalinkina, D. O. Kolos. The Role of Functional Cognition in the Rehabilitation Process of Individuals After Traumatic Brain Injury: The Potential of the Allen Cognitive Level Screen.....	147
M. S. Balazh, N. Ya. Shtokovetska, O. M. Kletskova. Occupational performance of people with dementia and the role of occupational therapy in its support.....	155
A. G. Kitsis. Multidisciplinary staged rehabilitation of a female patient after re-autoplasty of the anterior crucifix.....	163
V. V. Kormiltsev, S. V. Denysenko. The evolution of the concept of contralateral support facilitation in physical therapy: from neurophysiological principles to modern therapeutic practice.....	169
T. V. Maykova, S. M. Afanasiev. Complex diaphyseal fractures of the tibia: challenges for physical therapists and conceptual strategies of patients' rehabilitation.....	179
S. V. Rokutov, V. S. Proskura, O. S. Afanasieva, D. V. Sakmenov. Use of strength trainers in the complex of patient recovery after hip joint arthroplasty.....	186
D. V. Popovych, O. H. Metelska, A. V. Havrylenko, U. P. Hevko. Integration of VR technologies and massage techniques into the physical therapy regimen for patients after a stroke: a systematic review.....	193

PUBLIC HEALTH. PROBLEMS AND SOLUTIONS

O. V. Maslova, M. M. Rygan. Theoretical and methodological aspects of mental health support for children with hearing impairments under conditions of prolonged stressful influence.....	198
H. I. Zhara. Comprehensive rehabilitation of military personnel and war veterans in the system of public health.....	206
P. V. Kyrychek, N. V. Motorna, T. E. Lukash. Psycho-emotional state and eating behavior of teenagers in wartime.....	213
V. V. Chorna, K. S. Dehtiarenko, A. S. Demianiuk, N. I. Gumeniuk, V. Yu. Anhelska. The potential use of unmanned aerial vehicles during military conflicts as one of the main priorities in medical evacuation.....	221

BIOLOGICAL ASPECTS OF PHYSICAL CULTURE AND SPORTS

O. M. Lysenko. Features of anaerobic energy supply of muscle activity of athletes under conditions of various types of loads.....	229
--	-----

Olena Borysivna Lazareva, Doctor of Sciences in Physical Education and Sport, National University of Ukraine on Physical Education and Sport, (Ukraine)
Olena Volodymyrivna Maslova, Candidate of Sciences in Physical Education and Sport, National University of Ukraine on Physical Education and Sport, (Ukraine)
Oleh Borysovykh Nekhanevych, Doctor of Medical Sciences, Dnipro State Medical University, (Ukraine)
Oleksandr Leonidovych Plakida, Doctor of Medical Sciences, Sports Medicine and Physical Education, Odesa National Medical University, (Ukraine)
Mykhailo Mykhailovych Rigan, Doctor of Medical Sciences, National University of Ukraine on Physical Education and Sport, (Ukraine)
Iryna Mykhailivna Khomenko, Doctor of Medical Sciences, Shupyk National Healthcare University of Ukraine, (Ukraine)
Larisa Henrikhivna Shakhlina, Doctor of Medical Sciences, National University of Ukraine on Physical Education and Sport, (Ukraine)
Igor Leonidovych Yakymenko, Doctor of Biological Sciences, National University of Food Technologies, (Ukraine)
Bengt Kayser, MD, PhD, University of Lausanne, (Switzerland)
Aija Kļaviņa, MD, PhD, Latvian Academy of Sport Education of Riga Stradiņš University, (Latvia)
Inga Prokopenko, MD, PhD, University of Surrey, (United Kingdom)
Dragan Radovanović, MD, PhD, University of Niš, (Serbia)
Teresa Socha, MD, PhD, Jerzy Kukuczka Academy of Physical Education in Katowice, (Poland)
Alun Williams, PhD, Manchester Metropolitan University, (United Kingdom)
Aleksandar Ignjatovic, PhD, University of Kragujevac, (Serbia)
Valentina Gineviciene, Doctor in Pharmacology, Vilnius University, (Lithuania)

Journal is included in the database:

Index Copernicus International, Google Scholar, WorldCat National Library of Ukraine behalf of V. I. Vernadsky

ISSN: 2709-2089 (Online), 2709-2070 (Print)

Issue № 1/2026 was approved by Scientific Council of NUUPES on 26.02.2026, protocol No. 8

The scientific journal "Sports Medicine, Physical Therapy and Occupational Therapy". Registered by the National Council of Television and Radio Broadcasting of Ukraine: Decision No. 1169 as of 26.10.2023. Media identifier: R30-01732. Is included in the list of List of scientific professional publications of Ukraine, in the category B (A7 Physical Culture and Sports, I7 Therapy and Rehabilitation (with specializations)), in which the results of theses for obtaining the scientific degrees of Doctor of Science and Doctor of Philosophy can be published (approved by the order of the Ministry of Education and Science of Ukraine from 28 December 2019 No. 1643 (as amended on July 2, 2020 No. 886))

Published since 2003

Media entity – National University of Ukraine on Physical Education and Sport (1, Fizkultury Str., Kyiv, 03150; rectorat@uni-sport.edu.ua; tel. +38(044) 287-30-96).

Addresses of editorial office:

1, Fizkultury Str., Kyiv-150, 03150
 Tel./ fax: (044) 287-65-20
 e-mail: sportmedkafedra@gmail.com

© "Sports Medicine, Physical Therapy and Occupational Therapy", 2026

H. V. Lukyantseva, O. M. Bakunovskiy, S. S. Malyuha. Functional Vascular Responses of Young Men to Different Types of Physical Exercise Depending on Their Training Profile.....	242
V. E. Onyshchuk, T. B. Kutek, Yu. M. Furman, R. F. Akhmetov. Aerobic and anaerobic (lactate) performance of adolescents 11–12 years old under the influence of motor activity in different weather conditions.....	250
O. I. Osadchaya, H. M. Boyarskaya, O. V. Chernikova. Peculiarities of the formation of antioxidant protection of the organism of young fins, taking into account sexual characteristics.....	258
V. A. Pastukhova, V. V. Sosnovsky, S. P. Krasnova, O. V. Kucherenko. Biological predictors of hypoxia tolerance in athletes with predominantly anaerobic energy supply.....	266
Xin Haorui, I. I. Chertov, L. G. Korobeinikova, G. V. Korobeynikov, V. I. Kostuchenko. Gender features of psychophysiological response in elite judokas	270



DOI <https://doi.org/10.32782/spmed.2026.1.1>

Novel technology for assessing the functional status of Olympic athletes using bioimpedance electroacupuncture rapid diagnostics in the pre-competition period: a pilot study. Part 1

UDC 796.015.6

S. Yatsunenکو¹, A. Iatsunenکو¹, S. Oliynyk²

¹Arsnovo Ltd, Warsaw, Poland

²Ewha Womans University, Seoul, Republic of Korea

Abstract. *The aim* of this work is to present a novel medical technology for integrated assessment of the functional status of Olympic athletes in the pre-competition period, combining a biomedical morphofunctional model (MFM) of the human organism, bioimpedance electroacupuncture (BEP) rapid diagnostics, and millimeter-wave (MMW) acupuncture therapy. The proposed MFM conceptualizes the organism as a “system of systems” comprising 20 morphofunctional systems (MFS) that integrate embryogenesis, tissue specialization, neurohumoral regulation, and the biophysical properties of biologically active points (BAP). On this basis, BEP diagnostics, implemented on the “RAMEX-EXPERT” platform, separately records the active (G) and reactive (B) components of complex conductance at BAP, reflecting the state of the extracellular milieu and cell-membrane structures of the corresponding MFS.

Studies in cohorts of Olympic athletes demonstrated that BEP profiles at control BAP of 20 MFS provide a sensitive tool for early detection of adaptive strain and preclinical dysregulation in cardiorespiratory, lymphatic, and neuroendocrine clusters that remain undetectable by standard cardiological and laboratory methods. The combination of BEP monitoring with targeted MMW-acupuncture protocols forms a closed loop of “model – diagnostics – intervention – re-evaluation”, enabling truly personalized adjustment of training and recovery loads and prevention of overtraining and stress-induced decompensation. The technology shows clear translational potential beyond sports medicine: portable BEP-diagnostic modules for monitoring key MFS may become a foundational layer of future digital health ecosystems focused on proactive management of adaptive potential and quality of life.

Keywords: BEP rapid diagnostics, millimetre-wave acupuncture, morphofunctional systems of athletes, functional status, adaptive potential.

Новітні технології оцінки функціонального стану олімпійських спортсменів з використанням біоімпедансної електроакупунктури для швидкої діагностики в період перед змаганнями: пілотне дослідження. Частина 1

С. Яцуненко¹, А. Яцуненко¹, С. Олійник²

¹Arsnovo Ltd, Варшава, Польща

²Жіночий університет Єва, Сеул, Республіка Корея

Резюме. *Мета роботи* – представити нову медичну технологію інтегральної оцінки функціонального стану олімпійських спортсменів у передзмагальному періоді, що поєднує біомедичну морфофункціональну модель (далі – МФМ) організму, біоімпедансну електропунктурну (далі – БЕП) експрес-діагностику та крайвисокочастотну (далі – КВЧ) акупунктурну терапію. Запропонована МФМ розглядає організм як ієрархічно організований цілісний комплекс з 20 морфофункціональними системами (далі – МФС), які інтегрують ембріогенез, тканинну спеціалізацію, нейрогуморальну регуляцію та біофізичні властивості біологічно активних точок (далі – БАТ). На цій основі БЕП-діагностика, реалізована на платформі RAMED-EXPERT, окремо реєструє активну (**G**) та реактивну (**B**) компоненти комплексної провідності БАТ, що відображають стан позаклітинного середовища та клітинно-мембранних структур відповідних МФС.

Дослідження в групах олімпійських спортсменів показали, що профілі БЕП діагностики в контрольних БАТ 20 МФС забезпечують чутливе виявлення ранніх ознак напруження адаптації та доклінічної дизрегуляції кардіореспіраторного, лімфатичного та нейроендокринного кластерів, які залишаються непомітними для стандартних кардіологічних і лабораторних методів. Поєднання БЕП-моніторингу з цілеспрямованими КВЧ-акупунктурними протоколами формує замкнений цикл «модель – діагностика – втручання – переоцінка», що дає змогу персоналізувати тренувальні й відновні навантаження та профілювати перетренованість і стрес-індуковану декомпенсацію. Технологія має виражений трансляційний потенціал поза спортивною медициною: портативні модулі БЕП-діагностики для моніторингу ключових МФС можуть стати основою майбутніх цифрових екосистем охорони здоров'я, орієнтованих на проактивне управління адаптаційним потенціалом та якістю життя.

Ключові слова: БЕП експрес-діагностика, КВЧ-акупунктурна терапія, морфофункціональні системи спортсменів, функціональний стан, адаптаційний потенціал.

Introduction. Assessment of the functional status of Olympic athletes during the pre-competition period remains one of the foremost tasks in sports medicine, as it directly influences the optimization of training processes, prevention of overtraining, and reduction of risk for injuries and psycho-emotional stress. Traditional diagnostic procedures-such as exercise tests, spirometric and cardiac monitoring-are typically performed outside of competitive settings and are primarily aimed at cardiorespiratory function. However, under the conditions of intensive training and preparation, there arises a clear demand for rapid, noninvasive, and repeatable monitoring capable of providing real-time insights into the state of all morphofunctional systems (MFS) in the athlete while in situ, thereby enabling timely adjustments to workload and rehabilitation measures.

To address this requirement, we have developed and implemented a bioimpedance

electroacupuncture (BEP) rapid diagnostic protocol, based on the «RAMED-EXPERT» hardware platform. The method evaluates the complex conductance (CC) of biologically active points (BAP), distinguishing two principal components: the active (resistive, **G**) component, reflecting the conductivity of interstitial media (extracellular fluids, lymph, etc.), and the reactive (capacitive, **B**) component, characterizing the state of cell membranes and intracellular structures. Unlike the classic R. Voll approach, which relies on direct current, BEA employs ultralow alternating signals (≤ 0.1 V) and multiparametric analytical algorithms, enabling detection of sensitive biophysical markers associated with both rapid (inflammatory processes, lymphatic disturbances) and slow (adaptation, dystrophic changes) biological responses.

The BEP-diagnostic profile for selected BAPs or their combinations-mapped to twenty identified MFS-reflects the state of anatomical-functional

units, level of autonomic innervation, regional blood flow, and lymphatic drainage. This enables real-time evaluation of the athlete's functional readiness and forecasting of recovery and adaptation dynamics. The method is realized as a rapid, noninvasive protocol suitable for use at training facilities and allows for daily monitoring of large groups of athletes with minimal resource expenditure.

Over a 20-year period of practical application, clinical data has been collected from practitioners, resulting in a preliminary normative database and interpretation algorithms for CC parameters. In combination with targeted millimeter-wave (MMW) acupuncture stimulation, BEP-diagnostics not only permits detection of pre-competition imbalances associated with overexertion or stress, but also enables evaluation of the dynamics and efficacy of interventions.

This article presents the conceptual framework and protocol for this novel athlete functional status assessment technology, alongside pilot implementation results, and discusses the methodological, ethical, and practical aspects of its use in the pre-competition period.

Materials and Methods. The foundation of our study was the application of an integrated methodological framework comprising the biomedical morphofunctional model (MFM) of the human organism, BEA rapid diagnostics, and millimeter-wave (MMW) acupuncture therapy. These three components form a unified loop for analysis and correction of an athlete's functional status.

The MFM provides the conceptual platform, enabling the organism to be viewed as a "system of systems", in which each morphofunctional unit contributes to the overall adaptive potential. On this theoretical basis, BEP-diagnostics delivers precise, reproducible, and standardized digital-format measurements of conductance at BAP, reflecting the status of both cellular structures and the humoral environment. MMW acupuncture, in turn, serves as a regulatory tool able to selectively activate the body's internal reserves without pharmacological intervention.

The principal advantage of such integration lies in its cyclic nature: the model sets interpretive boundaries, diagnostics provide objective data, and therapy enables immediate verification of intervention efficacy and tracking of response dynamics. This synergy enables a shift from static assessment to an actively managed process for

supporting athletes in the pre-competition period, where not only monitoring but also the fine-tuning of adaptive mechanisms is required.

Biomedical Morphofunctional Model of the Human Organism. Biomedical modeling represents a key trend in contemporary medicine, especially in the age of personalized approaches and integrative diagnostic and therapeutic modalities [3]. Models and modeling of biological systems have become critically important tools for both fundamental research and clinical practice [4]. They are particularly prominent in functional genomics, bioinformatics, systems biology, as well as in developing preventive and therapeutic strategies for complex, multifactorial diseases, including neurodegenerative, oncological, and autoimmune conditions [3; 4].

In the classical paradigm, models served as surrogates for direct *in vivo* studies, which were limited by ethical or technical constraints. Modern biomedicine, however, is advancing towards personalized models based on empirical biophysical, biochemical, and morphofunctional data obtained directly from the patient's body [4; 5]. This approach allows for comprehensive modeling of the organism's behavior, accounting for individual characteristics of both physiological and pathological processes [5].

The core of our biomedical MFM [1] is not merely a mechanical amalgamation of traditional Chinese and European frameworks, but their profound integration. On one hand, the model inherits ancient Chinese concepts of disease phase progression as dynamic processes reflective of energetic and functional shifts. On the other, it incorporates the European tradition of clinico-anatomical analysis and physiological regularities. Coupled with modern concepts of adaptive physiological responses to therapeutic interventions, the MFM provides a tool for elucidating pathogenesis from diverse perspectives, forecasting the trajectory of patient conditions, and developing personalized therapeutic strategies [2].

The goal in developing our MFM is not only to systematize anatomical and physiological knowledge, but also to construct a logical architecture of the human organism as an integrated system in which each morphofunctional unit participates in metabolism, energy production, neurohumoral regulation, and the formation of adaptive responses. The MFM facilitates interpretation of clinical and physiological data within the context

of dynamic interactions between body systems, thereby expanding the diagnostic and therapeutic capabilities of modern medicine.

Our biomedical human MFM as presented here is the result of integrating key findings from embryogenesis and histogenesis [6], molecular cell biology [7], anatomical and physiological relationships [8; 9], bioelectrical activity of BAPs and the meridian system of traditional Chinese medicine (TCM) [10], principles of systems medicine, and elements of Eastern tradition, including the Wuxing (**Five Phases**) concept and the meridian framework of TCM [10].

Of particular importance are the experimental data on the influence of electromagnetic radiation on organogenesis obtained in a series of studies summarized in our monograph [41]. These investigations demonstrated that controlled exposure to low-intensity electromagnetic fields can modify critical stages in the formation and differentiation of organ primordia, including the vascular bed, nervous system and endocrine system, without inducing gross morphological damage. Such findings conceptually support the view of MFS as regulatory blocks sensitive to biophysical stimuli and reinforce the notion of a field-dependent

organization of developing and mature MFS within the MFM framework.

This model enables not only the description of morphogenesis and tissue differentiation [6], but also the logical reconstruction of functional linkage chains underlying adaptive regulatory mechanisms and the integration of Eastern and Western medical frameworks [11; 12]. Figure 1 illustrates the biomedical MFM of the human organism

The MFM of the human body is represented as a circular diagram consisting of seven concentric rings of increasing radius, divided into four symmetrical sectors. The sectors are formed by two mutually perpendicular diameters passing through the center, corresponding to four principal functional blocks of the organism: adaptive, transitory, productive, and structural. Each sector spans all rings, reflecting the embryogenetic and functional stages of organismal development from the center outward. The model is utilized for interpreting BEP-diagnostic results and analyzing organismal status, integrating embryologic, morphologic, and functional characteristics.

The innermost circle depicts the primordial cell pool, comprising the endoderm, ectoderm,

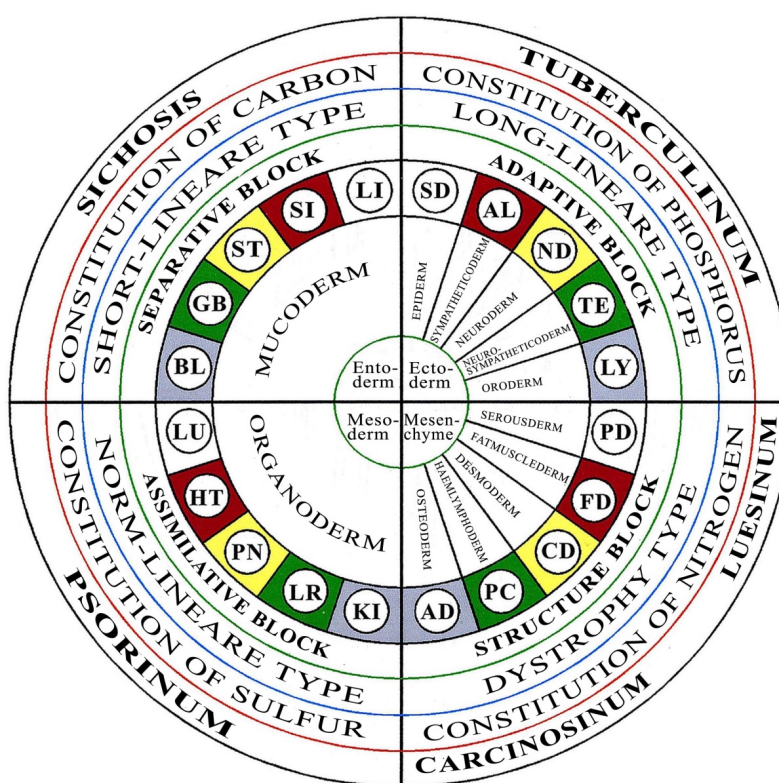


Fig. 1. Biomedical Morphofunctional Model of the Human Body

mesenchyme, and mesoderm-foundational elements of embryonic development.

The first annular segment contains derivatives of these germ layers: the endoderm gives rise to the **mucoderma**; the ectoderm forms the **epiderma, sympathoderma, neuroderma, neuropsychoderma**, and **oroderma**; the mesenchyme differentiates into **seroderma, feto-myoderm (feto-musculoderma), desmoderm, and osteoderma**; the mesoderm gives rise to **organoderma**.

The second annular segment incorporates twenty MFS, organized according to the Wuxing (**Five Elements**) principle of traditional Chinese medicine and the principle of similarity. Each sector encompasses five MFS, grouped according to their dominant function and color-coded to reflect their correspondence to organ functional circles.

The third annular segment comprises four sectors—each representing one of the four functional blocks: adaptive, transitory, productive, and structural. Each block includes five MFS by leading function, defining their role and position in the organismal model.

The fourth annular segment also includes four sectors, each describing a morphological type of constitution-leptosomic (longilineal), pyknic (brevilineal), normosthenic (normolineal), and dystrophic—determined by the respective group of MFS and reflecting individual variations in body structure.

The fifth annular segment is likewise divided into four sectors, each indicating the homeotherapeutic response type: **tuberculinum, medorrhinum, psorinum, and luetic / carcinosinum** (based on the miasmatic theory of homeopathy). This response type reflects how the organism reacts to external influences or therapy, for example, to a homeopathic remedy or MMW acupuncture.

Each of the four sectors of the second ring contains five MFS, for each of which both its origin and dominant function can be traced. Functional block structure was analyzed from an embryogenetic viewpoint, specifying the origin of tissue systems by germ layer. MFS are grouped according to their predominant morphogenetic lineage, specifically:

- The MFS of lymphatic drainage (**Ly**), endocrine glands (**TR**), brain and spinal cord (**Nd**), allergy (**Al**), and skin (**Sd**) share leading adaptive function and are classified as the adaptive block,

largely with ectodermal origins (**oroderma, neuropsychoderma, neuroderma, sympathoderma, epiderma**);

- The MFS of large intestine (**GI**), small intestine (**IG**), stomach (**E**), biliary system (**Vb**), and urogenital organs (**V**) constitute the transitory block with excretory function, derived primarily from **endoderm (mucoderma)**;

- MFS of lung (**P**), heart (**C**), spleen/pancreas (**RP**), liver (**F**), kidney (**R**) form the productive block of mesodermal origin, with storage (accumulative) function (**organoderma**);

- MFS of bone and cartilage tissue (**Ad**), vessels (**Mc**), connective tissue (**Cd**), muscle and adipose tissue (**Fd**), and parenchymal-epithelial tissue (**Pd**) represent the structural block of mesenchymal origin, reflecting the cellular level of functional organization (**osteoderma, hemo-lymphoderma, desmoderm, feto-myoderm, seroderma**).

Morphofunctional System as a Key Element of the Biomedical Model of the Human Body. In the proposed model, the MFS is considered a multilevel energy-informational structure that integrates an anatomical organ or tissue complex with the corresponding skin areas, functionally related BAP, segmental-reflex formations, as well as psycho-emotional and behavioral characteristics. This structure represents the basic element of the biomedical MFM of the organism, since it provides continuous coupling between morphology and function at all levels of organization, from the cellular and tissue levels to the organ, systemic, and behavioral levels. In contrast to traditional “organ-centric” models, the MFS framework makes it possible to describe integral adaptive responses of the organism while taking into account the totality of biophysical, biochemical, and energy-informational interactions, which is of fundamental importance for personalized diagnostics and therapy [13; 14].

The key role of MFS within the MFM of the organism is determined by its ability to serve as a “bridge” linking embryogenesis, histogenesis, and functional specialization. During embryonic development, the displacement of cell masses, the progressive differentiation of cell populations, and the formation of germ layers are accompanied by intensive metabolite exchange and multilevel interactions—ionic, electrical, molecular, and quantum-field. By the time of birth, each cell

population represents the outcome of a long trajectory from the zone of its initial formation to its final position within the structure of organs and systems. This trajectory leaves a characteristic “imprint” in the form of altered metabolism and functional activity of those cells and tissues with which the migrating populations have sequentially interacted [10; 18; 40].

The system-forming factor of an MFS is the organ or leading function around which all of the above components are organized. In generalized form, the structure of an MFS includes:

- an anatomical “organ” or organ complex, its functional “meridian,” and the corresponding BAP that define the leading function;
- a functionally “paired” organ and its corresponding channel, related to the primary organ according to TCM principles (functional analogy or complementarity);
- a specific body “segment” associated with the given MFS at the level of innervation and vascular supply;
- a body “layer” that includes musculo-fascial structures, the vertebral-motor segment, dentoalveolar and sinus projections, and endocrine glands;
- modalities of subjective perception (warmth/cold, dryness/moistness, pressure, etc.) that are most characteristic of overload of the given MFS;
- typical behavioral responses and dominant emotions that reflect the psychophysiological profile of the system.

As a result of this coherent spatiotemporal organization of embryonic development, stable morphofunctional blocks are formed, whose constituent elements are MFS united by common origin, similar conditions of formation, and closely related functions. These integrative functional blocks reflect the coordinated operation of several morphofunctional systems within a single regulatory–adaptive contour. Each MFS comprises:

- an “internal” organ component (one or more organs/tissue complexes linked by common histogenesis and function);
- an “external” somatic component (the body segment and “layer” corresponding to the given system, including muscles, fasciae, dental structures, accessory sinuses, endocrine structures, and others);
- a projection onto the skin through the system of BAP and associated reflex arcs;

– behavioral and psycho-emotional patterns consolidated within this MFS (the predominant type of emotion, the nature of the stress response, and the subjective perception of external factors such as warmth, cold, pressure, etc.).

In this context, the skin MFS (**Sd**), although histogenetically related to the ectoderm and covering structures, is assigned to the adaptive block rather than to the structural mesenchymal framework within the MFM of the organism. This reflects its leading function as a dynamic interface between the external environment and internal regulatory circuits: the skin serves as the primary platform for the implementation of autonomic responses, thermoregulation, sensory reactions, and psychovegetative manifestations, integrating somatic and psycho-emotional components of adaptation.

Thus, within the proposed MFM of the organism, the MFS ceases to be an exclusively anatomical or energetic construct. It becomes an “operational” unit within which data from noninvasive BEP-diagnostics and the effects of external interventions (including MMW-acupuncture therapy) can be interpreted, allowing disorders of adaptive mechanisms to be tracked at the preclinical level. This makes the MFS a convenient yet strictly structured tool for integrating morphological, functional, and regulatory aspects within a unified biomedical MFM of the human organism [35].

Capabilities of the Biomedical Morphofunctional Model of the Human Organism. The MFM of the human body, as an integrated holistic system, offers extensive opportunities for both fundamental research and clinical practice—particularly in the field of personalized medicine. Its key value lies in its ability to reconstruct the dynamics of interactions between morphological structures and functional processes at all levels of organization, from the cellular to the systemic. This enables not only descriptive analyses but also predictive modeling of the organism’s adaptive responses, thus uncovering hidden interrelations that often go unrecognized in traditional models. Within the context of systems biology and biophysics, the MFM serves as an instrument for modeling multifactorial diseases and conditions, including those associated with physical stress, where homeostatic imbalance can lead to overtraining or reduced performance [19; 20].

One of the fundamental strengths of the MFM is its capacity to establish causal relationships

in the initiation and progression of pathological processes. The model makes it possible to trace how perturbations at the cellular level, such as changes in ion transport or membrane potential, evolve into systemic dysfunctions. This is particularly significant for understanding multifactorial conditions—such as neurodegenerative and autoimmune diseases—where early deviations in metabolism and energy balance precede clinical manifestations. Based on analysis of BAP parameters within the MFS, the model supports the development of unified systems of medical technologies for diagnosis and therapy, combining biophysical measurements (e.g., conductance and dielectric permittivity at BAPs) with neurohumoral regulation. As a result, a strategy for organismal restoration is formed in the context of a multilevel biological system, with each MFS acting as a node for targeted intervention [21; 22].

The MFM also provides tools for studying the functional interrelationship between organs and tissue systems, the effects of internal and external factors on physiological and pathological changes, and the dynamics of BAP biophysical parameters under both normal and pathological conditions. For example, BEA diagnostics of the adaptive block allow for evaluation of those MFS most actively involved in adaptation processes, detecting asymmetries that indicate the risk of functional decompensation. This not only enables identification of the pathological core at preclinical stages but also allows tracking of pathology dynamics and planning of preventive and therapeutic measures tailored to individual characteristics. In sports medicine, where intense physical loads induce excitation of the autonomic nervous system and increased energy expenditure, the MFM helps optimize autonomic support, promote efficient resource allocation, and prevent overloads [23; 24].

Ultimately, the biomedical MFM extends the horizons of modern biomedicine by offering a unified platform for the interpretation of noninvasive diagnostic data—such as BEP rapid diagnostics—and for their translation into algorithms for personalized intervention. On this basis, individualized protocols for each subsequent MMW-acupuncture therapy procedure are generated, allowing dynamic adaptation of treatment to the patient's current status. The advantages of the MFM are found not only in its predictive value but

also in its ability to integrate systemic TCM principles with modern biophysical techniques. Thus, the model becomes a key tool for the development of innovative medical technologies aimed at maintaining and preserving the organism's adaptive potential and preventing its depletion [25].

Bioimpedance Electroacupuncture Rapid Diagnostics. Within the present study, BEP rapid diagnostics is considered a specialized non-invasive method for assessing the state of MFS, as defined in the organism's MFM, based on registration of CC at BAP that are topologically linked to the corresponding MFS under exposure to a low-intensity alternating test signal. In contrast to classical segmental bioimpedance analysis, which is primarily aimed at assessing body composition, and to electroacupuncture approaches based on R. Voll's concept [17] and organ—meridian interpretations, BEP-diagnostics was originally designed as an instrument for rapid, multiparametric assessment of the state of integral MFS and functional blocks [1] of the organism under conditions of high functional load.

In the context of this work, BEP-diagnostics [1; 19; 26] is used for real-time assessment of the functional state of Olympic athletes during the pre-competition period. In a single session, the method enables recording of CC in a standardized panel of BAP corresponding to 20 key MFS (heart, nervous system, endocrine glands, lymphatic drainage, vascular bed, parenchymal—epithelial, connective, muscle—fat and other MFS), thereby forming an individual morphofunctional portrait of the athlete. This portrait reflects the distribution of functional load across major systems, the degree of their regulatory strain, and early signs of prepathological shifts while physiological compensation is still preserved.

Technically, BEP-diagnostics is implemented as registration of CC under short-term exposure to a stabilized, ultra-low-amplitude alternating test signal of fixed frequency at standard and control BAP. Measurements are performed under standardized conditions (controlled ambient temperature, automated preparation of the skin in the BAP area by wetting with physiological saline, standardized electrode placement), which minimizes the contribution of non-specific factors such as variations in local hydration, stratum corneum thickness, and mechanical pressure. The recorded values of the active (**G**) and reactive (**B**) components of CC are expressed in conditional

units, which facilitates comparison across different BAP, corresponding MFS, and time points of monitoring and subsequently allows construction of individual adaptive corridors.

The key features of BEP-diagnostics are as follows:

- multiparametricity: the active and reactive components of conductance, their ratio, and dynamics are recorded, enabling simultaneous assessment of humoral and cellular processes in each of the 20 MFS [1; 19];

- high selectivity: each BAP is a representative point carrying information about the state of a specific system-from its innervation to energy supply-thus forming a natural map of the organism's internal interconnections, consistent with studies showing organ-related changes in meridial and acupoint signals [22; 28; 31];

- unified digital format: data are presented in a standardized structure, which opens possibilities for automated analysis, machine learning, and integration into medical digital platforms [1; 19; 26];

- rapidity: primary diagnostics requires no more than 20 minutes, making the method applicable not only in clinical settings but also in dynamic monitoring, including sports, rehabilitation, and preventive medicine, analogous to other rapid whole-body bioimpedance-based screening technologies such as Electro Interstitial Scan [30].

From the perspective of informational output, in the present study BEP-diagnostics is used not as a tool for establishing nosological diagnoses but as a method of functional monitoring. At the level of primary data, it yields:

- maps of G and B distribution across the 20 MFS;

- integral indices for groups of MFS reflecting, in particular, the state of regulatory (CNS, ANS, endocrine coordination), transport (circulation, lymphatic drainage), and structural-tissue blocks.

At the interpretive level, these indicators are then used to construct the morphofunctional portrait of each athlete, to compare it with reference profiles, and to analyze its dynamics during the pre-competition period.

The practical advantage of BEP-diagnostics in a high-performance sports context lies in the combination of several key properties: the method is non-invasive, does not require administration of

contrast agents or pharmacological tests, is characterized by minimal examination time, and can be repeated multiple times without compromising safety or tolerability. An additional and strategically important advantage is the inherently digital format of data across all 20 MFS, which enables rapid remote processing, dynamic comparison with individual historical profiles, and integration into intelligent analysis algorithms for detecting adaptive shifts and prognostic patterns.

Taken together, these features make BEP-diagnostics suitable for inclusion in routine pre-competition assessment protocols for Olympic athletes, providing the opportunity for early detection of functional overstrain in individual MFS, reduction of adaptive reserve, and initial signs of disintegration of morphofunctional organization without waiting for clinical manifestations.

Nonlinear Parameters of Bioimpedance Response and Spectral Analysis as Integral Indicators of the “Cell–Extracellular Environment” System. The fundamental methodological premise underlying BEP rapid diagnostics is the understanding of the cell not as an autonomous structural unit, but as a spatially localized process maintained by continuous exchange of matter, energy, and information with its surrounding extracellular environment. In this context, the cell exists solely as an element of a broader open system that encompasses the intracellular milieu, membrane structures, and the extracellular (humoral) phase-components that are functionally and regulatory inseparable [33].

The intracellular medium is characterized by a high degree of structural organization, spatial confinement, and maintenance of states far from thermodynamic equilibrium. In contrast, the extracellular environment-interstitial fluid, blood, and lymph-is far less geometrically constrained, exhibits high ionic and molecular mobility, and fulfills the functions of a buffer, resonant mediator, and amplifier of regulatory processes. Within this system, the cell membrane acts not as a passive boundary, but as a selective, nonlinear, and spectrally sensitive interface through which rapid environmental changes synchronize with the more inertial intracellular processes [7; 33].

Regulation of the “cell-environment” system is largely achieved through electrodynamic and hydration mechanisms: ionic gradients, membrane potentials, hydration shells, and the conformational

mobility of protein structures. These parameters vary on timescales from microseconds to seconds and reflect collective molecular ensemble behavior rather than sequential chemical reactions. Consequently, the system exhibits pronounced nonlinear properties-threshold effects, temporal delays, saturation, and hysteresis-which preclude adequate description within linear models of regulation.

A key feature of this system is the disparity in temporal inertia among its components. The extracellular humoral phase responds to external perturbations almost instantaneously, whereas membrane-associated cellular structures possess mechanisms of temporal stabilization and delayed adaptation. This distinction underlies the diagnostic informativeness of the BEP method, which separately registers the active and reactive components of CC at BAP. The active component reflects the state of the rapidly changing liquid and ionic medium, whereas the reactive component characterizes the inertial adaptation of membrane structures that exhibit threshold sensitivity and temporal response delay [34].

Thus, BEP rapid diagnostics captures not static parameters, but the dynamics of asynchronous responses from different regulatory levels within the same system. This enables detection of early signs of strain, adaptation, and dysregulation well before the emergence of clinically expressed disturbances. Unlike conventional methods focused on final functional outcomes, BEP-diagnostics effectively records the temporal architecture of regulatory processes, placing it within the domain of dynamic systems physiology and justifying its use for rapid assessment of functional state under high adaptive loads.

A conceptual expansion of BEP-diagnostic capabilities arises from recognizing that measured CC at BAP reflects not only the linear electrical properties of tissues but also the nonlinear dynamics of interactions between cellular structures and their surrounding humoral medium. In real biological systems, the response to an ultra-low-intensity test signal is not strictly proportional to the stimulus; it results from the interplay of threshold, resonant, and delayed processes that collectively define the system's integrated nonlinear behavior.

An additional and methodologically independent analytical level within the BEP framework is the measurement of the spectral composition of

the ultra-low-intensity test signal at BAP. The spectral characteristics of the electrical response, recorded at test amplitudes not exceeding physiologically safe limits (typically up to 100 mV), enable detection of subtle biochemical and biophysical changes associated with early stages of pathological processes in organs and tissue systems. Unlike integral conductivity indices, spectral analysis is sensitive to variations in phase relationships and frequency components of electrical oscillations reflecting molecular events-activation of ion channels, rearrangement of membrane potential, mediator release, and alteration of water-protein domain structure.

The source of bioimpedance nonlinearity and spectral sensitivity lies in the structural organization of living tissues themselves. Cellular membranes, ion channels, and receptor complexes represent ensembles with discrete energy states and pronounced frequency selectivity. The extracellular fluid medium, with its high ionic mobility and low geometric restriction, provides closure of feedback loops, such that even minimal perturbations in the spectral content of the test signal may induce disproportionately large changes in the phase-amplitude profile of the response. Hence, spectral parameters serve as indicators of early desynchronization between cellular structures and their environment [34].

Within this context, BEP-diagnostics utilizes an additional independent information channel reflecting the degree of system nonlinearity-beyond the absolute values of the active and reactive components of CC. The character of the spectral response-its stability, reproducibility, and energy distribution across frequency ranges-reveals the integral state of regulatory circuits encompassing membrane, humoral, and autonomic mechanisms.

Practically, when the physiological state is stable, the system exhibits a reproducible spectral profile and quasi-linear bioimpedance response within a narrow range of test influences. As functional strain increases or subclinical dysregulation develops, nonlinear effects become more pronounced: spectral stability decreases, phase relationships shift, parameter variability rises upon repeated measurements, and the G/B ratio departs from the individual adaptive corridor. These deviations typically precede structural damage and clinical manifestations, marking the transition to a condition of reduced regulatory reserve.

In BEP rapid diagnostics, measured CC parameters at BAP are recorded in conditional (normalized) units in a digital format, distinguishing this approach from conventional impedanceometry. The use of conditional units is not a technical limitation, but a deliberate methodological decision aimed at registering integrated, functionally meaningful states of biological media rather than absolute electrical metrics in a narrow physical sense.

Conditional units in BEP-diagnostics represent normalized measures derived from tissue responses at BAP to a stabilized, ultra-low-intensity test signal of fixed frequency. Such normalization minimizes the influence of individual anatomical factors (skin thickness, local hydration, electrode contact area) and emphasizes relative changes in electrophysiological properties that reflect regulatory and adaptive dynamics.

CC is thus decomposed into two components—active (**G**) and reactive (**B**)—each expressed in its respective scale of conditional units and conveying distinct physiological information.

The active component ($\mathbf{G} = 1/\mathbf{R}$) reflects ionic conductivity and characterizes the state of the extracellular and interstitial liquid media. Under physiological conditions, its values generally fall within 55–70 conditional units. This range is not fixed, as the active component is sensitive to dynamic parameters of the humoral environment—hydration level, electrolyte concentration, microcirculation, metabolic activity, and local inflammatory reactions. Consequently, **G** responds rapidly to internal and external perturbations and reflects primarily the current functional mobility of the medium rather than structural tissue properties.

The reactive component ($\mathbf{B} = \omega\mathbf{C}$), by contrast, is determined by the capacitive and dielectric properties of cellular membranes and tissue barriers. It reflects membrane permeability, integrity, and structural organization of cellular ensembles. Normative **B** values typically range from 50 to 65 conditional units and depend on membrane potential stability, preservation of ionic gradients, and metabolic competence of cells. Unlike the active component, **B** exhibits greater inertia and slower variability, making it particularly informative for assessing organ or MFS functional activity and for detecting early structural changes—dystrophic, degenerative, or proliferative.

Spectral analysis of the test signal at BAP provides an independent channel of information

about the degree of nonlinear organization of the “cell–environment” system. Coincidence of the physiological $\Delta(\mathbf{G}-\mathbf{B})$ interval with stable spectral patterns confirms that this range corresponds to the optimal regime of ionic gradient and membrane regulation, whereas its excess or inversion correlates with qualitative changes in the frequency structure of the response characteristic of adaptive strain, pre-pathology, or exhaustion.

The natural mismatch between normal ranges of **G** and **B** reflects their distinct physiological roles and temporal dynamics. The active component primarily registers rapid humoral and ionic processes, whereas the reactive component captures deeper and more persistent alterations at the membrane-cellular level. This divergence should not be regarded as a methodological artifact of scaling but rather as a diagnostic resource enabling analysis of the “cell–environment” system in two complementary dimensions.

Accordingly, the use of normalized conditional units in BEP-diagnostics enhances rather than reduces diagnostic accuracy, allowing direct comparison of **G** and **B** values across different BAP, MFS, and temporal monitoring stages. Combined analysis of CC parameters and spectral characteristics of the bioimpedance response establishes a multilayered model of the organism’s functional state, wherein nonlinearity serves as an integrated marker of the “cell–environment” system. It synthesizes information about membrane stability, dynamics of liquid media, and efficacy of closed-loop regulatory circuits. On this basis, BEP rapid diagnostics enables identification of adaptive, compensatory, and maladaptive conditions at a preclinical level, distinguishing it fundamentally from conventional end-point measurements and positioning it as a method of early, proactive, and system-based assessment of the organism’s adaptive potential.

Morphofunctional and Embryogenetic Foundations of BEP-Diagnostics. Current concepts of the relationship between the state of internal organs and the parameters of the skin allow the skin to be regarded as a highly organized information system. Independent studies have demonstrated that BAP with a diameter on the order of 0.1–10 mm are localized on the skin surface and exhibit characteristic biophysical features: reduced electrical resistance, distinct temperature and gas-exchange profiles, and increased receptor density [22; 28]. Stimulation of BAP

elicits reproducible systemic responses—changes in regional blood flow, mediator secretion, and electrical activity of the nervous system—which is supported by morphological and functional observations [22].

From the standpoint of systems biology and biophysics, BAP can be viewed as information-energy nodes of a specialized MFS interface. This interface forms part of the integral information field of the skin and provides bidirectional regulatory integration of signals between internal organs and the external environment.

Formation of MFS begins during embryogenesis. At early stages of development, the primordia of internal organs, skin areas, muscles, and tendons are linked by shared primary innervation and coordinated morphogenesis; as tissues grow and migrate, the segmental organization of these connections is preserved. In the mature organism, this is expressed as stable axial trajectories of interaction: each internal organ is associated with a specific spinal cord segment that innervates corresponding myotomes, sclerotomes, vasotomes, and dermatomes. The spinal cord and afferent—efferent pathways ensure rapid reflex exchange between deep and superficial structures.

Viscero-somatic and somato-visceral reflexes, as well as autonomic pathways, play a key role in interlevel information transfer. Irritation in the region of an organ or disturbance of its function alters afferentation in the corresponding segment; this is reflected in vascular tone, microcirculation, regulation of the intercellular milieu, and receptor activity in representative skin zones. In parallel, humoral and neuroimmune mechanisms are engaged, which can prolong or modulate these relationships on time scales ranging from seconds to days.

The idea of embryogenetic “connectivity” has been further developed in concepts describing “functional corridors” and trajectories of the Jing-Luo channels: during organogenesis, cells migrate along specific axes while receiving inductive signals, and these axes retain functional significance in the postnatal period [35; 36]. Recent studies refine this picture by highlighting the role of fascial and intertissue structures as the morphological substrate of meridians and regulatory signal transmission pathways, as well as the anatomical and histological features of acupuncture points themselves [37; 38].

In the mature organism, the functioning of embryogenetic “axes” is realized through MFS. Each MFS can be represented as a sequence: germ layer → tissue specialization → MFS → its control BAP → functional block that defines the leading function and, on this basis, unites the MFS that have formed.

Table 1 shows the relationships between germ layer, tissue specialization, MFS, primary function, control BAP, and the leading function of the adaptive block.

The adaptive block integrates those MFS that are responsible for signal perception, process regulation, and protective responses of the organism. These systems originate from ectodermal derivatives and are associated with regulatory functions.

Disturbance of an organ or tissue system function initiates a cascade of changes in autonomic regulation, microcirculation, and the composition of the intercellular milieu, leading to detectable alterations in hydration, perfusion, and electrical properties of the control BAP. It is precisely these changes that are captured by bioimpedance measurements at BAP, where the active (**G**) and reactive (**B**) components of CC provide information on the state of the humoral environment and cellular structures of the corresponding MFS.

For a clearer understanding of the relationship between BEP-diagnostics and the model, all elements of the model diagram are summarized in Table 2. The table shows the relationships between germ layer, tissue specialization, MFS, control BAP, and leading function within the MFM.

Thus, control BAP act as operative integrative markers of MFS activity, uniting the embryological legacy of segmental connections, anatomical—fascial trajectories of signal transmission, and contemporary mechanisms of neurohumoral regulation. At the same time, it is important to emphasize that although the accumulated data consistently support the proposed model, its elements require further validation using combined approaches (morphological studies, functional imaging, correlational bioimpedance investigations, and experimental models).

Biophysical Concept and Diagnostic Algorithms of BEP-Diagnostics. BEP-diagnostics is based on the fundamental property of the skin and BAP to reflect the functional state of internal organs and MFS. These points are not merely local

TABLE 1 – Relationship between germ layer, tissue specialization, MFS, primary function, control BAP, and leading function of the adaptive block

Germ layer	Tissue specialization	MFS	Primary Function	Control BAP	Adaptive Functional Block (leading function)
Ectoderm	Epidermis	Skin (Sd)	Sensory perception, protection	Sd4 (1.3)	Perception of external environmental stimuli to trigger responses that sustain vital activity (adaptive function)
	Neuroderma	Brain and spinal cord (Nd)	Neural regulation, coordination	Nd3 (1b)	
	Neuro-sympatoderma	Endocrine glands (Tr)	Trophic and endocrine regulation	Tr4 (1b)	
	Sympatoderma	Allergy (Al)	Regulation of allergic responses	Al4 (1b)	
	Oroderma	Lymphatic drainage (Ly)	Lymphatic drainage, immune protection	Ly3 (1.2)	

TABLE 2 – Relationship between germ layer, tissue specialization, MFS, control BAP, and leading function

Germ layer	Tissue specialization	Morphofunctional system	Control BAP	Functional block (leading function)
Ectoderm	Epidermis	Skin (Sd)	Sd4 (1.3)	Adaptive block Perception of external environmental stimuli to trigger responses that sustain vital activity (adaptive function)
	Neuroderma	Brain and spinal cord (Nd)	Nd3 (1b)	
	Neuro-sympatoderma	Endocrine glands (Tr)	Tr4 (1b)	
	Sympatoderma	Allergy (Al)	Al4 (1b)	
	Oroderma	Lymphatic drainage (Ly)	Ly3 (1.2)	
Endoderm	Mucoderma	Large intestine (GI)	GI4 (1b)	Transitory block Reception and processing of nutrients for organismal development (absorption, excretion)
		Stomach (E)	E4 (44b)	
		Biliary tract (Vb)	VB4 (43b)	
		Small intestine (IG)	IG4 (1b)	
		Urogenital organs (V)	V4 (66b)	
Endo-mesoderm (mesoderm)	Organoderma	Lung (P)	P3 (10c)	Productive block Transformation of nutrients and production of structural material (storage, energy)
		Spleen (RP l)	RP2 (1a)l	
		Pancreas (RP r)	RP2 (1a)r	
		Liver (F)	F2 (1a)	
		Heart (C)	C5 (8c)	
Ecto-mesoderm (mesenchyme)	Seroderma	Parenchymal–epithelial tissue (Pd)	Pd4 (1b)	Structural block Interstitial–cellular apparatus, microcirculation (blood, lymph, lymphoid and other tissues), musculoskeletal system (protective and drainage function, cellular level of functional organization)
	Desmoderma	Connective tissue (Cd)	Cd2 (1b)	
	Feto-musculoderma	Muscle–fat tissue (Fd)	Fd2 (1b)	
	Hemo-lymphoderma	Vessels (Mc)	Mc4 (8d)	
	Osteo-cavoderma	Bone–cartilaginous tissue (Ad)	Ad4 (1b)	

areas of altered conductance but complex sensory structures capable of integrating information on the state of deep regulatory processes in the organism.

The method relies on recording the complex conductance (CC , $Y = G + jB$) of tissues in the region of BAP under the influence of an ultra-low alternating signal (no more than 0.1 V), which makes the examination fully safe and noninvasive. In contrast to the classical R. Voll method [17], which uses direct current and primarily captures properties of the extracellular fluid, BEP-diagnostics provides a fundamentally different level of analysis. It allows CC to be

decomposed into its active (**G**) and reactive (**B**) components, each carrying unique physiological information:

– the active component of CC ($G = 1/R$) reflects ion movement and characterizes the conductance of the intercellular medium. Changes in this parameter are associated with blood flow, microcirculation, electrolyte balance, and the state of the extracellular space (for example, in edema or inflammation);

– the reactive component of CC ($B = \omega C$) is determined by the capacitive properties of cell membranes and tissue barriers. It serves as an indicator of metabolic activity and structural

changes at the cellular level, including membrane integrity and processes of proliferation and degeneration.

Thus, BEP-diagnostics provides a dual analytical perspective: on the one hand, the state of fluid compartments and microcirculation, and on the other, deep cellular and membrane processes. By integrating these data into a unified coordinate system, the method generates a multilevel model of the organism's functional state that simultaneously captures humoral, cellular, and regulatory mechanisms.

Parameters of BAP play a pivotal role in BEP-diagnostics, among which two hypothalamic points (**TR20 L** and **TR20 R**) occupy a special position. The hypothalamus is the central regulator of homeostasis, governing interactions among the nervous, endocrine, and immune systems. The corresponding hypothalamic BAP can be regarded as key regulatory points of the organism, reflecting the state of its central integrative mechanisms. The slightest imbalances in hypothalamic function manifest earlier than clinical changes in peripheral organs. Therefore, measurement of parameters at these points serves as the starting point for interpreting the entire diagnostic profile.

The next analytical level is formed by 40 control BAP of 20 MFS (20 on the left and 20 on the right), each of which functions as an integrative sensor of the state of an organ and its associated regulatory connections. Beginning the diagnostic procedure with control BAP is of principal importance, since they represent the most informative "representative BAP" of each MFS. In contrast to local BAP, which may reflect focal or situational changes, control points accumulate the integral response of all BAP within a given MFS. This makes them specific "indicators" of the organism's state: even minimal deviations in control BAP parameters allow detection of strain or disturbance in the corresponding MFS long before overt clinical symptoms arise. In this way, diagnostics that begin with control BAP ensures analytical coherence, accuracy of the initial assessment, and provides the basis for correct interpretation of all subsequent information. If the parameters of a control point lie within the "corridor of normal values", additional BAP of that MFS are not measured, making the procedure as rapid and efficient as possible.

In addition to control BAP, other BAP are used in BEP-diagnostics, most of them located on the distal segments of the limbs (hands and feet). R. Voll established that each meridian contains several types of BAP [17]:

- BAP informationally linked to a specific organ or its part, i.e., organ-related points, for example **R1 (1)** – renal pelvis;

- BAP corresponding to a serous membrane (pleura, pericardium, peritoneum, etc.), for example **R5 (1-4)** – renal peritoneum;

- BAP of a regional autonomic plexus (regulating a given system or organ), for example **R3 (1c)** – renal plexus;

- BAP of lymphatic drainage or regional lymph nodes, for example **R2 (1-1)** – lymphatic system of the kidney and adrenal gland;

- summary BAP (providing information on the functioning of an entire organ system or structure, e.g., venous system, systemic arteries, fat and cholesterol metabolism, etc.), for example **Mc1 (9)** – total BAP of arteries of the whole body.

Figure 2 shows 10 MFS topologically distributed along the lateral surfaces of the fingers of the hand. Orientation is based on the standard anatomical position: the palm is open, the fingers slightly abducted, and the palmar surface facing downward. In this position, the lateral surface of a finger oriented radially (toward the thumb) is considered the outer surface, whereas the surface oriented ulnarly (toward the little finger) is considered the inner surface.

The thumb is an exception: its outer (lateral) surface faces the radial edge of the hand, while the inner (medial) surface faces the index finger. This clarification is important, as it explains the correct distribution of MFS across the fingers and eliminates anatomical ambiguity.

MFS and their control BAP have a strict topological relationship to the joints and lateral surfaces of the fingers. BAP are localized predominantly at the heads of phalanges and near joint creases, making them accessible for reproducible measurements and clinically meaningful palpation. The proposed anatomical orientation makes it possible to formalize the relationship between a specific finger surface and a given MFS, thereby creating a convenient diagnostic and therapeutic map.

It is important to note that such localization of BAP on the terminal segments of the fingers has

a fundamental rationale within the growth control model of acupuncture, where many acupoints are predicted and empirically supported to concentrate at singular points and boundaries of body structures, including the distal tips of the digits, as detailed in [10].

It is important to note that such localization of BAP on the terminal segments of the fingers has a fundamental rationale, described in detail in the work According to his concept, distal segments of the extremities represent the most informative zones of the body, because during embryogenesis they form as projection “outputs” of key morphogenetic axes. This explains the high density of receptor structures, specific biophysical activity, and marked informativeness of BAP located on the fingers and toes. Thus, the distribution of MFS and the anchoring of their BAP to the phalangeal heads reflect not a random anatomical fact, but the result of deep regularities of embryogenesis and morphofunctional integration of the organism.

The correspondence between fingers and MFS is as follows:

— thumb — outer surface: MFS of lymphatic drainage (**Ly**); inner surface: MFS of the lung (**P**);

— index finger — outer surface: MFS of the large intestine (**GI**); inner surface: MFS of the brain and spinal cord (**Nd**);

— middle finger — outer surface: MFS of vessels (**Mc**); inner surface: MFS of allergy (**Al**);

— ring finger — outer surface: MFS of parenchymal–epithelial tissue (**Pd**); inner surface: MFS of endocrine glands (**Tr**);

— little finger — outer surface: MFS of the heart (**C**); inner surface: MFS of the small intestine (**IG**).

Figure 2 illustrates the main types of BAP used in BEP-diagnostics, together with their color coding:

- control BAP are highlighted in red;
- summary BAP (reflecting the functional state of an entire organ system or structure) are marked in black;
- BAP of autonomic regulation (regional points associated with the autonomic plexus regulating a given system or organ) are shown in purple;
- BAP of lymphatic drainage (points of lymph nodes and regional lymphatic drainage) are shown in green;

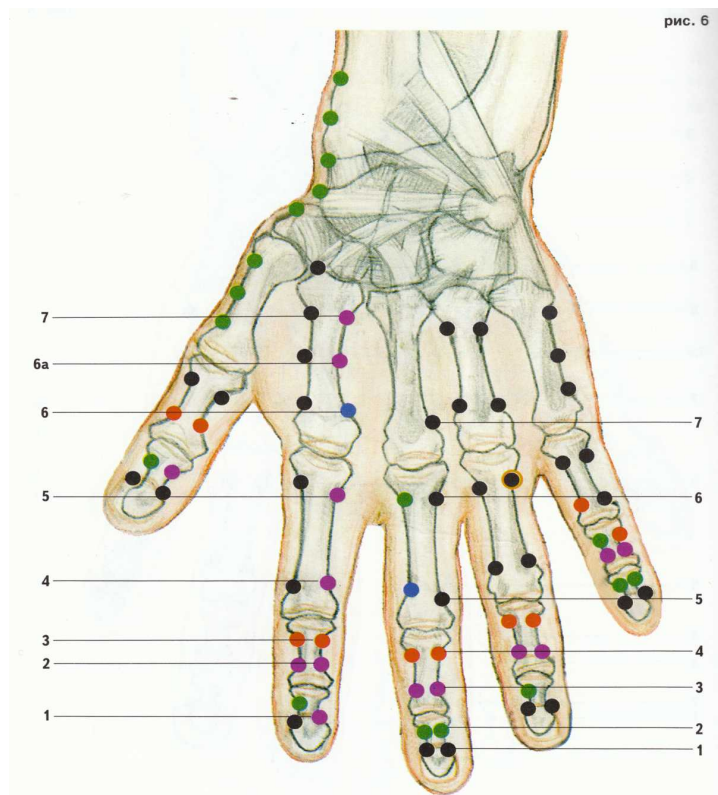


Fig. 2. Localization of BAP of the MFS of the brain and spinal cord (**Nd**) (shown on the left) and the MFS of allergy (**Al**) (shown on the right)

– organ-related BAP (points informationally linked to a specific organ or its part) are highlighted in black;

– BAP of serous membranes (points reflecting the functional state of the corresponding serous membrane: pleura, pericardium, peritoneum, etc.) are likewise indicated in black.

To clarify the importance of the information obtained during BEP-diagnostics, Table 3 presents the designations of BAP of the MFS of the brain and spinal cord (**Nd**) and their functional characteristics.

In cases where the parameters of a control BAP fall outside the normal range (either above or below), an in-depth assessment is performed: an additional 3–4 points of the same morphofunctional system are measured. This approach refines the characterization of deviations and reduces the likelihood of artifacts. If at least one of the additional BAP shows a value above or below the normal range, a full examination of all BAP of the corresponding MFS is carried out. In this way, a stepwise diagnostic algorithm is implemented—from general assessment to detailed analysis—which provides high selectivity of the method while optimizing examination time and minimizing burden on the patient.

The human organism is an integrated system in which homeostasis and adaptation to changing environmental conditions are maintained through the interaction of metabolism, neuroendocrine regulation, and the blood and lymph circulatory systems. According to the biomedical model [1; 26], this unity is ensured by 20 self-regulating MFS that coordinate physiological processes from the molecular to the organismal level. The function of each MFS is directed toward preserving the integrity of the organism and is characterized by quantitative (e.g., electrophysiological parameters) and qualitative (e.g., type of adaptive response) indices. In addition to its barrier role,

the skin serves as a unique information interface that reflects the state of internal organs through the biophysical properties of BAP. Figures 3 and 4 show the process of BEP-diagnostics for the MFS of muscle–fat tissue (**Fd**). In Figures 5 and 6, the external appearance and interface of the express diagnostic bioelectronic system “RAMED EXPERT–05” are shown.

BAP are local skin areas with increased conductance that are functionally connected to organs via meridians and form MFS that include the organ, the corresponding tissue system, and their associated BAP. Representative BAP of each MFS integrate the electrophysiological characteristics of all acupuncture points, acting as sensors of physiological change. Self-regulation of an MFS is implemented through interactions among the regulated parameter (e.g., metabolite levels), receptors in BAP, neuroendocrine mechanisms, and effector tissues that restore homeostasis. For example, during inflammation, cellular swelling reduces the volume of extracellular fluid, altering **G**, whereas destructive processes in membranes affect the parameter **B**.

BEP-diagnostics captures these shifts through changes in **G** and **B**, as well as **G–B**, which reveal subtle metabolic and regulatory alterations, ranging from local to integrative adaptive responses. For instance, a sharp increase in **G** with relatively stable **B** may indicate acute stress, whereas a decrease in **B** below the normal corridor signals structural chronic disturbances, which is critical for athletes in the pre-competition period. Compared with the Voll method, BEP addresses MFS as integrated systems, providing both quantitative and qualitative assessment of functional state. This opens prospects for early detection of dysfunctions, prediction of adaptive capacity, and personalized monitoring in sports medicine and clinical practice.

TABLE 3 – Designations of BAP of the MFS of the brain and spinal cord (**Nd**) and their functional characteristics

Left side		Right side	
Nd1 (1)L	- Lumbar and sacral segments of the spinal cord	Nd1 (1)R	- Lumbar and sacral segments of the spinal cord
Nd2 (1a)L	- Integrated autonomic nervous system	Nd2 (1a)R	- Integrated autonomic nervous system
Nd3 (1b)L	- Control BAP of the central and peripheral nervous system	Nd3 (1b)R	- Control BAP of the central and peripheral nervous system
Nd4 (1c)L	- Meninges of the brain and spinal cord	Nd4 (1c)R	- Meninges of the brain and spinal cord
Nd5 (2)L	- Cervicothoracic segment of the spinal cord	Nd5 (2)R	- Cervicothoracic segment of the spinal cord
Nd6 (3)L	- Brain, brainstem, and their vascular network	Nd6 (3)R	- Brain, brainstem, and their vascular network
Nd7 (3a)L	- Parasympathetic ganglia of the head	Nd7 (3a)R	- Parasympathetic ganglia of the head
Nd8 (4)L	- Cranial nerves	Nd8 (4)R	- Cranial nerves



Fig. 3. The process of diagnosing the MFS (Fd)



Fig. 4. The process of diagnosing the BAP Fd4 (1b)R, MFS (Fd)



Fig. 5. Unit for BEP express-diagnostics "RAMEX EXPERT-05"

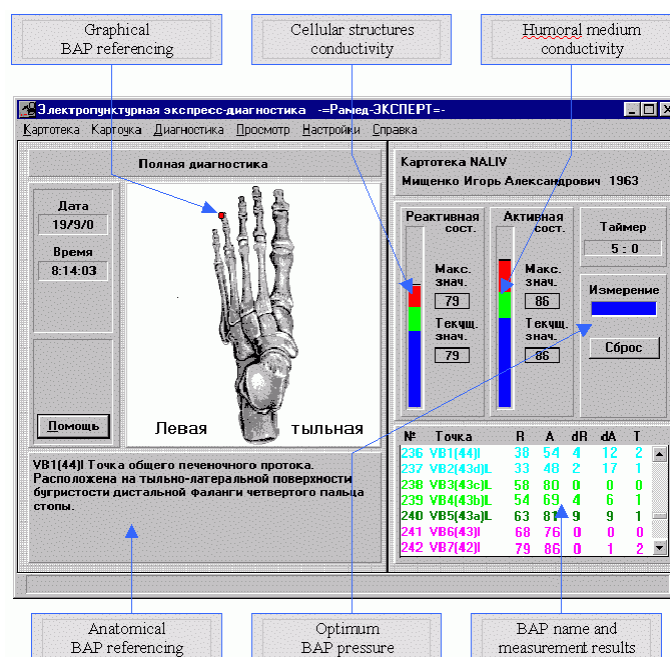


Fig. 6. BEP-diagnostics interface "RAMEX-EXPERT-05"

The difference between **G** and **B** ($\Delta = \mathbf{G} - \mathbf{B}$) normally ranges from 5 to 15 arbitrary units, reflecting the physiological balance of ion exchange between the cell and its environment. Exceeding this range (>15) or a negative value (<0) indicates imbalance characteristic of pre-pathological states such as inflammation, exhaustion, or metabolic disturbances. For example, a substantial increase in **G** with stable **B** may indicate enhanced ion transport in response to acute stress, whereas a decrease of **B** below the normal range with normal **G** suggests degenerative changes in membranes.

The dual analysis of **G** and **B** enables BEP-diagnostics to provide an integrated assessment of health, combining static (structural) and dynamic (functional) information. This makes the method indispensable for early detection of disturbances, monitoring of adaptive processes in athletes and patients with chronic diseases, and personalized therapy selection. Compared with traditional electroacupuncture diagnostic techniques, BEP-diagnostics offers a deeper analysis of cellular processes, opening new perspectives for integrative medicine.

Functional Role of the Autonomic Nervous System in the Adaptation Processes of Elite Athletes (According to BEP Diagnostics). Adaptation is a fundamental property of living organisms, ensuring their adjustment to changing

environmental conditions and physical loads. The leading role in adaptation to muscular activity belongs to the oxygen transport systems—circulatory, respiratory, and hematopoietic—as well as to the autonomic nervous system (ANS), which exerts regulatory control over visceral functions and intersystem interactions [60; 61].

Restoration of impaired functional states of the organism is achieved through activation of compensatory and adaptive reactions aimed at maintaining homeostatic constants. The efficiency of these reactions is determined by the degree of coherence between intersystem and intrasystem interactions, the formation of which is largely mediated by the ANS. It is precisely the ANS that ensures the transition of functional systems to a new steady state of regulation and the establishment of stable somatovisceral synchronization [62; 63].

The ANS regulates the activity of all visceral systems and participates in homeostatic and adaptational—trophic reactions, thereby supporting tissue trophism and metabolic stability. Intensive physical exercise is accompanied by generalized activation of the ANS, leading to a functional restructuring of internal organ activity and a temporary increase in energy expenditure. As stable motor skills are developed, steady mechanisms of autonomic support emerge, allowing the athlete to perform physical work in a more

energy-efficient mode. At this stage, changes in internal organ function begin to precede the execution of motor activity itself, reflecting a high level of adaptive readiness of the organism.

Under regular training loads, elite athletes exhibit characteristic changes in the functional state of the ANS. At rest, parasympathetic tone usually predominates, manifested by reduced heart rate, arterial pressure, and respiratory rate, which ensures a more economical mode of physiological functioning. During intense physical exertion, conversely, the sympathetic division of the ANS becomes activated, promoting mobilization of energy resources and implementation of adaptive responses.

One of the key mechanisms of adaptation is sympathetic regulation of vascular tone and blood flow distribution. During physical exercise, vasoconstriction occurs in functionally nonessential regions, whereas vessels dilate in actively working organs-skeletal muscles, heart, and lungs-ensuring adequate oxygen and nutrient supply and reflecting a high level of adaptive efficiency [64].

Within the framework of BEP-diagnostics, the primary parameter reflecting the state of regulatory processes is the active component **G** of the CC, which serves as a sensitive marker of sympathetic activation within the ANS and the mobilization of functional reserves. An increase in **G** values indicates stimulation of the sympathoadrenal axis, enhanced vascular regulation, and redistribution of blood flow toward working muscles. According to experimentally established reference corridors [1], **G** values exceeding 70 relative units characterize degrees of sympathicotonia (71–80 – normergic; 81–90 – hyperergic; 91–100 – extreme hyperergic).

The reactive component **B** of the CC, in turn, represents a universal marker of the condition of cellular structures, membrane function, and local metabolic activity. The **B** parameter responds to alterations in tissue trophism, microinflammatory processes, and the degree of utilization of internal physiological reserves. **B** values within the range of 50–65 relative units correspond to physiological norms and reflect an optimal state of cellular structures and metabolic processes; deviation above or below this range indicates either strain of adaptive mechanisms or signs of early functional exhaustion.

A combined analysis of parameters **G** and **B**, as well as their relationship-the $\Delta(\mathbf{G}-\mathbf{B})$

index-provides an integrative understanding of the interaction between regulatory and effector mechanisms of the organism. The **G** parameter characterizes the level and direction of autonomic activation, whereas the **B** parameter reflects the structural–metabolic basis of MFS operation. Such a combined assessment allows for an objective evaluation of the adaptive status, differentiation between physiological mobilization and overstrain, and the establishment of a methodological foundation for monitoring and predicting functional shifts in elite athletes.

Methodological Foundations for Establishing Value Corridors of the Active (G) and Reactive (B) Components of Complex Conductance. The development of diagnostic value corridors for the active (**G**) and reactive (**B**) components of the CC was based not on a priori normative assumptions but on stepwise clinical and experimental verification of the BEP-diagnostic method. At the first stage, the method underwent clinical trials at leading medical institutions-Dnipro State Medical University, the Institute of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, and the Institute of Gerontology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine. In this framework, BEP-diagnostics and MMW-puncture therapy were viewed as an integrated system encompassing diagnostics, therapeutic intervention, and objective monitoring of functional state dynamics.

Following completion of clinical testing and certification of the diagnostic and therapeutic devices, a second stage was implemented, aimed at refining and substantiating the value corridors of **G** and **B** and identifying patterns of their dynamic behavior. This stage was carried out over three years through collaboration between the developer (RAMED Medical Center) and specialized departments of Dnipro State Medical University. During this period, six BEP-diagnostic devices “RAMED EXPERT-05” were used to examine 256 practically healthy individuals (students) and 86 patients with various nosological conditions. The obtained BEP-diagnostic data were compared with independent clinical diagnoses and the results of standard examination methods.

Analysis of the data array, including absolute values and dynamic profiles of the **G** and **B** parameters, allowed empirical identification of

stable ranges corresponding to distinct physiological and pathological states. As a result, value corridors for the active and reactive components of the CC were formalized-reflecting, on the one hand, the level of autonomic regulation, and on the other, the condition of cellular and membrane structures. These corridors became the foundation for the interpretive scales presented below and are employed as an objective tool for assessing adaptive status and functional reserves of the organism, including applications in sports medicine.

Correlation of the Reactive Component of Complex Conductance with the Functional State of the Organism. BEP-diagnostics enables quantitative assessment of the organism's functional state based on measurements of the reactive component **B** of the CC at the BAPs of 20 MFS. The scale presented in Table 4 establishes the correlation between **B** values (within the range of **10–110** relative units) and the corresponding functional states of the organism. This correlation has fundamental importance for monitoring adaptive processes, including those in elite athletes.

B values exceeding the physiological norm corridor (**66–110** relative units) correspond to a continuum of borderline and pathological physiological states, ranging from the phase of pre-inflammatory activation to subacute and acute inflammatory reactions. The **B** parameter serves as a key diagnostic marker because it reflects the condition of cellular structures, their membrane organization, and the associated structural–metabolic properties of tissues that determine functional stability and adaptive capacity of an organ or MFS.

Values within the **66–80** relative unit range (violet) correspond to the phase of pronounced physiological strain and preinflammatory activation. This state is characterized by enhanced

cellular activity, altered membrane permeability, and intensified metabolic processes without the formation of morphological signs of inflammation. This range has particular diagnostic value in sports practice, as it allows detection of early signs of adaptive mechanism disruption, especially in the pre-competition period.

Values in the range of **81–95** relative units (red) indicate a subacute inflammatory process, where cellular structures are already involved in a pathological continuum, although the intensity of reactions remains lower than in the acute phase. In athletic contexts, such parameters may point to incomplete recovery and persistent functional overstrain.

Values between **96–110** relative units (brown) reflect an acute inflammatory process accompanied by pronounced activation of metabolic and immune responses at the cellular level. These indicators signify the maximal strain of adaptive mechanisms and a high risk of homeostatic destabilization.

Values of **B** below the normal corridor (**10–49** relative units) indicate a decline in functional activity of cellular structures and suppression of metabolic processes. Such changes are characteristic of chronic and degenerative states, accompanied by membrane integrity disruption, reduction of tissue energy potential, and weakening of regulatory mechanisms.

The **35–49** relative unit range (light green) corresponds to a chronic inflammatory process and early manifestations of cellular dystrophy. In sports medicine, such indicators are interpreted as signs of delayed recovery and reduced load tolerance, requiring adjustment of training and rehabilitation regimes.

Values within the **20–34** relative unit range (blue) reflect progressive dystrophy, in which cellular structures lose the capacity to sustain adequate metabolic activity. For athletes, this

TABLE 4 – Reactive (**B**) component of CC and its correlation with physiological states

B values (relative units)	Color code	Physiological state
96–110	Brown	Acute inflammatory process
81–95	Red	Subacute inflammatory process
66–80	Violet	Prepathological state, physiological strain
57–65	Green	Normal physiological state (normal corridor)
35–49	Light green	Chronic inflammation, early dystrophy
20–34	Blue	Progressive dystrophy
10–19	Grey	Degeneration, atrophy

represents a serious indicator of depletion of adaptive reserves.

Values in the **10–19** relative unit range (grey) characterize processes of degeneration and atrophy of cellular structures, reflecting a critical decrease in functional activity of an organ or system and requiring immediate corrective measures.

Thus, the reactive component **B** of the CC serves as a fundamental integrative criterion for evaluating the functional state of the organism. It enables detection of both early stages of physiological strain and adaptive dysfunction, as well as deep destructive processes beyond the detection limits of standard express-diagnostic methods.

Correlation of the Active Component of Complex Conductance with Autonomic Regulation. BEP-diagnostics evaluates the functional state of the organism through the parameters of the active component **G** of the CC measured at the BAPs of 20 MFS. Table 5 establishes the correlation between **G** values (ranging from **10** to **100** relative units) and autonomic regulation, which is critical for monitoring athlete adaptation during the pre-competition period. The active component **G**, reflecting the conductance of extracellular fluids, is sensitive to humoral changes such as ionic composition and blood flow, and complements the reactive component **B**, which characterizes the state of cellular membranes.

Values of the active component **G** above 70 relative units reflect varying degrees of activation of the sympathetic branch of the ANS and are of primary importance for assessing the adaptive status of athletes.

Normergia-values within **71–80** relative units (violet)-corresponds to physiological sympathicotonia optimally aligned with the training process. This state indicates mobilization of functional reserves without signs of overstrain and serves as a marker of an adequate adaptive response

of the organism to physical load. In athletes, this level of regulation signifies high readiness for intense performance and balanced functioning of the sympathoadrenal system.

Hyperergia-values ranging from **81–90** relative units (red)-denotes increased sympathicotonia and significant mobilization of functional reserves. In the short term, this may represent an adaptive response to intensive training or stress exposure. However, its persistent presence indicates a high level of regulatory strain and limited recovery capacity.

Extreme hyperergia-values within **91–100** relative units (brown)-reflects pronounced sympathicotonia and hyperactivation, characteristic of pathological stress, overtraining, or early stages of maladaptation. Under these conditions, the risk of sympathoadrenal exhaustion increases, potentially leading to homeostatic disruption, reduced load tolerance, and a higher likelihood of functional disorders.

Thus, **G** values above 70 relative units mark a transition from physiological mobilization to regulatory overload. Their dynamic assessment in combination with the reactive component **B** provides an objective basis for identifying the balance between adaptation and the onset of maladaptive states. The use of color coding facilitates data interpretation, while integrated analysis of **G** and **B** offers a holistic view of the athlete's functional condition.

Values of the active component **G** below 55 relative units indicate decreased activity of the sympathetic branch and a shift in autonomic balance toward vagotonia, which in athletic practice reflects different degrees of depletion of adaptive resources.

Hypoergia-values between **43–54** relative units (light green)-corresponds to moderate vagotonia and is characterized by reduced functional activity of the sympathoadrenal system. This condition

TABLE 5 – Correlation between the active (**G**) component of CC and autonomic regulation

G values (relative units)	Color code	Autonomic regulation
91–100	Brown	Extreme hyperergia (marked sympathicotonia)
81–90	Red	Hyperergia (increased sympathicotonia)
71–80	Violet	Normergia (physiological sympathicotonia)
55–70	Green	Eutonia (autonomic balance, normal corridor)
43–54	Light green	Hypoergia (enhanced vagotonia)
30–42	Blue	Pronounced hypoergia (pronounced vagotonia, sympathoadrenal depletion)
10–29	Grey	Anergy (protective inhibition)

may develop due to insufficient recovery after exertion or pre-competition energy deficiency. In the short term, moderate vagotonia may serve a compensatory function, but its persistence indicates declining adaptive reserves.

Pronounced hypoergia-values ranging from **30–42** relative units (blue)-reflects marked vagotonia and indicates exhaustion of the sympathoadrenal system. This state is associated with chronic fatigue, reduced stress tolerance, and impaired ability to adequately mobilize resources. In athletes, it manifests as diminished endurance, prolonged recovery, and increased risk of functional disturbances.

Anergy-values between **10–29** relative units (grey)-characterizes a state of protective inhibition associated with profound energy deficiency and critically low activity of autonomic regulatory mechanisms. Anergy represents a critical level of reduced adaptive potential and corresponds to the phase of maladaptive decompensation, where continuation of training loads entails a high risk of pathological outcomes.

Hence, **G** values below 55 relative units reflect a progressive decline in the organism's adaptive capacity-from moderate functional deficit to critical maladaptation. Their timely detection using BEP-diagnostics provides a basis for preventing overtraining and for rational adjustment of training and recovery programs.

Devices for MMW Acupuncture Therapy and Their Capabilities. Over the past decades, a distinct class of medical devices has emerged that are designed to deliver low-intensity MMW exposure to skin projections of internal organs, Zakharyin–Ged zones and BAP. These devices were initially developed as instruments of reflexotherapy using MMW radiation; however, they are now regarded as part of a broader spectrum of non-invasive biophysical technologies aimed at personalized correction of the organism's regulatory and adaptive circuits.

The basic requirements for medical MMW equipment include strict limitation of power flux density (at the level of single mW/cm²), stable generation of fixed biologically active resonant frequencies, and the ability to finely adjust amplitude and frequency modulation parameters. Spectral control of the signal is also essential: the modulation bandwidth should be no narrower than the width of the biologically active resonant frequency, and the operating frequency range

should be confined to a narrow interval around the target resonant values.

From a clinical standpoint, the equipment must provide the ability to act on various body zones functionally linked to internal organs and MFS, including BAP, Zakharyin–Ged zones, skin projections of visceral organs and regions of large joints. This enables both local and systemic MMW acupuncture protocols tailored to the patient's specific morphofunctional profile. An important task is also to ensure ergonomics and reproducibility of procedures: stable positioning of emitters, convenient fixation of MMW modules on the skin surface, standardized exposure modes and the ability to document the parameters of each session.

The current stage of MMW device development is characterized by trends toward miniaturization of generator modules, increased automation of control, integration of the entire MMW unit with autonomous power supply into a single housing, and expansion of the number of independent treatment channels. Whereas earlier devices were generally single-channel and focused on pointwise exposure, newer systems implement multichannel architectures with the capability for simultaneous stimulation of multiple BAP, organ projections and zones. This reflects a shift from purely quantitative improvements (power, frequency stability, convenience) to a qualitative change in the principles by which MMW exposure to the organism is organized.

In this context, it becomes essential to address not only the physical parameters of the MMW signal, but also its informational significance within the framework of the organism's MFM. It is necessary to consider how spectral characteristics, modulation mode, spatiotemporal structure of exposure and mapping of application zones relate to the topology of MFS, their resonant properties and their role in systemic regulation. At this stage, engineering decisions regarding the architecture of MMW devices begin to directly determine their potential as instruments of systemic neuromodulation rather than merely local physiotherapy.

The Cell as an Electromagnetically Sensitive System: Homeostasis, Membranes, and Biophysical Mechanisms of Regulation. Homeostasis is a dynamic equilibrium of the physicochemical parameters of the body's internal environment [9; 45]. Through negative feedback

mechanisms — neural, hormonal, and immune — the organism maintains stability under changing conditions. Contemporary studies expand this concept to include electromagnetic homeostasis, which refers to the maintenance of electrical and magnetic parameters at the molecular, cellular, tissue, and systemic levels [46; 47].

Living organisms are open non-equilibrium systems requiring external energy input. Biochemical reactions accompanied by photon transfer generate electromagnetic information at the subatomic level — from dipole oscillations of cell membranes in the millimeter-wave and terahertz ranges to optical emissions in the visible and near-UV spectra produced by cells [48; 49]. External EMFs act upon this system by modulating its electromagnetic equilibrium. Changes in the dielectric properties and conductivity of cells lead to shifts in biochemistry and functional activity. Electromagnetic homeostasis perceives external information and transmits it through resonant interactions across different levels of biological organization [50].

The physical mechanism of EMF influence involves the absorption of energy quanta, which facilitates the enhancement of physiological processes. Cells can accumulate and emit coherent EMFs: signals corresponding to healthy states exhibit high order, whereas pathological states are marked by its disruption [51]. Centrosomes function as infrared receptors capable of detecting external signals. Under such stimulation, cells form elongated extensions oriented toward sources of infrared radiation [52].

Low-intensity MMW exposure at BAPs interacts with cellular membranes, inducing changes in their vibrational activity (Frohlich effect) that promote the recovery of cellular functional activity [49; 53]. Membranes respond to the spectral components of external EMFs by converting them into biophysical signals: resonant frequencies induce modifications in the oscillatory dynamics of protein structures [49; 53]. Biochemical reactions are accompanied by electromagnetic emission, forming electromagnetic “pathways” within the organism.

Cellular structures represent multifunctional modules uniquely capable of perceiving, processing, and transmitting electrical, biophysical, and biochemical information, thereby ensuring integrative system functioning [50]. The biophysical and radiophysical aspects of cellular functioning

provide the foundation for understanding electromagnetic homeostasis — the ability of the organism to maintain a balance of complex electromagnetic interactions within its external electromagnetic environment [50]. Biological aspects encompass cellular heredity and reproduction, mechanisms that support genetic information transfer and tissue renewal [54]. These processes maintain the structural and functional integrity of the organism, particularly under the intense physical loads typical for athletes [55].

Biophysical aspects include the physical mechanisms underlying cellular activity, such as membrane potential, which regulates electrical activity; ion transport, which supports signaling and metabolic processes; mechanical motility; and optical properties — for example, light absorption and scattering — that determine cellular interaction with electromagnetic radiation [56]. The membrane potential (the difference in electric charge across the cell membrane, typically -70 mV in neurons) plays a central role in signal transmission. Variations in this potential, caused by ionic fluxes (Na^+ , K^+ , Ca^{2+}), ensure neuronal excitability and muscle contraction [9].

Radiophysical aspects view BAPs as electromagnetic wave receptors capable of receiving and conducting signals in the millimeter range (30–300 GHz) through corresponding MFSs. These fields are modulated depending on organ functional status, influencing biochemical processes and sustaining homeostatic mechanisms. The electromagnetic homeostasis system interacts with neural, immune, and hormonal regulatory systems through resonant effects [47].

According to current understanding, low-intensity MMW effects on BAPs [53] are primarily realized at the skin–neurovascular interface. Due to the superficial nature of MMW absorption, which does not exceed $500\text{ }\mu\text{m}$ [53; 56], key processes include modulation of free nerve endings and unmyelinated C-fibers [9], neuropeptide release, local microcirculatory shifts, activation of endothelium-dependent relaxation (NO) [9], and the formation of directed viscerosomatic reflexes [9; 45]. At the cellular level, attention is focused on alterations in the physical properties of the membrane hydration layer and ion exchange [46], with potential involvement of ion channel transducers (e.g., TRP channels) [57], regarded as a primary pathway for weak external signal detection. Collectively, this cascade of events spans

stages from local cutaneous sensory modulation, through neurovascular and immune responses, to complex systemic regulatory changes [9; 45; 46].

A particularly important component of these mechanisms involves membrane proteins, considered potential primary receptors of MMW radiation [53]. Due to their high sensitivity to local electrostatic fluctuations [49], protein macromolecules can undergo conformational changes even under extremely weak electromagnetic fields [50; 53]. These modifications dynamically restructure their functions — from ion transport to activation of enzymatic and signaling systems [50; 53]. Such conformational transitions induced by MMW exposure fundamentally alter ionic currents (Ca^{2+} , Na^{+} , K^{+}), affect calcium channel activity, and trigger key intracellular signaling cascades [53; 58].

An equally significant MMW effect concerns membrane structure and interfacial processes. MMW irradiation increases plasma membrane permeability through fine modulation of lipid layers, changes in the structure of associated water, and alterations in lipid domain dynamics [59]. This leads to a profound reorganization of interactions among proteins, lipids, and water, thereby facilitating or impeding passive ion transport across membranes and regulating the initiation or suppression of intracellular signaling pathways, including secondary messenger translocation (e.g., Ca^{2+} , cAMP) [59].

The interplay between protein and membrane mechanisms forms a unified platform of biophysical transformations in which initial electrophysical and structural rearrangements at the molecular level unfold into a cascade of rapid biochemical and cellular reactions. Importantly, all these processes occur without significant thermal tissue damage, which defines both the specificity and high biological significance of low-intensity MMW radiation effects on the human organism.

Thus, the biophysical sensitivity of cell membranes and skin—neurovascular interfaces to weak MMW signals imposes fundamental requirements not only for radiation parameters but also for the architecture of devices that implement multipoint and spatiotemporally coordinated exposures — a topic addressed in the following section.

Architecture and Engineering Features of Multichannel MMW Devices. The transition from single-channel to multichannel MMW devices is primarily driven by the need to act simultaneously on several anatomically and functionally

distinct body zones under predefined conditions. This requires a device architecture fundamentally different from classical single-point generators: multiple independent radiation channels must be organized within the same frequency range, with the possibility of individually adjusting parameters for each line.

From an engineering perspective, a multichannel MMW device is a modular system comprising a central unit for signal generation and control, a distribution module that routes the radiation to individual channels, and a set of external MMW emitters. The central unit ensures stabilization of frequency and power, formation of specified amplitude and frequency modulation modes, and temporal synchronization of channels. The distribution module allows independent configuration of the number of channels, their intensity and operating mode, thereby providing a basis for flexible programming of MMW acupuncture therapy session schemes.

External generator MMW modules of two main types—“point” and “horn”—play a key role. Point-type modules have a small exposure area (on the order of 0.25 cm²) and are intended for targeted stimulation of BAP in strictly localized regions. Horn-type modules act on a larger zone (approximately 7 cm²) and are used to irradiate skin projections of organs, Zakharyin—Ged zones and regions of large joints. This combination allows a single device to implement both point-wise and zonal MMW acupuncture modes without changing the basic hardware configuration.

The architecture of multichannel systems of the “RAMED-EXPERT” series illustrates the practical implementation of these principles [2, 19]. These devices provide up to 12 independent channels: eight channels for BAP and four for skin projections of organs. Paired zones are addressed using two point-type modules, which ensures symmetrical placement of emitters, whereas for organ projections a single horn-type module per target zone is sufficient. This configuration simplifies the selection of emitter placement schemes and facilitates the standardization of treatment protocols.

Operational experience and the results of technical and clinical testing indicate that multichannel architecture increases the efficiency of MMW equipment by enabling multipoint exposure schemes within a single procedure. Various device modifications (e.g., “RAMED-EXPERT-09”

and “RAMED-EXPERT–12”) demonstrate an evolution from simpler configurations toward instruments with an extended number of channels and more advanced control systems, which broadens the range of clinical applications and simplifies the integration of MMW therapy into standard diagnostic and treatment pathways. The visual representation of design solutions (Figures 7–10) reflects the main variants of generator block and external MMW emitter layouts, as well as the evolution from simpler to more complex multichannel MMW configurations. This not only describes the technical characteristics of the devices, but also establishes a common language for developing and comparing MMW acupuncture therapy protocols in clinical practice.

Figures 7–10 present various models of devices for MMW acupuncture therapy.

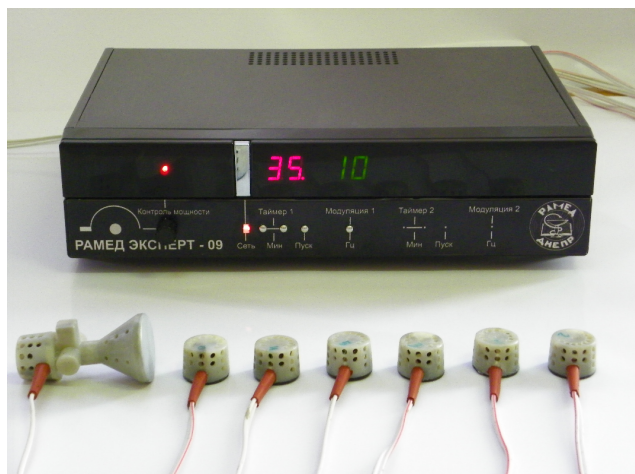


Fig. 7. Unit for EHF-SLI-puncture therapy “RAMED EXPERT – B – 07”



Fig. 8. Unit for EHF-SLI-puncture therapy “RAMED-EXPERT – B – 12”



Fig. 9. Unit for EHF-SLI-puncture therapy “RAMED-EXPERT – 09”



Fig. 10. Unit for EHF-SLI-puncture therapy “RAMED-EXPERT – 12”

Multichannel Low-Intensity MMW Exposure at BAP as an Instrument of Systemic Regulation. Low-intensity MMW exposure at BAP at biologically active resonant frequencies has traditionally been implemented as pointwise, single-frequency stimulation primarily aimed at local effects such as analgesia, anti-inflammatory action and improvement of microcirculation. Within the framework of the MFM of the organism, however, this approach is inherently incomplete: a functional disturbance is never confined to a single organ or an isolated MFS, but unfolds as a cascade of changes within integrated neurohumoral and microcirculatory circuits [40; 41]. Each organ is embedded in a network of MFS interconnected via innervation, lymphatic drainage, blood flow and shared regulatory systems (CNS, ANS, endocrine and immune systems).

Consequently, purposeful modification of adaptive responses requires simultaneous targeted action on several interrelated MFS rather than on a single BAP or a single organ projection.

Experimental data on the effects of electromagnetic radiation on organogenesis, obtained in a series of studies summarized in our monograph [39], are of particular importance in this context. These investigations demonstrated that controlled exposure to low-intensity electromagnetic fields can modify critical stages in the formation and differentiation of organ primordia, including the vascular bed, nervous system and endocrine system, without inducing gross morphological damage [39; 41]. Such findings conceptually support the view of MFS as regulatory modules sensitive to biophysical stimuli and provide a logical rationale for the use of low-intensity MMW signals for selective neuromodulation and correction of adaptive circuits in the adult organism [40].

From this perspective, next-generation multichannel MMW systems of the “RAMED-EXPERT” series differ fundamentally from classical single-channel devices. These multichannel MMW acupuncture units provide synchronous stimulation of a set of BAP together with one of the active zones (Zakharyin–Ged zones, organ projections, large joints), thereby simultaneously engaging several regulatory “nodes” such as the MFS of the heart (**C**), vessels (**Mc**), lymphatic drainage (**Ly**), and the neuroendocrine cluster (**Nd–Tr**), among others. In terms of the MFM, this means that during a single session several regulatory circuits are activated and coordinated, each represented by at least a pair consisting of a BAP and the corresponding organ projection, with subsequent redistribution of functional load among them. This multidimensional mode of exposure is much closer to physiological schemes of systemic regulation, in which any local function is maintained by the concerted operation of neural, endocrine, immune and vascular MFS [42].

The key biophysical rationale for the multichannel approach rests on the concept of biological membranes and MFS as multiresonant adaptive filters in the MMW range [43; 44]. Contemporary data indicate that membranes and associated protein complexes exhibit a frequency-selective response to electromagnetic fields in the gigahertz range, accompanied by changes in ion channel activity and transmembrane processes [41; 43; 44]. In this analogy, each BAP representation of

an MFS acts as the input to a high-Q filter whose parameters (Q-factor, set of modes, excitation threshold) depend on the current morphofunctional state, which is consistent with the notion of resonant sensitivity of membranous structures to low-intensity MMW exposure [43; 44].

Single-channel MMW exposure, even when precisely tuned in frequency, inevitably runs the risk of missing the individual resonance spectrum of a given patient or activating only a fragment of the relevant regulatory subnet. In contrast, multichannel exposure—both in space (simultaneous stimulation of several BAP corresponding to different MFS) and in frequency (several narrowly tuned channels or adaptive scanning around the biologically active resonant frequency)—is inherently better aligned with the multiresonant nature of membranes and enables more refined, selective neuromodulation within an entire cluster of MFS [41; 43].

Clinically, this translates into a qualitative shift in the aims and architecture of therapeutic protocols. Whereas single-channel techniques are predominantly focused on alleviating a local symptom or modulating a single dominant function (e.g., pain), multichannel MMW systems implement a strategy of systemic correction of adaptive circuits [40–42]. Concurrent stimulation of the MFS of a target organ and its regulatory “envelope” (innervation, microcirculation, lymphatic drainage) makes it possible not only to reduce local strain but also to restore disrupted connections within the MFS network. Acting on several interconnected MFS (for example, **C–Mc–P–Ly** or **Nd–Tr–Ly–C**) provides synchronous correction of the cardiorespiratory, vascular, lymphatic and neuroendocrine components, thereby accelerating the transition from a state of decompensation to a stable functional equilibrium [41]. The possibility of individually selecting combinations of BAP and frequencies opens the way to “calibrated” treatment schemes tailored to the patient’s morphofunctional profile as determined by BEP-diagnostics and clinical assessment [41; 42].

A representative example is provided by multichannel systems of the “RAMED-EXPERT-12” type [2; 19], which allow simultaneous action on four MFS and, accordingly, on four coordinating circuits. In this mode, MMW therapy ceases to be a local physiotherapeutic procedure and becomes an instrument of controlled adaptation: in real time, functional load can be redistributed between

regulatory circuits, overloaded links (for example, lymphatic or neuroendocrine) can be selectively unloaded, and less active segments of the respective circuits can be reinforced. From the standpoint of the MFM of the organism, this corresponds to a transition from a state of chaotic, decentralized compensation to a more ordered, energetically economical regime with an increased adaptive reserve.

The most promising direction for further development of multichannel low-intensity MMW exposure at BAP is its integration into a closed-loop “model—diagnostics—intervention—reassessment” framework, in which:

— the MFM of the organism defines the map of MFS and their interconnections;

— BEP-diagnostics provides a quantitative assessment of MFS tension and reactivity (via **G** and **B** parameters at BAP); multichannel MMW intervention implements targeted correction of a selected mini-cluster of MFS;

— repeated BEP assessment documents the degree of restored connectivity and reduction of adaptive strain [41].

In this configuration, multichannel MMW systems function not merely as tools for “enhancing the reserves” of individual MFS, but as key functional modules of systemic neuromodulation that support a shift from symptomatic treatment to active management of homeostasis and functional stability of the organism [41; 42].

Bibliography

- Pilipenko OV, Yatsunenko AG, Griniuk VA, Kamkov VP. Puncture electrographic express-diagnostics of functional state of human organism. Kyiv : Institute of Technical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine and National Space Agency of Ukraine; 2007. 238 p.
- Pilipenko OV, Yatsunenko AG, Griniuk VA, Kamkov VP. Bio-Resonant Information-puncture therapy using electromagnetic waves. Kyiv : Institute of Technical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine and National Space Agency of Ukraine; 2007. 248 p.
- Yadav R, Prasad D, Singh D, et al. Revolutionizing personalized medicine: synergy with multi-omics data. *Frontiers in Genetics*. 2024;15:1278938. DOI: 10.3389/fgene.2024.1278938
- Chew D, Foster D, Vilar S, et al. Perspectives on computational modeling of biological systems and precision medicine. *Bioinformatics Advances*. 2024;4(1):vbae090. DOI: 10.1093/bioadv/vbae090
- Vallée A, et al. Digital twins for personalized medicine require patient-specific data integration. *JMIR Publications*. 2025 Aug 4. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12365566/>
- Schoenwolf GC, Bleyl SB, Brauer PR, Francis-West PH. *Larsen's Human Embryology*. 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2021.
- Alberts B, et al. *Molecular Biology of the Cell*. 6th ed. New York : Garland Science; 2015.
- Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. *Clinically Oriented Anatomy*. 8th ed. Philadelphia : Wolters Kluwer; 2018.
- Hall JE. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*. 14th ed. Philadelphia : Elsevier; 2021.
- Shang C. Prospective tests on biological models of acupuncture. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2009;6(1):11–17. DOI: 10.1093/ecam/nem072
- Yip HF, et al. Large language models in integrative medicine. *J Evid Based Med*. 2025;18(2):e70031. DOI: 10.1111/jebm.70031
- Zhou MC, et al. Progress and challenges in integrated traditional Chinese and western medicine. *Front Pharmacol*. 2024;15:1425940. DOI: 10.3389/fphar.2024.1425940
- Qiao L, et al. The evolution of systems biology and systems medicine. *Annu Rev Biomed Eng*. 2025;27:65–89. DOI: 10.1146/annurev-bioeng-102723-065309
- Ellington C, Xing EP, et al. Contextualized modeling for personalized cancer care. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2025;122(18):e2025695118.
- Khrushchov GK, Brodsky VYa. Morphofunctional units in organ microanatomy: From tissue modules to functional circles. *J Morphology*. 2021;32(2):107–121.
- de Bono B, Grenon P, Hunter P. Functional tissue units and their primary tissue motifs in multi scale physiology. *PLoS One*. 2013;8(8):e67644. DOI: 10.1371/journal.pone.0067644
- Voll R. Electroacupuncture and drug testing (Elektroakupunktur und Medikamententestung). *Zeitschrift für Spagyrik*. 1960;(2).
- Shang C. Electrophysiology of growth control and acupuncture. *Life Sci*. 2001;68(12):1333–1342. DOI: 10.1016/S0024-3205(00)01032-8
- Yatsunenko S, Yatsunenko A, Oliynyk S, Yi KH. Biophysical mechanisms and clinical potential of millimeter wave therapy in aesthetic medicine. *J Craniofac Surg Open*. 2025;3:e0052. DOI: 10.1097/SC9.000000000000052
- Balagué N, Hristovski R, Almarcha M, Garcia Retortillo S, Ivanov PCh. Network physiology of exercise: vision and perspectives. *Front Physiol*. 2020;11:611550. DOI: 10.3389/fphys.2020.611550
- Domingo-Fernández D, et al. Multimodal mechanistic signatures for neurodegenerative diseases (NeuroMMSig). *Bioinformatics*. 2017;33(22):3679–3686. DOI: 10.1093/bioinformatics/btx399
- Ahn AC, Wu J, Badger GJ, Hammerschlag R, Langevin HM. Electrical properties of acupuncture points and meridians: A systematic review. *Bioelectromagnetics*. 2008;29(4):245–256. DOI: 10.1002/bem.20403
- Gao H, Li S, Li M, et al. The autonomic nervous system: A potential link to the efficacy of acupuncture. *Front Neurosci*. 2022;16:1038945. DOI: 10.3389/fnins.2022.1038945
- Zhang Y, Wang X, Liu J, et al. Impact of exhaustive exercise on autonomic nervous system activity. *Front Physiol*. 2024;15:1462082. DOI: 10.3389/fphys.2024.1462082
- Li S, Zhang B. Bridging the traditional Chinese medicine pattern classification and disease diagnosis with systems biology. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2013;2013:798502. DOI: 10.1155/2013/798502
- Kostylev S, Yatsunenko S, Yatsunenko A. New technology of in vivo monitoring of functional state of organs and systems of human body. *Proc IRPS*. Los Angeles; 2012.
- Kostylev S, Kamkov V, Grinyuk V, Yatsunenko S, Yatsunenko A. New non-invasive medical technology for express-diagnostics and extra high frequency therapy. *Thessaloniki, Greece*; 2013. PB180.
- Zhang J, Wu F, Wang T, Liu Z, Xu Y, Chen Y, et al. Power spectrum features of acupoint bioelectricity signal. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2021;2021:7552510. DOI: 10.1155/2021/7552510
- Vallée A, et al. Digital twins for personalized medicine require epidemiological and mathematical modeling. *J Med Internet Res*. 2025;27(8):e72411. DOI: 10.2196/72411
- Kim J, Park J, et al. Screening test on metabolic syndrome using electro interstitial scan (EIS): A noninvasive bioimpedance-based approach. *J Int Med Res*. 2020;48(9):300060520951234. DOI: 10.1177/0300060520951234
- Chung MC, Hsu MC, Chen YH, Lin JG, Chang SL, et al. Meridian energy analysis may predict the prognosis of patients with advanced cancer. *Integr Cancer Ther*. 2023;22:15347354231157210. DOI: 10.1177/15347354231157210

32. Pilipenko OV, Yatsunenko AG, Griniuk VA, Zabolotny PI. Physics and engineering of microwaves, millimeter, and submillimeter waves. MSMW 04. The Fifth International Kharkov Symposium; 2004.
33. Demirel Y. Bioengineering thermodynamics of biological cells. *Biophys Rev.* 2015;7(4):453–475. DOI: 10.1007/s12551-015-0175-5
34. Kyle UG, Earthman CP, Mathieu M, Czernichow S, Dwyer GB, Kehayias JJ. Bioimpedance basics and phase angle fundamentals. *Eur J Clin Nutr.* 2023;77(2):377–388. DOI: 10.1038/s41430-022-01175-0
35. Langevin HM, Yandow JA. Relationship of acupuncture points and meridians to connective tissue planes. *Anat Rec.* 2002;269(6):257–265. DOI: 10.1002/ar.10185
36. Li H, et al. Anatomical evidence of acupuncture meridians in the human body. *Sci Rep.* 2019;9:19225. DOI: 10.1038/s41598-019-53802-3
37. Grimnes S, Martinsen ØG. Bioimpedance and bioelectricity basics. 3rd ed. Oxford: Academic Press; 2015.
38. McLennan R, Dyson L, Prather KW, Morrison JA, Baker RE, Maini PK, Kulesa PM. Multiscale mechanisms of cell migration during development: theory and experiment. *Development.* 2012;139(16):2935–2944. DOI: 10.1242/dev.081471
39. Kosharny VV, Shatornaya VF, Yatsunenko AG, Drobakhin OO, Ryabchik VD. Influence of electromagnetic radiation on organogenesis: monograph. Dnipro: Adverta; 2011. 235 p.
40. Wang H, Zhang Y, Liu J, et al. Millimeter waves in medical applications: status and prospects. *Intelligent Medicine.* 2024. Advance online publication. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.imed.2023.07.002>
41. Marino AA, Becker RO. The interaction between electromagnetic fields at megahertz–gigahertz frequencies and cell membranes. *J R Soc Interface.* 2017;14(137):20170585. DOI: 10.1098/rsif.2017.0585
42. Rojas-Vega M, Vázquez-González M, González-Roldán N, et al. Biological effects of millimetric waves: considerations on the mechanisms. *Biomed J Sci & Tech Res.* 2023;49(1):38966–38976. DOI: 10.26717/BJSTR.2023.49.007724
43. Jing R, Jiang Z, Tang X. Advances in millimeter-wave treatment and its biological effects development. *Int J Mol Sci.* 2024;25(16):8638. DOI: 10.3390/ijms25168638
44. Zhang X, Liu C, Cheng Y, Li Z, Xu C, Huang C, Zhan Y, Bo W, Xia J, Xu W. A comprehensive survey of research trends in mmWave technologies for medical applications. *Sensors.* 2025;25(12):3706. DOI: 10.3390/s25123706
45. Cannon WB. The wisdom of the body. New York: W.W. Norton & Company; 1932.
46. De Ninno A, Pregnolato M. Electromagnetic homeostasis and the role of low-amplitude electromagnetic fields on life organization. *Electromagn Biol Med.* 2017;36(2):115–122. DOI: 10.1080/15368378.2016.1194293
47. Limansky YP, Samosyuk IZ. Conception of the electromagnetic homeostasis and its bases. *Reflexotherapy.* 2003;2(5):2–14.
48. Popp FA, Nagl W, Li KH, Scholz W, Weingärtner O, Wolf R. Biophoton emission – new evidence for coherence and DNA as source. *Cell Biophys.* 1984;6(1):33–52. DOI: 10.1007/BF02788579
49. Fröhlich H. Long-range coherence and energy storage in biological systems. *Int J Quantum Chem.* 1968;2(5):641–649. DOI: 10.1002/qua.560020505
50. Bersani F, Marinelli F, Lupo S, Santini MT, Luongo L, Genovese A, et al. Electromagnetic homeostasis and the role of low-amplitude electromagnetic fields on life organization. *Electromagn Biol Med.* 2017;36(2):115–122. DOI: 10.1080/15368378.2016.1194293
51. Popp FA. Properties of biophotons and their theoretical implications. *Indian J Exp Biol.* 2003;41(5):391–402.
52. Albrecht-Buehler G. Cellular infrared detector appears to be contained in the centrosome. *Cell Motil Cytoskeleton.* 1994;27(3):262–271. DOI: 10.1002/cm.970270307
53. Pakhomov AG, Akyel Y, Pakhomova ON, Stuck BE, Murphy MR. Current state and implications of research on biological effects of millimeter waves: a review of the literature. *Bioelectromagnetics.* 1998;19(7):393–413. DOI: 10.1002/(SICI)1521-186X(1998)19:7<393::AID-EM1>3.0.CO;2-X
54. Cooper GM. The Cell: A Molecular Approach. 2nd ed. Sunderland (MA): Sinauer Associates; 2000. Heredity, Genes, and DNA. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9944/>
55. Chen J, Qiu H, Huang T, et al. Molecular mechanisms of exercise contributing to tissue regeneration. *Signal Transduct Target Ther.* 2022;7(1):383. DOI: 10.1038/s41392-022-01233-2
56. Jacques SL. Optical properties of biological tissues: a review. *Phys Med Biol.* 2013;58(11):R37–R61. DOI: 10.1088/0031-9155/58/11/R37
57. Caterina MJ. Transient receptor potential ion channels as participants in thermosensation and thermoregulation. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2007;292(1):R64–R76. DOI: 10.1152/ajpregu.00446.2006
58. Romanenko S, Begley R, Harvey AR, Hool L, Wallace VP. The interaction between electromagnetic fields at megahertz, gigahertz and terahertz frequencies with cells, tissues and organisms: risks and potential. *J R Soc Interface.* 2017;14(137):20170585. DOI: 10.1098/rsif.2017.0585
59. Beneduci A, Cosentino K, Chidichimo G. Millimeter wave radiations affect membrane hydration in phosphatidylcholine vesicles. *Materials.* 2013;6(7):2701–2712. DOI: 10.3390/ma6072701
60. Dominelli PB, Sheel AW. The oxygen cascade during exercise in health and disease. *Compr Physiol.* 2021;11(2):1357–1388. DOI: 10.1002/cphy.c190041. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8026750/>
61. Wan HY, Bunsawat K, Amann M. Autonomic cardiovascular control during exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2023;325(4):H675–H686. DOI: 10.1152/ajpheart.00303.2023. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10659323/>
62. Benarroch EE. How does homeostasis happen? Integrative physiological, systems, and clinical insights. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2019;316(3):R301–R317. DOI: 10.1152/ajpregu.00396.2018. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6483214>
63. Jänic W. The Integrative Action of the Autonomic Nervous System: Neurobiology of Homeostasis. Cambridge: Cambridge University Press; 2006.
64. Joyner MJ, Casey DP. Regulation of increased blood flow (hyperemia) to muscles during exercise: a hierarchy of competing physiological needs. *Physiol Rev.* 2015;95(2):549–601. DOI: 10.1152/physrev.00035.2013. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4551211/>

ORCID 0009-0004-9149-3089, sergey.yatsunenko@arsnovo.pl
 ORCID 0009-0003-9956-7735, anatolii.iatsunenko@arsnovo.pl
 ORCID 0009-0007-5612-7640

Дата першого надходження статті до видання: 10.01.2026
 Дата прийняття статті до друку після рецензування: 06.02.2026
 Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Психофізіологічні профілі сумісності акробатичних пар: регуляторні маркери варіативності та прогнозування

УДК 796.417.2-052.22:612.821(045)

С. Д. Максимов, Ю. А. Максимова

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. У парно-групових видах спорту, зокрема у спортивній акробатиці, результативність змагальної діяльності значною мірою визначається якістю спільної діяльності партнерів, що характеризується жорсткою просторово-часовою взаємозалежністю дій. Попри доведену роль психологічних чинників, наявні дані свідчать про обмеженість суто соціально-психологічного підходу для пояснення відмінностей у надійності виконання. У зв'язку з цим актуальним є психофізіологічний аналіз регуляторних механізмів сумісності. *Мета.* Виявити відмінності психофізіологічних профілів сумісності акробатичних пар у спортивній акробатиці та охарактеризувати регуляторні стратегії спільної діяльності партнерів на основі аналізу нейродинамічних і сенсомоторних показників. *Методи.* У дослідженні взяли участь 30 акробатичних пар віком 9–16 років зі стажем спільної підготовки не менше трьох років. Типологічний розподіл пар на функціонально орієнтовані (ФО), комплексно сумісні (КС) та емоційно орієнтовані (ЕО) здійснювали на основі показників технічної спрацьованості та емоційно-виразної сумісності. Психофізіологічне обстеження проводили з використанням комплексу «Діагност-1» із оцінкою внутрішньоіндивідуальної варіативності часу реакції (CV RT IIV), параметрів реакції на рухомий об'єкт та показників серійної моторної діяльності (теппінг-тест). Дані подано як Me [IQR]; аналіз мав типологічно-описовий характер. *Результати.* Виявлено, що типи сумісності диференціюються насамперед за регуляторними характеристиками. ФО-пари характеризувалися найвищою стабільністю сенсомоторного контролю, низькою варіативністю часу реакції та домінуванням випереджувальної регуляторної стратегії. КС-пари демонстрували збалансоване поєднання стабільності та гнучкості регуляції, найнижчу варіативність серійного темпу та мінімальне його зниження в динаміці. Для ЕО-пар характерними були підвищена варіативність сенсомоторних і ритмічних показників, домінування реактивної стратегії та зниження точності регуляції. Сумісність у спортивній акробатиці доцільно розглядати як багаторівневу функціональну характеристику, ключовим компонентом якої є регуляторна надійність сенсомоторної та серійної моторної діяльності. Отримані результати обґрунтовують можливість диференційованого психофізіологічного супроводу акробатичних пар з урахуванням типу сумісності.

Ключові слова: акробатика, сумісність партнерів, психофізіологічні профілі, внутрішньоіндивідуальна варіативність.

Psychophysiological profiles of compatibility in acrobatic pairs: regulatory markers of variability and prediction*S. D. Maksymov, Yu. A. Maksymova*

National University of Physical Education and Sport of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. In paired and group sports, particularly in sports acrobatics, competitive performance is largely determined by the quality of partners' joint activity, which is characterized by rigid spatiotemporal interdependence of actions. Despite the well-established role of psychological factors, existing evidence indicates the limitations of a purely social-psychological approach in explaining differences in performance reliability. In this regard, a psychophysiological analysis of regulatory mechanisms of compatibility is of particular relevance. *Objective.* The purpose of the study was to identify differences in psychophysiological compatibility profiles of acrobatic pairs and to characterize regulatory strategies of partners' joint activity based on the analysis of neurodynamic and sensorimotor indicators. *Methods.* The study involved 30 acrobatic pairs aged 9–16 years with at least three years of joint training experience. Pairs were typologically classified as functionally oriented (FO), complexly compatible (CC), or emotionally oriented (EO) based on indicators of technical coordination and emotional-expressive compatibility. Psychophysiological assessment was conducted using the "Diagnost-1" system, including measures of intra-individual reaction time variability (CV RT IIV), reaction to a moving object parameters, and indices of serial motor activity (tapping test). Data are presented as Me [IQR]; the analysis was typological and descriptive in nature. *Results.* Compatibility types were differentiated primarily by regulatory characteristics. FO pairs demonstrated the highest stability of sensorimotor control, low reaction time variability, and predominance of an anticipatory regulatory strategy. CC pairs showed a balanced combination of regulatory stability and flexibility, the lowest variability of serial tempo, and minimal decline in tempo dynamics. EO pairs were characterized by increased variability of sensorimotor and rhythmic indicators, dominance of a reactive regulatory strategy, and reduced regulatory accuracy. *Conclusions.* Compatibility in sports acrobatics should be considered a multilevel functional characteristic, the key component of which is regulatory reliability of sensorimotor and serial motor activity. The obtained results substantiate the feasibility of differentiated psychophysiological support for acrobatic pairs depending on their compatibility type. **Keywords:** acrobatics, partner compatibility, psychophysiological profiles, sensorimotor regulation, intra-individual variability.

Постановка проблеми. Результативність змагальної діяльності у парно-групових видах спорту значною мірою визначається якістю спільної діяльності спортсменів, що характеризується жорсткою просторово-часовою взаємозалежністю дій. За таких умов навіть незначні порушення узгодженості можуть призводити до зниження надійності виконання або зриву всієї композиції. Спільна діяльність у цьому контексті розглядається як цілісна функціональна система, ефективність якої формується через координацію, синхронізацію та стабільність взаємодії партнерів [2; 12; 15; 23; 31].

У межах сучасних теоретичних підходів (joint action, interpersonal coordination) узгодженість дій розглядається як динамічний процес, що формується безпосередньо під час виконання рухових завдань і підтримується за рахунок взаємної адаптації партнерів, регуляції темпу, ритму та часових параметрів рухів у змінних

умовах діяльності [23; 30]. Особливої значущості ці механізми набувають у парних дисциплінах, де компенсація помилок є обмеженою, а стабільність взаємодії визначає надійність і тривалість спортивної кар'єри [12; 32].

У спортивній акробатиці проблема сумісності є особливо актуальною у зв'язку з поєднанням високої технічної складності, серійного характеру виконання та підвищеного ризику. Спільна діяльність партнерів передбачає жорстку просторово-часову координацію, рольову диференціацію та необхідність підтримання стабільності виконання в умовах значних фізичних і психічних навантажень [4; 21]. Показано, що психологічні характеристики, міжособистісні стосунки та емоційна узгодженість істотно впливають на спрацьованість партнерів і надійність змагальної діяльності [3; 9].

Водночас сумісність спортсменів у більшості досліджень розглядається переважно

у соціально-психологічному вимірі з акцентом на мотиваційні характеристики, довіру, рольову взаємодію та психологічний клімат у парі або команді [1; 2]. Такий підхід є методологічно обґрунтованим, проте не завжди дозволяє пояснити відмінності у надійності виконання спільних дій за однаково сприятливих психологічних умов, що вказує на наявність додаткових регуляторних чинників [12].

На думку низки авторів, узгодженість спільної діяльності забезпечується не лише на рівні міжособистісної взаємодії, а й насамперед на рівні регуляторних процесів центральної нервової системи. У межах психофізіологічного підходу ефективність спільної діяльності визначається властивостями нервових процесів, сенсомоторною організацією рухів і здатністю до підтримання стабільної регуляції в складних і динамічних умовах [5; 7; 12].

Для серійних рухових завдань вирішальне значення має не максимальна швидкість реакцій, а їх стабільність і відтворюваність у часі, що забезпечують надійність виконання та узгодженість дій партнерів [16]. У сучасних дослідженнях об'єктивна оцінка сумісності в парно-групових видах спорту дедалі частіше пов'язується з аналізом регуляторних маркерів — внутрішньоіндивідуальної варіативності часу реакції та параметрів серійної моторної діяльності, які відображають стабільність сенсомоторного контролю та потенціал до узгодження дій із партнером [12; 26; 28].

Попри значний обсяг досліджень, більшість із них зосереджена або на психологічних характеристиках взаємодії, або на аналізі індивідуальних психофізіологічних показників без урахування їх інтеграції в умовах парної діяльності. Це зумовлює актуальність дослідження психофізіологічних профілів сумісності спортсменів у спортивній акробатиці з урахуванням регуляторних механізмів спільної діяльності.

Мета дослідження. Виявити відмінності психофізіологічних профілів сумісності акробатичних пар у спортивній акробатиці та охарактеризувати регуляторні стратегії спільної діяльності партнерів на основі аналізу нейродинамічних і сенсомоторних показників.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати наукові підходи до вивчення спільної діяльності та сумісності спортсменів у парно-групових видах спорту в психологічному та психофізіологічному аспектах.

2. Визначити психофізіологічні характеристики спортсменів спортивної акробатики за показниками нейродинамічних і сенсомоторних функцій у контексті спільної діяльності.

3. Виявити відмінності регуляторних профілів спортсменів різних типів сумісності на основі аналізу стабільності та варіативності сенсомоторних реакцій і серійної моторики.

4. Охарактеризувати регуляторні стратегії спільної діяльності партнерів у спортивній акробатиці з урахуванням особливостей психофізіологічних профілів сумісності.

Методи дослідження. У дослідженні взяли участь 30 акробатичних складів (пар) віком 9–16 років, які мали не менше трьох років спільної підготовки та спортивну кваліфікацію від 1-го розряду до кандидата в майстри спорту. Для комплексної оцінки сумісності акробатичних пар була застосована модель «технічна спрацьованість Ч емоційно-виразна сумісність», що дозволило одночасно врахувати рухову узгодженість та емоційно-артистичну цілісність акробатичного складу. Типологічний розподіл пар на функціонально орієнтовані (ФО), емоційно орієнтовані (ЕО), комплексно сумісні (КС) та з низькою сумісністю (НС) здійснювали на основі статистично значущих відмінностей показників технічної спрацьованості (стабілографія, біомеханіка) та емоційно-виразної сумісності. Отримана типологія відображає стійкі моделі партнерської взаємодії, що формуються в процесі багаторічної підготовки та поєднують технічний досвід, емоційну узгодженість і особливості регуляції спільної діяльності. Подальший аналіз психофізіологічних показників у сформованих типах мав профільно-описовий характер (медіана, квартилі) і використовувався для інтерпретації регуляторних стратегій кожного типу.

Психофізіологічне обстеження спортсменів проводилося з використанням апаратно-програмного комплексу «Діагност-1», який дозволяє оцінювати нейродинамічні та сенсомоторні характеристики діяльності. Аналіз включав показники простої та складної зорово-моторної реакції, реакції на рухомий об'єкт, а також параметри серійної моторної діяльності за результатами теппінг-тесту. Основну увагу приділяли оцінці регуляторної стабільності, зокрема внутрішньоіндивідуальній варіативності часу реакції (RT IIV), яку визначали за коефіцієнтом варіації (CV), а також варіативності темпу серійних

рухів. Показник ΔT у теппінг-тесті розраховували як різницю між початковими та кінцевими інтервалами серії, що дозволяло оцінити динаміку темпу в процесі виконання завдання, тоді як CV темпу (%) відображав стабільність серійної моторної регуляції.

Подальший аналіз психофізіологічних показників здійснювався в межах сформованих типів сумісності з метою характеристики регуляторних профілів спільної діяльності партнерів. Пари з низьким рівнем сумісності не включалися до групового порівняльного аналізу у зв'язку з відсутністю усталеної регуляторної стратегії та високою варіативністю показників, що ускладнює їх інтерпретацію в рамках типологічного підходу. Дослідження мало типологічно-описовий дизайн і не передбачало інферентного статистичного порівняння психофізіологічних показників між групами; інтерпретація результатів ґрунтувалася на виявленні характерних поєднань нейродинамічних, сенсомоторних і регуляторних параметрів, притаманних кожному типу акробатичних складів.

Результати дослідження та їх обговорення. Регуляторний рівень психофізіологічного забезпечення діяльності оцінювали за показниками внутрішньоіндивідуальної варіативності часу реакції (CV, RT IIV), параметрами реакції на рухомий об'єкт та характеристиками теппінг-тесту, що відображають стабільність і динаміку серійної моторної діяльності (табл. 1).

Аналіз внутрішньоіндивідуальної варіативності часу реакції (CV RT IIV) простої зорово-моторної реакції виявив міжгрупові відмінності у стабільності сенсомоторного контролю. Функціонально орієнтована група характеризувалася найнижчими значеннями CV, що свідчить про високу однорідність реакцій і стабільну регуляцію в умовах серійного виконання. У комплексно сумісній групі варіативність мала помірний характер, тоді як в емоційно орієнтованій групі

відзначалося зростання флуктуацій часу реакції.

За умов ускладнення сенсомоторного завдання (складна зорово-моторна реакція вибору) міжгрупові відмінності посилювалися. Найвища стабільність регуляції зберігалася у функціонально орієнтованій групі, у комплексно сумісній групі — на достатньому рівні, тоді як в емоційно орієнтованій групі виявлено виражене підвищення внутрішньоіндивідуальної варіативності, що відображає зниження стійкості регуляторних механізмів за підвищеного когнітивного навантаження.

Параметри реакції на рухомий об'єкт підтвердили відмінності у точності сенсомоторної регуляції. Функціонально орієнтовані спортсмени демонстрували найменші абсолютні відхилення, комплексно сумісні — помірні значення, тоді як в емоційно орієнтованій групі зафіксовано істотне зростання похибки регуляції.

Аналіз співвідношення реакцій випередження та запізнювання (Квип/зап) засвідчив наявність різних регуляторних моделей. Для функціонально орієнтованої групи характерне домінування випереджувальних реакцій, для комплексно сумісної — відносно збалансоване співвідношення, тоді як в емоційно орієнтованій групі переважали реакції запізнювання.

Показники серійної моторної діяльності за даними теппінг-тесту також диференціювали досліджувані групи, проте їх розподіл не повністю збігався з характеристиками сенсомоторних реакцій. Найнижча внутрішньоіндивідуальна варіативність темпу спостерігалася у комплексно сумісній групі, тоді як у функціонально та емоційно орієнтованих спортсменів вона була більш вираженою.

Індекс динаміки темпу (ΔT) продемонстрував типоспецифічні відмінності регуляції серійної моторної діяльності. Найменше зниження темпу та найвужчий інтерквартильний діапазон між Q1 та Q3 зафіксовано у комплексно

ТАБЛИЦЯ 1 — Регуляторні показники сенсомоторної та серійної моторної діяльності акробатів різних типів сумісності (Me [Q1; Q3])

Показник	КС (n = 14)	ФО (n = 20)	ЕО (n = 16)
CV RT IIV (ПЗМР), %	21,75 [18,75; 21,0]	19,0 [18,25; 20,0]	22,5 [22,0; 23,75]
CV RT IIV (СЗМР, 2 з 3), %	18,5 [17,25; 19,0]	17,5 [17,0; 19,0]	28,0 [18,75; 28,0]
Середнє абсолютне відхилення РРО, мс	30,4 [25,2; 34,6]	27,8 [22,5; 31,0]	63,2 [55,5; 85,7]
Коефіцієнт випередження/запізнювання (Квип/зап)	1,01 [0,85; 1,05]	1,50 [1,40; 1,60]	0,80 [0,60; 0,90]
CV темпу серійних рухів, % (теппінг-тест)	7,58 [5,85; 12,77]	8,93 [8,16; 9,89]	9,37 [8,60; 9,84]
Індекс динаміки темпу (ΔT), мс (теппінг-тест)	-2,0 [-3,5; -1,5]	-4,5 [-5,69; -2,75]	-5,5 [-5,75; -5,0]

сумісній групі. У функціонально орієнтованій групі спостерігалось більш виражене зниження темпу з підвищеною міжіндивідуальною варіативністю, тоді як в емоційно орієнтованій групі відзначалося максимальне зниження темпу при відносно однорідному розподілі значень.

Таким чином, регуляторний рівень диференціює групи акробатів насамперед за стабільністю, точністю та організацією сенсомоторної і серійної моторної регуляції, а не за швидкісними характеристиками як такими.

Отримані результати підтверджують ключове положення сучасної психофізіології спорту про те, що ефективність складної рухової діяльності, особливо в умовах жорсткої просторово-часової взаємозалежності дій, визначається насамперед стабільністю регуляторних процесів, а не середніми швидкісними показниками як такими. У цьому контексті внутрішньоіндивідуальна варіативність часу реакції (RT IIV), точність сенсомоторного прогнозування та характеристики серійної моторної діяльності виступають інформативними маркерами надійності спільної діяльності. Аналогічні висновки наведено в дослідженнях, присвячених аналізу RT IIV, де показано, що її зниження асоціюється з більш ефективним сенсомоторним контролем і кращою організацією діяльності за умов підвищених вимог до точності, узгодженості та повторюваності рухів [16].

Принципово важливо, що виявлені психофізіологічні особливості не інтерпретуються як детермінанти формування типів сумісності, а розглядаються як регуляторні механізми, які забезпечують або, навпаки, обмежують ефективність уже сформованих моделей спільної діяльності, підтверджених об'єктивними технічними показниками. Таким чином, психофізіологічний профіль не створює тип сумісності, але визначає межі його функціональної надійності в умовах тренувальної та змагальної діяльності.

Функціонально орієнтована група (ФО) характеризується найнижчими значеннями коефіцієнта варіації часу реакції як для простої, так і для складної зорово-моторної реакції, а також мінімальними відхиленнями у реакції на рухомий об'єкт. Така конфігурація показників свідчить про високу стабільність і відтворюваність сенсомоторної регуляції, що відповідає уявленням психофізіології спорту про надійну діяльність у видах спорту з високими вимогами до точності та прогнозування рухів [7; 20].

Домінування реакцій випередження у ФО-групі узгоджується з концепцією жорстких, наперед заданих регуляторних стратегій, які є характерними для парних дисциплін із високою просторово-часовою взаємозалежністю дій.

Водночас результати теплінг-тесту виявили так званий «парадокс ФО-групи»: попри мінімальну варіативність сенсомоторних реакцій, варіативність темпу серійних рухів у цих спортсменів не була найнижчою. Подібна розбіжність між стабільністю реакцій і варіативністю рухового ритму узгоджується із сучасними уявленнями про те, що моторна варіативність може мати функціональний характер, відображаючи адаптаційні механізми контролю, а не лише «шум» або дефіцит регуляції [21; 24; 31]. У цьому випадку динаміка темпу інтерпретується як контрольована змінність, допустима за умови збереження точності та прогнозованості дій. Отже, стабільність у ФО-групі реалізується не через монотонність, а через жорстко керовану регуляторну стратегію, що допускає обмежену варіативність на серійному рівні.

Комплексно сумісна група (КС) демонструє інший регуляторний профіль, який характеризується помірними значеннями RT IIV, збалансованим співвідношенням реакцій випередження та запізнювання, а також найнижчими показниками варіативності темпу і мінімальним його зниженням у динаміці. Така конфігурація узгоджується з уявленнями про оптимальне поєднання стабільності та гнучкості регуляції, що розглядається як найбільш сприятлива умова для ефективної спільної діяльності в парно-групових видах спорту [12; 23]. Саме цей тип регуляції, за даними попередніх досліджень, забезпечує високу надійність взаємодії партнерів у змінних і стресових умовах змагальної діяльності, коли необхідне швидке поєднання прогнозування та корекції дій.

Емоційно орієнтована група (ЕО), навпаки, характеризується підвищеною внутрішньоіндивідуальною варіативністю як у сенсомоторних реакціях, так і в показниках серійної моторики, значними відхиленнями у реакції на рухомий об'єкт та переважанням реакцій запізнювання. Таке поєднання ознак узгоджується з уявленнями про динамічні стани автономної регуляції, притаманні емоційно насиченим умовам діяльності, які проявляються у змінності базових фізіологічних параметрів і можуть знижувати стабільність регуляторних процесів [25].

Водночас підвищена варіативність в емоційно чутливих профілях не може розглядатися як прямий еквівалент дефіциту контролю. У сучасних дослідженнях показано, що маркери автономного функціонування системно пов'язані з емоційною регуляцією та її індивідуальними відмінностями [11]. Крім того, дані з досліджень рухової експресивності свідчать, що більш виразні рухи можуть супроводжуватися підсиленням міжособистісного фізіологічного резонансу — феномена, який відображає зростання емоційної залученості та синхронності під час комунікації рухом [27]. У цьому контексті підвищена варіативність ритмічної моторної діяльності в ЕО-групі може відображати реактивну та емоційно залежну регуляторну стратегію, яка потенційно сприяє експресивності, але за умов високого регуляторного навантаження знижує надійність серійного відтворення рухових програм.

Додатково: результати досліджень психофізіологічної реакції на живий перформанс свідчать про вищий рівень емоційної та фізіологічної залученості порівняно з переглядом запису, що підтверджує чутливість фізіологічних маркерів до емоційно-виразного компоненту рухомо-музичних стимулів [17]. Це дозволяє припустити, що в емоційно орієнтованих парах саме емоційний складник може виступати одночасно ресурсом артистичної виразності й фактором регуляторного ризику.

Узагальнюючи результати дослідження та зіставляючи їх із даними наукової літератури, можна стверджувати, що різні типи сумісності в спортивній акробатиці відповідають різним регуляторним стратегіям спільної діяльності: функціонально орієнтований тип реалізує жорстку, випереджальну та стабільну регуляцію; комплексно сумісний тип — оптимально збалансовану модель регуляції; емоційно орієнтований тип — варіативну, реактивну та емоційно чутливу регуляцію.

Таке розуміння узгоджується із сучасними уявленнями про багаторівневу організацію спільної діяльності спортсменів і розширює наявні підходи до аналізу сумісності за рахунок включення регуляторних психофізіологічних маркерів як ключової ланки надійності акробатичних пар.

Важливо зазначити, що виявлені регуляторні профілі не є жорсткими або фіксованими характеристиками спортсменів. Вони відображають

поточний спосіб організації спільної діяльності, який формується під впливом багаторічного тренувального досвіду, специфіки ролей у парі та умов змагальної діяльності. З позицій системної психофізіології такі профілі доцільно розглядати як динамічні конфігурації регуляторних механізмів, здатні змінюватися в процесі цілеспрямованих тренувальних впливів. Це відкриває можливість не лише діагностики типу сумісності, але й керованої модифікації регуляторних стратегій спільної діяльності з урахуванням завдань підготовки, етапу багаторічного вдосконалення та змагального контексту.

Висновки. 1. Встановлено, що типи сумісності в спортивній акробатиці диференціюються насамперед регуляторними маркерами надійності: RT IIV (CV), точністю PPO (середнє відхилення) та параметрами серійної моторики (CV темпу, ΔT), а не середніми значеннями швидкості реакції чи темпу.

2. Функціонально орієнтовані пари характеризуються прогностичною («випереджувальною») регуляцією: найнижчі значення RT IIV і відхилень PPO, з перевагою випередження; водночас у серійній моторній діяльності проявляється контрольована динаміка темпу (більше зниження темпу за ΔT).

3. Комплексно сумісні пари демонструють оптимальний баланс стабільності й гнучкості: помірні значення RT IIV, найбільш стабільний моторний ритм (найнижчий CV темпу) та найменше зниження темпу (ΔT), що створює кращі умови для надійної взаємодії.

4. Емоційно орієнтовані пари мають реактивну регуляторну стратегію: найвищу RT IIV, гіршу точність PPO та переважання запізнювання, що знижує надійність серійної діяльності під регуляторним навантаженням і водночас може бути пов'язано з емоційно-виразною чутливістю рухової організації.

Отримані результати підтверджують доцільність розгляду сумісності в спортивній акробатиці як багаторівневої функціональної характеристики спільної діяльності, ключовим компонентом якої є регуляторна надійність сенсорно-моторної системи.

Внесок у відповідну галузь знань. На відміну від підходів, у яких сумісність спортсменів інтерпретується переважно в соціально-психологічному вимірі, у статті запропоновано психофізіологічно верифіковану модель диференціації типів сумісності за регуляторними маркерами

стабільності, точності та прогнозування серійної діяльності. Уперше показано, що функціонально орієнтований, комплексно сумісний та емоційно орієнтований типи акробатичних пар розрізняються за показниками внутрішньоіндивідуальної варіативності часу реакції (RT IIV/CV), параметрами реакції на рухомий об'єкт і характеристиками серійної моторної регуляції (CV темпу, ΔT), що розширює уявлення про психофізіологічні механізми сумісності та створює основу для типологічно орієнтованої диференціації підготовки акробатичних пар.

Практичні рекомендації для тренувального процесу. Отримані результати свідчать, що ефективність підготовки акробатичних пар має ґрунтуватися не на уніфікованих підходах, а на врахуванні психофізіологічного профілю сумісності спортсменів, зокрема особливостей регуляції сенсомоторної діяльності.

Для функціонально орієнтованих (ФО) пар доцільно зберігати стабільну структуру тренувальних навантажень з акцентом на точність, повторюваність і надійність виконання. Тренувальний процес має орієнтуватися на підтримання вже сформованих прогностичних стратегій і мінімізацію зайвої варіативності, уникаючи надмірного ускладнення умов, що може знижувати стабільність регуляції без додаткового приросту ефективності.

Для комплексно сумісних (КС) пар оптимальним є поєднання завдань на стабільність виконання з елементами варіативності та адаптації. Тренувальні впливи можуть включати контрольовану зміну умов, темпу та емоційного фону з метою збереження балансу між прогнозуванням і корекцією дій. Такий підхід сприяє підтриманню високої надійності техніки за одночасного розвитку гнучкості регуляторних механізмів.

Для емоційно орієнтованих (ЕО) пар доцільно зберігати і цілеспрямовано використовувати їхню високу ритмічну чутливість та емоційну виразність, поєднуючи це з вправами на стабілізацію серійного відтворення рухів. Тренувальний процес має включати завдання на утримання ритмічної структури в умовах повторюваності, відповідальності та психоемоційного напруження, що дозволяє підвищити надійність виконання без втрати артистичного складника.

Загалом, урахування психофізіологічного профілю сумісності дозволяє оптимізувати тренувальний процес не шляхом «вирівнювання» спортсменів, а через цілеспрямоване посилення сильних сторін кожного типу пар при одночасному контролі регуляторних ризиків.

Ці відмінності підтверджують, що регуляторний рівень є самостійною та провідною ланкою психофізіологічного профілю акробатів і відіграє ключову роль у формуванні сумісності в акробатичній парі.

Практична значущість роботи полягає у переході від описового психологічного трактування сумісності до психофізіологічно обґрунтованої моделі, що дозволяє пояснювати відмінності між парами з позицій стабільності, прогнозування та стратегій регуляції рухової діяльності. Це створює підґрунтя для впровадження диференційованих підходів до відбору, комплектування та тренування акробатичних пар.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним є: розширення психофізіологічного профілю за рахунок нейродинамічних показників; включення діадних показників взаємної координації (парна варіативність, синхронізація) для моделювання спільної дії; окреме вивчення складів із низькою сумісністю як **«зони ризику»** з аналізом механізмів дезорганізації спільної діяльності та ефективності цільових тренувальних інтервенцій.

Обмеженням дослідження є відсутність детального аналізу пар з низьким рівнем сумісності. Разом із тим такий підхід є методологічно обґрунтованим, оскільки низька сумісність відображає стан порушеної або нестабільної спільної діяльності, а не сформований тип регуляції. Пари НС ($n = 5$) аналізували індивідуально / поза груповим порівнянням через високу міжіндивідуальну неоднорідність показників (широкі IQR), що унеможлиблює типологічну інтерпретацію. Подальші дослідження доцільно спрямувати на індивідуальний аналіз таких складів з метою вивчення механізмів дезорганізації та шляхів формування ефективної взаємодії.

Подяки. Автор висловлює щирі подяки тренерам та керівникам спортивних шкіл за сприяння у проведенні дослідження, організацію тестування та надані методичні консультації.

Література

1. Войтенко Сергій. Вплив різних типів взаємодії як фактор успішності спільної діяльності спортивних команд. *Актуальні проблеми фізичного виховання та методики спортивного тренування*. 2024;(4):51–66. DOI: <https://doi.org/10.31652/3041-2463/2024-4-5>.
2. Войтенко СМ. Засоби регуляції спільної діяльності спортивних команд: монографія. Вінниця: ВДПУ; 2022. 212 с.
3. Воронова ВІ, Максимов СД, Максимова ЮА. Психофізіологічні властивості як складова сумісності пар в акробатиці. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. 2023;(1):7–14. DOI: <https://doi.org/10.32652/spmed.2023.1.7-14>.
4. Денисенко В, Максимова Ю, Максимов С. Спеціальна фізична підготовка акробатів з урахуванням вимог обраного амплуа (на прикладі нижніх партнерів). *Наука в олімпійському спорті*. 2021;4:84–95. DOI: [10.32652/olympic2021.4_8](https://doi.org/10.32652/olympic2021.4_8).
5. Коробейніков ГВ, Приступа ЄН, Коробейнікова ЛГ, Бріскін ЮЯ. Оцінювання психофізіологічних станів у спорті: монографія. Львів: ЛДУФК; 2013. 312 с.
6. Коробейнікова ЛГ, Коробейніков ГВ, Міщук ДМ, Хасанов ОХ. Особливості прояву психофізіологічних властивостей гандболісток. *Академічні візії*. 2025;(39). DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16896990>.
7. Макаренко МВ, Лизогуб ВС. Максимальний темп рухових реакцій людини та властивості основних нервових процесів. *Фізіологічний журнал*. 2002;48(5):62–66.
8. Макаренко МВ, Лизогуб ВС, Безкопильний ОП. Нейродинамічні властивості спортсменів різної кваліфікації та спеціалізації. *Актуальні проблеми фізичної культури і спорту*. 2004;(3):105–109.
9. Максимов СД, Воронова ВІ, Денисенко ВС, Максимова ЮА. Психологічний клімат в акробатичному складі як фактор спрацьованості партнерів. В: *Актуальні проблеми психолого-педагогічного супроводу та розвитку суб'єктів спортивної діяльності*: матеріали VI Всеукр. наук. електрон. конф.; 2023; Київ. С. 32–33.
10. Максимов СД, Воронова ВІ, Максимова ЮА. Індивідуально-психологічні особливості сумісності спортсменів в акробатиці. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2023;(1):48–54.
11. Bellato A, Arora I, Hollis C. Autonomic markers of emotion regulation across development: a systematic review. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2024;63(2):152–169. DOI: [10.1016/j.jaac.2023.01.017](https://doi.org/10.1016/j.jaac.2023.01.017).
12. Bigliassi M, Filho E, editors. *Sport and exercise psychophysiology*. Cham: Springer Nature Switzerland AG; 2025. 439 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-90034-1>
13. Boukarras S, Era V, Candidi M, et al. Interpersonal physiological synchrony during dyadic joint action is increased by task novelty and reduced by social anxiety. *Psychophysiology*. 2025. DOI: [10.1111/psyp.70031](https://doi.org/10.1111/psyp.70031).
14. Chaabouni S, Methnani R, Al Hadabi B, et al. A simple field tapping test for evaluating frequency qualities of the lower limb neuromuscular system in soccer players. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(7):3792. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19073792>
15. Comejo C, Cuadros Z, Morales R, Paredes J. Interpersonal coordination: methods, achievements, and challenges. *Front Psychol*. 2017. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01685>
16. Dykier D, Der G, Starr JM, Deary IJ. Age differences in intra-individual variability in simple and choice reaction time: systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2012;7(10):e45759. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0045759>
17. Gabriel D, et al. Watching live performances enhances subjective and physiological emotional responses compared to viewing the same performance on screen. *IBRO Neurosci Rep*. 2025;19:381–390.
18. Kokun OM. *Psychophysiological patterns of professional self-realization of personality*. Kyiv; 2014. 352 p.
19. Korobeinikova L, Akramov J, Matkarimov R, et al. Gender features of psychophysiological state in handball players. *Health Sport Rehabil*. 2025;11(4):6–16. DOI: <https://doi.org/10.58962/HSR.2025.1276>
20. Kostiukevych V, Vozniuk T, Perepelytsia M, Bohuslavskva V, Voitenko S, Svirshchuk N. Expert assessment of competitive activities of highly qualified field hockey players. *Slobozhanskyi Herald Sci Sport*. 2024;28(3):122–130. DOI: <https://doi.org/10.15391/sns.2024-3.004>
21. Leite I. Biomechanical insights into the interaction between acrobatic gymnasts performing partner-assisted flight [doctoral thesis in sport sciences]. Porto: University of Porto; 2025.
22. Marineau E, Ducas J, Mathieu J. From novice to expert: how expertise shapes motor variability in sports biomechanics – a scoping review. *Scand J Med Sci Sports*. 2024;34(8). DOI: [10.1111/sms.14706](https://doi.org/10.1111/sms.14706).
23. Marsh KL, Richardson MJ, Schmidt RC. Social connection through joint action and interpersonal coordination. *Top Cogn Sci*. 2009;1(2):320–339. DOI: [10.1111/j.1756-8765.2009.01022.x](https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2009.01022.x).
24. Moreno FJ, Hernández-Davó JL, García JA, Sabido R, Urbán T, Caballero C. Kinematics and performance of team-handball throwing: effects of age and skill level. *Sports Biomech*. 2023;22(10):1348–1363. DOI: <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1800072>
25. Pasquini L. Autonomic nervous system dynamics in emotion regulation: state and trait perspectives. *Neurosci Biobehav Rev*. 2022;132:1029–1043. DOI: [10.1111/psyp.14218](https://doi.org/10.1111/psyp.14218).
26. Podrihalo O, Romanenko V, Podrigalo L, et al. Evaluation of the functional state of taekwondo athletes 7–13 years old according to the indicators of the finger-tapping test. *Slobozhanskyi Herald Sci Sport*. 2023;27(1):3–9. DOI: <https://doi.org/10.15391/sns.2023-1.001>
27. Rühlemann M, Kühn S, Brass M. Physiological resonance during expressive movement-based interaction. *Front Psychol*. 2024;15:1298743. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1477263>
28. Şahin Ş, Birinci Y, Sağdılek E, et al. A comparison of finger tapping test scores of elite athletes and students of different specialties. *Int J Curric Instr*. 2020;12(1):1–12.
29. Seidel O, Ragert P. Effects of transcranial direct current stimulation of primary motor cortex on reaction time and tapping performance: a comparison between athletes and non-athletes. *Front Hum Neurosci*. 2019;13:103. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00103>
30. Słowiński P, Zhai C, Alderisio F, et al. Dynamic similarity promotes interpersonal coordination in joint action. *J R Soc Interface*. 2016;13:20151093. DOI: [10.1098/rsif.2015.1093](https://doi.org/10.1098/rsif.2015.1093).
31. van Bergen E, van der Kamp J, Steenbergen B. Adaptive movement variability and expertise in complex motor tasks. *J Mot Behav*. 2025;57(1):1–14. DOI: [10.1002/ejsc.70024](https://doi.org/10.1002/ejsc.70024).
32. Wanlin CM. *The relationships between communication, trust, success, satisfaction, and longevity in ice dancing and pairs skating* [master's thesis]. Morgantown: West Virginia University; 2000. 142 p.

ORCID 0000-0001-9396-1705, McStas@i.ua

ORCID 0000-0002-0846-2483, yumaksymova@uni-sport.edu.ua

Дата першого надходження статті до видання: 12.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 08.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Детермінанти організації харчування та формування здорового способу життя в спортивній практиці фехтувальників

УДК 796.86:613.2

**І. С. Павлюк¹, Д. І. Гирич¹, Д. В. Кульгук¹,
В. С. Агалаков²**

¹Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

²Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

Резюме. Раціональне харчування є одним із ключових чинників підтримання здоров'я, оптимального відновлення та підвищення спортивної працездатності фехтувальників. В умовах інтенсивних тренувальних і змагальних навантажень ефективна організація харчування та формування здорової харчової поведінки набувають особливої актуальності, з огляду на дедалі більші енергетичні потреби спортсменів і вплив психоемоційних факторів на вибір харчових стратегій. *Мета.* Вивчити особливості організації харчування спортсменів-фехтувальників, включно із самооцінкою раціону, практиками харчування та чинниками, що перешкоджають дотриманню оптимального режиму харчування. *Методи.* У дослідженні застосовано метод анкетного опитування. Вибірку становили 41 спортсмен-фехтувальник чоловічої та жіночої статі віком від 13 до 28 років з різним рівнем спортивної підготовленості. Анкета охоплювала питання самооцінки якості харчування, рівня його планування, використання спортивного харчування та біологічно активних добавок, стратегій енергозабезпечення під час змагань, а також чинників, що ускладнюють дотримання раціонального раціону. Обробку даних здійснювали методами описової статистики з подальшою якісною інтерпретацією. *Результати.* Установлено, що в більшості спортсменів переважає інтуїтивний або частково структурований підхід до харчування без системної адаптації до тренувальних навантажень. Використання спортивного харчування є поширеним, однак значна частка спортсменів застосовує його без консультації фахівців. Планування раціону в періоди підвищених навантажень має фрагментарний характер, а стратегії енергозабезпечення під час змагальної діяльності часто є неоптимальними. Основними бар'єрами дотримання раціонального харчування визначено дефіцит часу та психологічні чинники, зокрема емоційне харчування. Отримані результати свідчать про доцільність впровадження системної нутриційної освіти та індивідуалізованого супроводу спортсменів з метою оптимізації харчової поведінки, покращення процесів відновлення та підвищення спортивної працездатності.

Ключові слова: фехтування, харчування спортсменів, здоровий спосіб життя, спортивна нутриціологія, енергозабезпечення, харчова поведінка.

Determinants of nutrition organization and healthy lifestyle formation in the sports practice of fencers*I. S. Pavliuk¹, D. I. Hyrych¹, D. V. Kulhuk¹, V. S. Ahalakov²*¹National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine²Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

Abstract. Rational nutrition is one of the key factors in maintaining health, ensuring effective recovery, and enhancing athletic performance in fencers. Under conditions of intensive training and competitive loads, proper nutrition organization and the formation of healthy eating behavior become especially relevant due to increased energy demands and the influence of psycho-emotional factors on dietary strategies. *Aim.* To identify the characteristics of nutrition organization among fencers and to determine the key determinants influencing the formation of a healthy lifestyle under training and competitive conditions. *Methods.* The study employed a questionnaire-based survey method. The sample consisted of 41 male and female fencers aged 13–28 years of different levels of sports qualification. The questionnaire included items on self-assessment of nutrition quality, the level of meal planning, the use of sports nutrition products and dietary supplements, strategies of energy supply during competitions, and factors hindering adherence to a rational diet. Data were processed using descriptive statistical methods followed by qualitative interpretation. *Results.* The findings indicate that most athletes rely on an intuitive or partially structured approach to nutrition without systematic adaptation to training loads. The use of sports nutrition products is widespread; however, a considerable proportion of athletes consume them without professional consultation. Nutrition planning during periods of increased physical load is fragmented, while energy supply strategies during competitions are often suboptimal. The main barriers to maintaining a rational diet include lack of time and psychological factors, particularly emotional eating. The results highlight the need to implement systematic nutrition education and individualized nutritional support in the training process of fencers to optimize dietary behavior, improve recovery, and enhance athletic performance.

Keywords: fencing, athlete nutrition, healthy lifestyle, sports nutrition science, energy supply, eating behavior.

Постановка проблеми. Сучасний спорт вищих досягнень висуває вимоги не лише до обсягу та інтенсивності тренувань, а й до ретельного контролю всіх складників способу життя атлета, серед яких харчуванню належить ключова роль [6; 15]. Фехтування, як вид спорту з переважною анаеробно-аеробною спрямованістю навантажень, що вимагає високої швидкості нервово-м'язових реакцій, концентрації та координації, особливо залежить від оптимального енергетичного та пластичного забезпечення організму [5; 10]. Дефіцит енергії або окремих нутрієнтів може негативно вплинути на швидкість ухвалення рішень, точність рухів і швидкість відновлення між боями, що в підсумку детермінує спортивний результат [4; 13; 20]. Незважаючи на це, специфіка нутриційної підготовки саме фехтувальників залишається недостатньо вивченою порівняно з іншими видами спорту. Наявні рекомендації часто мають узагальнений характер, а реальні практики, переконання та труднощі самих

спортсменів потребують вивчення для розробки ефективних освітніх та втручальних програм [3; 7; 11].

Мета дослідження — вивчити особливості організації харчування спортсменів-фехтувальників, включно із самооцінкою раціону, практиками харчування та чинниками, що перешкоджають дотриманню оптимального режиму харчування.

Методика. У дослідженні (анонімному опитуванні) взяв участь 41 спортсмен-фехтувальник ($n = 41$) чоловічої та жіночої статі віком 13–28 років, яких розподілено за віковими категоріями: 13–17 років (юнацький вік) та 18–28 років (молодий вік). Такий підхід дав змогу врахувати вікові особливості організації харчування та формування харчової поведінки. Рівень спортивної кваліфікації визначався незалежно від стажу тренувальної діяльності й класифікувався як початковий, середній, досвідчений та елітний рівні, тоді як стаж занять розглядався як характеристика

спортивного досвіду, а не показник рівня майстерності.

Результати та обговорення. У дослідженні взяли участь спортсмени-фехтувальники обох статей віком від 13 до 28 років, які належать до юнацької (13–17 років) та молодіжної (18–28 років) вікових груп. Учасники перебували на різних етапах спортивної підготовки та активно брали участь у тренувальному та змагальному процесах. Різноманітність вибірки за віком, статтю, рівнем спортивної кваліфікації та тренувальним стажем дала змогу здійснити комплексний аналіз особливостей організації харчування та факторів формування здорового способу життя у фехтувальників. Наявність спортсменів обох статей забезпечила можливість оцінити харчові практики без урахування гендерних відмінностей.

Аналіз розподілу респондентів за рівнем спортивної кваліфікації засвідчив наявність спортсменів початкового, середнього, досвідченого й елітного рівнів підготовленості, що дало змогу охопити різні етапи спортивного становлення. При цьому стаж тренувальної діяльності розглядався як показник накопиченого досвіду, а не як прямий критерій рівня спортивної майстерності, що відповідає сучасним науково-методичним підходам до оцінки підготовленості спортсменів [21].

Отримані результати свідчать, що фактичні практики харчування спортсменів-фехтувальників здебільшого не відповідають принципам системного та індивідуалізованого нутриційного забезпечення, рекомендованого для технічно складних видів спорту. Домінування інтуїтивних або частково структурованих моделей харчової поведінки вказує на обмежене використання науково обґрунтованих принципів спортивної нутриціології в повсякденній практиці спортсменів, що може негативно впливати на адаптацію до навантажень і процеси відновлення.

Структурування результатів за окремими тематичними блоками дало змогу простежити ключові тенденції в підходах спортсменів до формування раціону, ступінь його планування та індивідуалізації залежно від навантажень, а також особливості використання спеціалізованих продуктів і стратегій енергозабезпечення. Особливу увагу приділено аналізу чинників, що обмежують дотримання оптимального харчування, зокрема організаційних, економічних і психологічних аспектів, які в сукупності

формують практичний контекст харчової поведінки спортсменів.

Інтерпретацію результатів здійснювали з урахуванням специфіки фехтування як виду спорту, що поєднує високу інтенсивність короткочасних навантажень з підвищеними вимогами до когнітивної стійкості та швидкості відновлення. Порівняння отриманих даних із результатами попередніх наукових досліджень дає змогу не лише визначити загальні закономірності, притаманні спортсменам технічно складних видів спорту, а й окреслити специфічні проблемні зони нутриційної підготовки фехтувальників, що мають практичне значення для оптимізації їх спортивної підготовки [4; 13; 16; 20].

Отримані результати свідчать, що фактичні практики харчування спортсменів-фехтувальників здебільшого не відповідають принципам системного та індивідуалізованого нутриційного забезпечення, рекомендованого для технічно складних видів спорту (рис. 1). Домінування інтуїтивних або частково структурованих моделей харчової поведінки вказує на обмежене використання науково обґрунтованих принципів спортивної нутриціології в повсякденній практиці спортсменів, що узгоджується з даними попередніх досліджень у техніко-координаційних видах спорту [3; 10; 12].

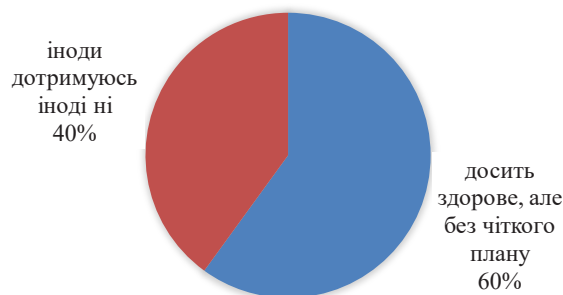


Рис. 1. Самооцінка раціону (n = 41)

Аналіз підходів до використання спортивного харчування та біологічно активних добавок виявив поєднання елементів професійного нутриційного супроводу з неструктурованими самостійними практиками (рис. 2). Незважаючи на зростання поширеності застосування спеціалізованих продуктів, відсутність системного консультування з фахівцями в частини спортсменів підвищує ризики нераціонального дозування, зниження ефективності нутриційної підтримки та можливих порушень принципів безпечного використання добавок, що

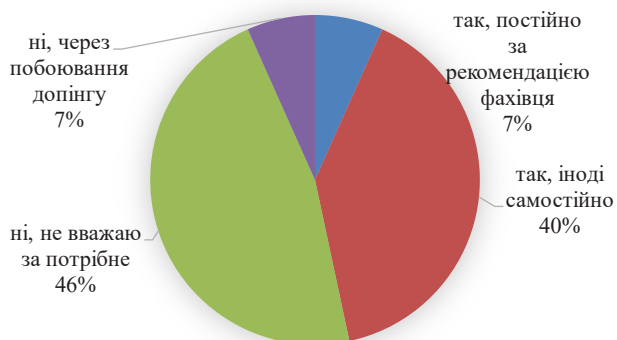


Рис. 2. Використання спортивного харчування та біологічно активних добавок (n = 41)

узгоджується з позиціями міжнародних експертів у галузі спортивної нутриціології [2; 11; 13].

Оцінка рівня планування харчування в періоди підвищених тренувальних і змагальних навантажень показала, що в більшості фехтувальників воно має фрагментарний характер. Адаптація раціону до змін обсягу та інтенсивності навантажень здійснюється нерегулярно й переважно базується на загальних уявленнях про «здорове харчування», без чіткого урахування фаз підготовки та індивідуальних енергетичних потреб, що суперечить сучасним підходам до періодизованого харчування спортсменів [10; 14].

Аналіз стратегій енергозабезпечення під час турнірів засвідчив відсутність уніфікованих та науково обґрунтованих підходів до підтримання стабільного енергетичного балансу між поєдинками (рис. 3). Недостатнє використання планового перекусу та швидкодоступних джерел вуглеводів може негативно позначатися на рівні концентрації, швидкості сенсомоторних реакцій і стійкості до втоми, що є критично важливим для реалізації техніко-тактичних дій у фехтуванні [1; 5; 10].

Виявлені чинники, що ускладнюють дотримання раціонального харчування, доцільно класифікувати на техніко-тактичні та психоемоційні. До техніко-тактичних детермінант належать щільний тренувальний і змагальний графік, висока інтенсивність поєдинків та обмежений час на відновлення, тоді як психоемоційні чинники пов'язані зі змагальним стресом, емоційним напруженням і схильністю до емоційного харчування (рис. 4). Такі бар'єри до дотримання оптимального раціону описані й в інших дослідженнях харчової поведінки спортсменів [7; 11; 19].

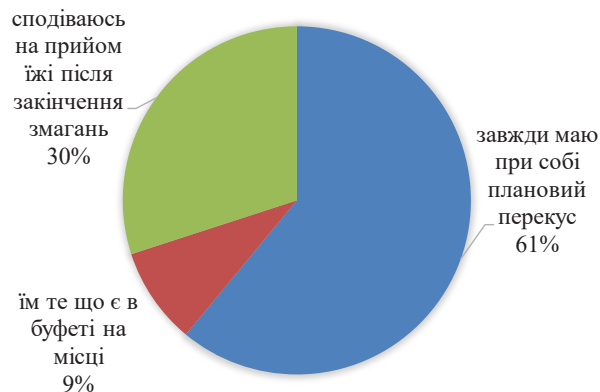


Рис. 3. Аналіз стратегій енергозабезпечення під час турнірів (n = 41)

Порівняння отриманих результатів із даними попередніх наукових робіт підтверджує наявність розриву між усвідомленням значущості харчування та реальними практиками його організації в спортсменів різних спеціалізацій [3; 6; 18]. Водночас специфіка фехтування як виду спорту, що поєднує високі вимоги до когнітивної стійкості, швидкості реакцій і техніко-тактичної точності, підсилює роль системного та індивідуалізованого нутриційного забезпечення в підтриманні стабільної спортивної працездатності [5; 10; 20].

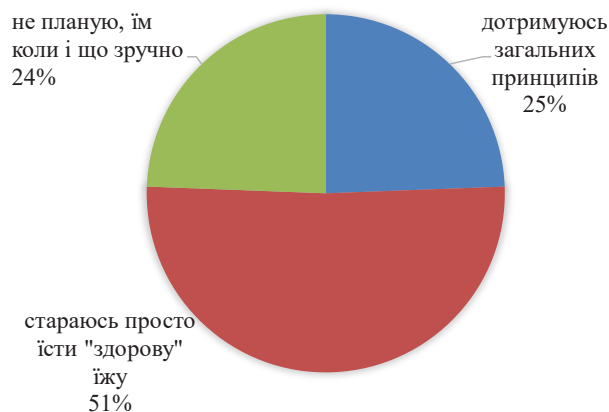


Рис. 4. Дотримання оптимального харчування (n = 41)

Так, результати дослідження вказують на необхідність комплексного перегляду підходів до організації харчування в спортивній практиці фехтувальників із поєднанням нутриційної освіти, індивідуалізованого дієтологічного супроводу та врахування психоемоційних аспектів підготовки, що відповідає сучасним концепціям розвитку спортивної нутриціології [6; 10; 11].

Висновки. Проведене дослідження дало змогу комплексно схарактеризувати особливості організації харчування та чинники формування здорового способу життя в спортсменів-фехтувальників різного віку, статі та рівня спортивної підготовленості. Установлено, що в більшості респондентів відсутній системний та індивідуалізований підхід до харчування, незважаючи на усвідомлення його важливої ролі в забезпеченні тренувальної і змагальної ефективності.

Домінантними моделями харчової поведінки є інтуїтивні або частково структуровані підходи, які не забезпечують повної адаптації раціону до обсягу, інтенсивності та фаз тренувальних і змагальних навантажень, характерних для фехтування як технічно складного виду спорту. Така організація харчування може обмежувати ефективність відновлення, стабільність працездатності та когнітивну стійкість спортсменів у вирішальні періоди змагальної діяльності.

Аналіз використання спортивного харчування та біологічно активних добавок засвідчив поєднання професійно орієнтованих практик із поширеним самостійним та нерегламентованим застосуванням спеціалізованих продуктів. Відсутність системного консультування з фахівцями в частини спортсменів підвищує ризики нераціонального дозування, недостатньої ефективності нутриційної підтримки та можливих порушень принципів безпечного використання добавок.

Виявлено, що планування харчування в періоди підвищених тренувальних і змагальних навантажень у більшості фехтувальників має фрагментарний характер, а стратегії енергозабезпечення під час турнірів не повною мірою відповідають сучасним науково обґрунтованим

рекомендаціям. Відсутність чітко сформованих моделей планового перекусу та використання швидкодоступних джерел енергії може негативно позначатися на рівні концентрації, швидкості сенсомоторних реакцій і стійкості до втоми.

Комплексний аналіз детермінант, що ускладнюють дотримання раціонального харчування, показав провідну роль організаційних і психоемоційних чинників, зокрема дефіциту часу, високого рівня змагального стресу та схильності до емоційного харчування. Сукупність цих факторів формує несприятливий контекст для реалізації оптимальних нутриційних стратегій навіть за наявності базових знань про принципи здорового харчування.

Практична значущість отриманих результатів полягає в можливості їх використання для вдосконалення системи підготовки фехтувальників шляхом інтеграції нутриційної освіти, індивідуалізованого дієтологічного супроводу та елементів психологічної підтримки в тренувальний процес. Наукова новизна дослідження полягає у виявленні взаємозв'язку між суб'єктивною самооцінкою харчування та реальними харчовими практиками спортсменів-фехтувальників з урахуванням техніко-тактичних і психоемоційних детермінант.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробкою та експериментальною перевіркою ефективності індивідуалізованих програм нутриційної підтримки та освітніх інтервенцій, спрямованих на формування стійких навичок здорового способу життя, оптимізацію відновлювальних процесів і підвищення спортивної працездатності фехтувальників на різних етапах спортивної кар'єри.

Література

1. Birkenhead KL, Slater G. A review of factors influencing athletes' food choices. *Sports Medicine*. 2015;45(11):1511–1522. DOI: 10.1007/s40279-015-0372
2. Burke LM. Practical sports nutrition. Champaign : Human Kinetics; 2021.
3. Close GL, Kasper AM, Walsh NP, McArdle A, Morton JP. Nutrition and immune function in sport. *European Journal of Sport Science*. 2022;22(1):3–15. DOI: 10.1080/17461391.2020.1838940
4. Garthe I, Maughan RJ. Athletes and supplements: prevalence and perspectives. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2018;28(2):126–138. DOI:10.1123/ijnsn.2017-0429
5. Garthe I, Raastad T, Sundgot-Borgen J. Long-term effect of nutrition intervention on body composition and performance in elite athletes. *European Journal of Sport Science*. 2013;13(3):295–303. DOI: 10.1080/17461391.2011.635704
6. Heaney S, O'Connor H, Michael S, Gifford J, Naughton G. Nutrition knowledge in athletes: a systematic review. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2011;21(3):248–261. doi:10.1123/ijnsn.21.3.248
7. Jeukendrup AE. Periodized nutrition for athletes. *Sports Medicine*. 2017;47(Suppl 1):51–63. DOI:10.1007/s40279-017-0694-2
8. Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan AE, Kleiner SM, Jäger R, Greenwood M, Kreider RB, Leutholtz B, Lowery LM, Wildman R, Antonio J. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2018;15:38. DOI: 10.1186/s12970-018-0242-y
9. Maughan RJ, Shirreffs SM. Nutrition for sports performance: issues and opportunities. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2012;71(1):112–119. DOI: 10.1017/S0029665111003312
10. Melin A, Tornberg ÅB, Skouby S, Faber J, Ritz C, Sjödin A, Sundgot-Borgen J. Energy availability and the female athlete triad in elite endurance athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2015;25(5):610–622. DOI: 10.1111/sms.12261

11. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Ackerman KE, Blauwet C, Constantini N, Lebrun C, Lundy B, Melin A, Meyer N, Sherman R, Tenforde AS, Torstveit MK, Budgett R. IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S). *British Journal of Sports Medicine*. 2018;52(11):687–697. DOI: 10.1136/bjsports-2018-099193

12. Roi GS, Bianchedi D. The science of fencing: implications for performance and injury prevention. *Sports Medicine*. 2008;38(6):465–481. DOI: 10.2165/00007256-200838060-00003

13. Slater G, Phillips SM. Nutrition guidelines for strength sports: sprinting, weightlifting, throwing events, and bodybuilding. *Journal of Sports Sciences*. 2011;29(Suppl 1):S67–S77. DOI: 10.1080/02640414.2011.574722

14. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2016;116(3):501–528. DOI:10.1016/j.jand.2015.12.006

15. Valliant MW, Emplainscourt HP, Wenzel RK, Garner BH. Nutrition education by a registered dietitian improves dietary intake and nutrition knowledge of a NCAA female volleyball team. *Nutrients*. 2012;4(6):506–516. DOI: 10.3390/nu4060506

16. Воробйов МІ. Спортивна нутриціологія. [Sports nutrition]. Київ : Олімпійська література; 2020.

17. Круцевич ТЮ, Безверхня ГВ. Формування здорового способу життя студентської молоді. [Formation of a healthy lifestyle of student youth]. Київ : Науковий світ; 2020.

18. Платонов ВН. Система підготовки спортсменів у олімпійському спорті. [The system of athletes' preparation in Olympic sport] Київ: Олімпійська література; 2019.

19. Синиця СВ, Шахліна ЛЯ. Харчування спортсменів у тренувальному процесі. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. [Nutrition of athletes in the training process] 2021;(2):45–52.

20. Close GL, Sale C, Baar K, Berman S. Nutrition for the prevention and treatment of injuries in track and field athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2019;29(2):189–197. DOI: 10.1123/ijsnem.2018-0290

21. McKay AKA, Stellingwerff T, Smith ES, Martin DT, Mujika I, Goosey-Tolfrey VL, et al. Defining training and performance caliber: a participant classification framework. *Int J Sports Physiol Perform*. 2022;17(2):317–31. DOI: 10.1123/ijspp.2021-0451.

Дата першого надходження статті до видання: 21.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 16.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

ORCID 0000-0002-1268-6658, 4424406@gmail.com

ORCID 0009-0009-6413-0078, dmitriy.girich@gmail.com

ORCID 0009-0005-3877-4372, 4424406@gmail.com

ORCID 0000-0002-8303-7057, agiklub@gmail.com

Сучасні погляди на допуск трансгендерів до участі в Олімпійських іграх

УДК 796.01:305.4

**Л. Я.-Г. Шахліна¹, С. М. Футорний¹, О. М. Пижов¹,
М. О. Чистякова², Н. Л. Гончарук¹**

¹Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

²Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка,
Кам'янець-Подільський, Україна

Резюме. Дедалі більша кількість учасниць Олімпійських ігор XX століття підкреслює стійку тенденцію розвитку сучасного жіночого спорту. На Іграх XXVII Олімпіади – рік сторіччя участі жінок в Олімпійських іграх (Сідней, Австралія, 2000 р.) кількість учасниць становила 38,2 % усіх учасників змагань. Париж 2024 – Ігри XXXIII Олімпіади. Здійснилася давня мрія представників Міжнародного олімпійського комітету – досягнуто гендерної рівності серед усіх учасників Олімпіади – по 50 % жінок і чоловіків серед загальної кількості спортсменів 10 500. Розглядаючи поняття «гендерна рівність» у спорті, слід пам'ятати значення терміна «гендер» – це лише значення соціальної статі. Проте всі морфологічні й функціональні характеристики організму чоловіків і жінок в усіх видах їхньої діяльності, зокрема й спорті, підпорядковуються принципам й оцінюються лише з позиції статевого диморфізму. Ігри XXXII Олімпіади (Токіо, 2021) стали першими в історії Олімпійських ігор щодо офіційного допуску Міжнародним олімпійським комітетом (далі – МОК) трансгендерної спортсменки до участі в змаганнях серед жінок. Участь в Іграх XXXIII Олімпіади (Париж, 2024) двох спортсменок з DSD в змаганнях з жіночого боксу підсилили несприйняття участі в Олімпійських змаганнях трансгендерок, а також жінок з порушенням статевого диференціювання (DSD) – не тільки спортсменок, спеціалісток у галузі спортивної медицини, а також суспільства. Це посилює протести проти МОК. *Мета.* За даними аналізу наукової літератури представити сучасні плани МОК, Міжнародних спортивних федерацій щодо допуску трансгендерів і з порушенням статевого диморфізму (DSD) до Олімпійських ігор сучасності. *Методи дослідження:* аналіз наукової літератури та даних мережі інтернет: аналіз, систематизація, узагальнення. *Результати:* МОК переклав допуск учасниць у жіночі види спорту на Олімпійських іграх і значних Міжнародних змаганнях на Міжнародні спортивні федерації. Федерація Світової атлетики (World Athletics) запропонувала у 2025 році, а світова федерація з плавання (World Aquatics) підтримала пропозицію про обов'язковий генетичний контроль статевої належності в жіночому спорті на наявність гена SRY. **Ключові слова:** жіночий спорт, Олімпійські ігри, генетичний контроль, ген SRY.

Modern views on the admission of transgender athletes to the Olympic Games

**L. Ya.-H. Shakhlina¹, S. M. Futorniy¹, O. M. Pyzhov¹, M. O. Chystyakova²,
N. L. Honcharuk¹**

¹National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

²Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University, Kamianets-Podilskyi, Ukraine

Abstract. The growing number of female participants in the Olympic Games throughout the 20th century highlights a steady trend in the development of modern women's

sports. At the Games of the XXVII Olympiad in Sydney (2000), which marked the centenary of women's participation in the Olympic Games, female athletes accounted for 38.2 % of all competitors. Paris 2024 – the Games of the XXXIII Olympiad – saw the fulfillment of a long-held ambition of the International Olympic Committee: achieving full gender parity, with a 50/50 split between female and male athletes out of a total of 10,500 participants. When considering the concept of “gender equality” in sports, it is essential to remember that the term “gender” refers specifically to social identity. However, all morphological and functional characteristics of the male and female body in all forms of activity, including sports, are governed by principles and evaluated solely from the perspective of sexual dimorphism. The Games of the XXXII Olympiad (Tokyo 2021) were the first in Olympic history where the International Olympic Committee (IOC) officially permitted a transgender athlete to compete in women's events. The participation of two athletes with Disorders of Sex Development (DSD) in women's boxing at the Games of the XXXIII Olympiad (Paris 2024) intensified the opposition toward the inclusion of transgender women and women with DSD in Olympic competitions. This resistance comes not only from fellow athletes and sports medicine specialists but also from the general public, leading to increased protests against the IOC. *Aim:* Based on an analysis of scientific literature, this study aims to present the current plans of the International Olympic Committee and International Sports Federations regarding the eligibility of transgender athletes and those with Disorders of Sex Development (DSD) for modern Olympic Games. *Research Methods:* Analysis of scientific literature and Internet data: analysis, systematization, and generalization. *Results:* The IOC has delegated the authority regarding eligibility for women's sports at the Olympic Games and major international competitions to the respective International Sports Federations. In 2025, World Athletics proposed – and World Aquatics subsequently supported – the introduction of mandatory genetic sex testing in women's sports to verify the presence of the SRY gene.

Keywords: women's sports, Olympic Games, genetic control, SRY gene.

Постановка проблеми. Стійка тенденція до розвитку жіночого спорту підтверджена даними участі спортсменок в Олімпійських іграх. Про це свідчить кількість (%) учасниць в Іграх Олімпіад XX століття (рис. 1) [8].

Ігри Олімпіад XX століття	38,2 % – XXVII (2000 р.). Сідней (Австралія)
	39,7 % – XXVIII (2004 р.) Афіни (Греція)
	42,05 % – XXIX (2008 р.) Пекін (Китай)
	44,7 % – XXX (2012 р.) Лондон (Англія)
	45,6 % – XXXI (2016 р.) Ріо-де-Жанейро (Бразилія)
	48,8 % – XXXII (2021 р.) Токіо (Японія)
	50 % (жінки), 50 % (чоловіки) – гендерна рівність серед загальної кількості 10 500 учасників – XXXIII (2024 р.) Париж (Франція)

Рис. 1. Ігри Олімпіад XX століття

Однак навіть на сьогодні, коли спортсменки беруть участь майже в усіх видах змагань олімпійської програми, як і чоловіки, дані науково-методичної літератури свідчать, що як і серед спеціалістів в галузі спорту, медицини, так і в суспільстві досить поширені думки й упередження про характеристики видів спорту, корисних для чоловіків і жінок, психологічні властивості і якості особистості, особливості поведінкових реакцій відповідно до статі. Інша думка [8; 21; 23] свідчить про гендерну рівність – однакове

ставлення до чоловіків і жінок без урахування конкретних обставин.

Коли ми говоримо про гендерну рівність у спорті, то не слід забувати про значення терміна «гендер» – це тільки значення соціальної статі, яку використовують лише для статевих відмінностей у соціальному середовищі (у родині, на роботі) [23]. Проте всі морфологічні й функціональні характеристики організму чоловіків і жінок в усіх видах їхньої діяльності, зокрема й спорті, підпорядковуються принципам й оцінюються лише з позицій статевого диморфізму [7; 8].

У 2028 році будуть проведені Ігри XXXIV Олімпіади в Лос-Анджелесі (Сполучені Штати Америки). Уже почалася підготовка до неї. Проходить аналіз проблем Олімпійського спорту як минулих, так і сучасних.

Ігри XXXII Олімпіади в Токіо (2021) стали першими за всю історію Олімпійських ігор щодо офіційного допуску трансгендерної спортсменки до участі в змаганнях серед жінок [7; 8].

Міжнародним олімпійським комітетом допущено представницю Нової Зеландії Лорел Хаббард (43 роки) до змагань з важкої атлетики [3].

Здавалося б, що після такого рішення МОК і бурхливої реакції на це спортсменів, представників міжнародних спортивних федерацій, спортивних вболівальників усього світу, така ситуація в олімпійському спорті більш не повториться [8; 9]. Однак участь в Іграх XXXIII Олімпіади в Парижі 2024 року двох спортсменок-трансгендерок у змаганнях з боксу серед жінок посилює протести на адресу МОК [9; 28].

Мета — за даними аналізу наукової літератури представити сучасні плани Міжнародного олімпійського комітету, Міжнародних спортивних федерацій щодо допуску трансгендерів і з порушенням статевих диморфізму (DSD) до Олімпійських ігор сучасності.

Методи дослідження — аналіз наукової літератури та даних мережі інтернет: аналіз, систематизація, узагальнення.

Результати дослідження та їх обговорення. МОК переклав допуск учасниць у жіночі види спорту на Олімпійських іграх і значних Міжнародних змаганнях на Міжнародні спортивні федерації. Федерація Світової атлетики (World Athletics) запропонувала у 2025 році, а світова федерація з плавання (World Aquatics) підтримала пропозицію про обов'язковий генетичний контроль статевої належності в жіночому спорті на наявність гена SRY.

Несприйняття участі в олімпійських змаганнях трансгендерних спортсменок стосується не лише правил змагань, а й ставлення суспільства до питань корекції біологічної статі — нерозуміння й розбіжності поглядів цієї проблеми [9].

Нагадуємо, що трансгендер — це людина, чия гендерна ідентичність (самосприйняття) не збігається з біологічною статтю, даною їй при народженні. Люди, чия гендерна ідентичність збігається з біологічною статтю, називаються цисгендерами (рис. 2). Так, трансгендерка — це особа чоловічої статі із жіночою статевою самоідентифікацією [1; 10].

Деякі трансгендерні особи, які прагнуть до повноцінного життя в ролі людини протилежної статі, роблять трансгендерний перехід за допомогою хірургічного або гормонального лікування [16], після чого їх називають транссексуалами.

Як відомо, морфологічні й функціональні можливості організму чоловіків і жінок — статевий диморфізм — генетично детермінований гормональними розрізненнями та, насамперед, статевими гормонами — андрогенами й естрогенами [1]. Статеві гормони — андрогени й естрогени — в організмі виконують такі функції: є важливою ланкою в адаптаційно-трофічних реакціях організму; мають анаболічний ефект (проявляється більший вплив андрогенів) [8].

Більша концентрація андрогенів у крові чоловіків порівняно з жінками зумовлює більші функціональні можливості чоловічого організму. Як наслідок — більш виражені фізичні можливості, більша загальна й спеціальна працездатність спортсменів відносно спортсменок. Тому трансгендерки, безумовно, мають функціональні переваги над цисгендерками-спортсменками, особливо, якщо трансгендерки пройшли

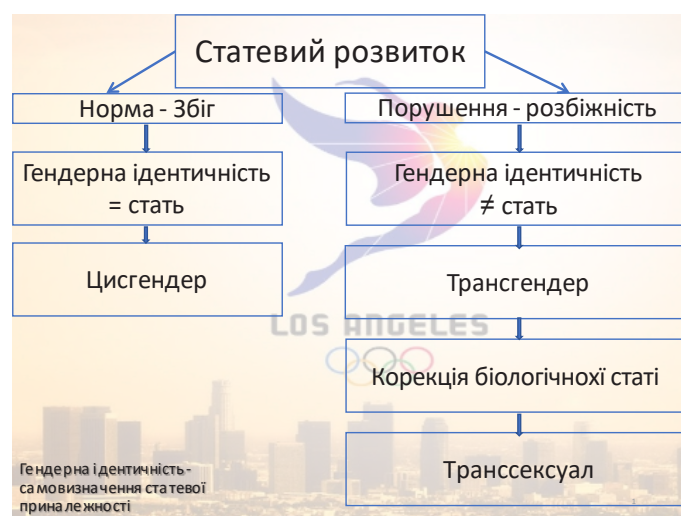


Рис. 2. Гендерна ідентичність — самовизначення статевої належності [7]

трансгендерний перехід після 12 років — періоді статевого дозрівання, коли організм підлітка розвивається за чоловічим типом з усіма відмінностями відносно підлітки [8; 23].

Як зазначалося, Лорел Хаббард стала першою трансгендеркою, офіційно допущеною МОК до змагань на XXXII Олімпіаді в Токіо (2021) з важкої атлетики серед жінок [9]. Як срібний призер Чемпіонату світу з важкої атлетики (2019), дворазова чемпіонка Тихоокеанських ігор, Лорел Хаббард була серйозною претенденткою на олімпійські медалі в Токіо. Однак невдача в одному з підходів — не підняла зазначену вагу — і вона стала останньою у своїй ваговій категорії [28].

Виступ у Токіо Лорел Хаббард викликав активні обговорення серед представників МОК, фахівців спортивної медицини, спорту, громадськості.

Томас Бах у своєму виступі підсумував: «... Це питання на такому етапі не може мати єдиного рішення. Головне, щоб було збережено дух чесних змагань і при цьому дотримуватися прав людини» [13].



Рис. 3. Томас Бах

У результаті МОК дійшов висновку, що допуск жінок з порушенням статевого диференціювання (DSD — disorders of sex development) [11] будуть доручені міжнародним спортивним федераціям, які краще знають особливості своїх спортсменів [5; 7; 17].

Федерація Світової легкої атлетики — WA (World Athletics) у 2023 році і Міжнародна федерація плавання (FINA) у 2022 році дійшли висновку й оголосили, що до участі в змаганнях з легкої атлетики і плавання не будуть допускатися трансгендерки, якщо в них корекція статі була проведена після 12 років, тобто після періоду статевого дозрівання [17; 20].

Федерація плавання FINA стала першою організацією, яка легалізувала окремі змагання для трансгендерів — створення окремої категорії — «відкрито» для трансгендерок при рівні тестостерону в їх крові до $2,5 \text{ нмоль} \cdot \text{л}^{-1}$ [17; 24; 27].

Париж-2024 — Ігри XXXIII Олімпіади. Уперше в історії Олімпіад досягнуто гендерну рівність учасників змагань — чоловіків і жінок серед 10 500 спортсменів [13]. Однак у цю гендерну рівність додали «внесок» і дві трансгендерки, учасниці змагань з боксу серед жінок. Ці спортсменки — Іман Хеліф, 25 років (Алжир) — учасниця 50 боїв із 41 перемогою (6 нокаутами) і Лін Ю-Тінь, 28 років (Тайвань), учасниця 58 боїв, 44 перемоги, дворазова чемпіонка світу [8].

На боксерському ринзі в першому раунді зустрічі на 46" після двох потужних ударів Хеліф, його суперниця з Італії відмовилася від продовження нерівного поєдинку [2; 4; 8].

Зустріч Лін Ю-Тінь закінчилася перемогою спортсменки з Тайваню з рахунком 5:0, але під час оголошення результатів його суперниця з Узбекистану відмовилася подати Лін Ю-Тінь руку на знак нечесної боротьби [3; 5].

Представники Міжнародної федерації боксу (IBA) подали протест у МОК з метою зняти зі змагань Олімпіади-2024 учасницю в жіночому боксі Іман Хеліф (Алжир) і Лін Ю-Тінь (Тайвань). Підставою цього протесту було знання цих двох спортсменок зі змагань на Чемпіонаті світу з боксу 2023 року (Індія) Міжнародною федерацією з боксу (IBA) через високий рівень тестостерону в крові [3; 8; 19].

Однак керівництво МОК на поданий протест IBA на відсторонення цих двох спортсменок відповіло допуском до продовження участі Іман Хеліф і Лін Ю-Тінь в змаганнях Олімпіади-2024 (Париж) без додаткових обстежень на статеву належність спортсменок. Підстава — у паспорті відмітка «жінка» [17; 28].

Іман Хеліф і Лін Ю-Тінь завершили змагання в Парижі-2024 олімпійськими чемпіонками у своїх вагових категоріях [8].

На цьому етапі розслідування скандалу в Парижі 2024 року ні Іман Хеліф, ні Лін Ю-Тінь не були трансгендерками. Однак їх участь на Олімпійських іграх — 2024 [20] пов'язана і дотепер із широкими дебатами в суспільстві, науці, спорті про допуск до участі трансгендерних жінок у міжнародний жіночий спорт [17; 25; 27].

Важливо підкреслити, що через три місяці після Олімпіади в Парижі (2024) у фіналі Кубка світу з боксу (листопад 2024, Шеффілд, Велика Британія) олімпійська чемпіонка Лін Ю-Тінь знялась з участі в цих змаганнях після питань оргкомітету про необхідність обов'язкового проходження гендерного контролю [4; 17].

Іман Хеліф з тієї самої причини не брала участі в Кубку світу (Шеффілд, 2024). Однак спортсменка подала апеляцію на захист такого рішення до Спортивного арбітражного суду, але рішення суду до початку змагань не отримала [4].

Після Олімпійських ігор — 2024 (Париж) сформована нова керівна структура в міжнародному боксі — World Boxing (WB)—2025. Нова організація ввела обов'язкове генетичне тестування для всіх спортсменок — учасниць змагань під егідою WA. В офіційному документі сказано, що нові правила набувають чинності з 1 липня 2025 року для всіх атлетів від 18 років [4; 32].

На тлі гендерного скандалу, який виник під час змагань у Парижі-2024, організація World Boxing відправила лист у федерацію боксу Алжиру, в якому сказано, що «олімпійська чемпіонка Іман Хеліф не зможе брати участь у жіночих змаганнях на Кубок з боксу в Ейнтховені з 5—10 червня 2025 року або будь-яких інших змаганнях до проходження тесту на визначення статі за правилами WA» [4; 17; 19].

Важливо підкреслити, що в 1999 році МОК скасовано обов'язкове проведення перевірки спортсменок на статеву належність після багаторічних дебатів. У статті Genel M. [12] підкреслює, що з висновку спеціалістів такі тести з малим науковим значенням і призводили до значної шкоди як фізичної, так і психологічної, особливо для жінок з рідкісними генетичними станами. Тому визначення біологічної статі спортсменок востаннє проводили на Олімпійських іграх в Атланті в 1996 році [12; 22].

У жовтні 2024 року провідним радником Організації Об'єднаних Націй запропоновано повернення обов'язкового гендерного тестування з метою запобігання повторення скандалу, який відбувся у 2024 році на Олімпійських іграх у Парижі. Але це питання не підтримано як загальноприйнятне у спорті [30]. Тому деякі спортивні міжнародні федерації почали самостійно впроваджувати генетичне тестування. Це федерації світової легкої атлетики (World

Athletics 2025), світового боксу (World Boxing 2025) і світового плавання (World Aquatics 2025).

World Athletics з 1 вересня 2025 року ввела положення про обов'язкове проходження генетичного тесту (одноразового) на наявність гена (Sex determining region Y) для допуску спортсменок до участі в жіночих видах програми з легкої атлетики світового рейтингу. Результат тестування буде зареєстровано в сертифікаті спортсменки. Таким є Чемпіонат світу з легкої атлетики, який проведено з 13 до 25 вересня 2025 року в Токіо [29; 31].

Рішення про введення генетичного тестування ухвалено Виконавчим комітетом World Athletics і набуває чинності вже перед Чемпіонатом світу з легкої атлетики — Токіо, 2025 [30; 31].

Президент Всесвітньої легкоатлетичної асоціації Себастьян Коу підкреслив, що Всесвітня атлетика (World Athletics) є першою організацією, яка запровадила генетичне тестування елітних спортсменок — виявлення гена SRY, який розташований на Y-хромосомі, і є «високоточним показником біологічної статі» [26; 29; 30].

Себастьян Коу нагадав про заборону WA трансгендерним жінкам брати участь у жіночих видах змагань, про що було сказано ще у 2023 році.

Важливо, що нові правила WA також забороняють спортсменкам з різницею в статевому розвитку (DSD) змагатися в жіночій категорії [30; 31].

Себастьян Коу підкреслив, що рішення World Athletics про обов'язкове генетичне тестування для участі в жіночих видах спортивних змагань проведено з метою «Захисту цілісності жіночого спорту» [30].

Президент World Athletics нагадав, що Міжнародний олімпійський комітет раніше називав повернення тестування в спорті на статеву належність «поганою ідеєю». Однак нова президентка МОК Кірсті Ковентрі не виключила цього, наголосивши на необхідності захисту жіночої категорії в спорті [30].

Світова федерація з плавання World Aquatics підтримала включення генетичного контролю статевої належності в жіночому спорті на наявність гена SRY. У цієї федерації вже є практичні результати. У травні 2025 року трансгендерна американська плавчиня (рис. 4) Ханна Кальдас

дискваліфікована на п'ять років за відмову від генетичного тестування і за порушення кодексу федерації World.



Рис. 4. Ханна Кальдас

Aquatics. У спортсменки за останні три роки анульовані всі спортивні результати й звання на міжнародних змаганнях включно із золотою медаллю за перемогу на чемпіонаті світу з плавання в Досі-2024 [8; 24].

Введення генетичного тесту на наявність в організмі гена SRY з метою підтвердження біологічної статі викликало серед спортсменів та представників медицини як підтримку, так і критику через сумнів у надійності методу та проблем його використання.

Девід Ендрю Сінклер — професор-генетик (Австралія) висловив свою думку про обов'язковий генетичний тест, запропонований World Athletics для спортсменок, і зазначив, що це помилка [14] (рис. 5).

«Мені чи не знати — я відкрив відповідний ген SRY. Я підтверджую, що не підтримую це



Рис. 5. Професор Девід Ендрю Сінклер — професор-генетик

спрощене ствердження президентом World Athletics Себастьяном Коу, який нещодавно оголосив нові правила для спортсменок про обов'язкове проходження їх біологічної статі, стверджуючи, що ген SRY є надійним індикатором визначення біологічної статі в спорті.

Разом з іншими експертами я переконав представників МОК відмовитися від застосування гена SRY для тестування біологічної статі жінок ще на Олімпійських іграх 2000 року в Сіднеї. Тому дуже здивований, що через 20 років по тому здійснюються безумні спроби повернути цей тест.

Визначав усі проблеми, пов'язані з функціональними особливостями SRY, цей ген не слід використовувати для виключення спортсменок зі змагань».

Новою, десятою, президенткою Міжнародного олімпійського комітету стала сорокарічна Кірсті Ковентрі з Зімбабве (рис. 6). Вона наймолодша президентка МОК із часів засновника Нових олімпійських ігор — П'єра де Кубертена. Обрана президенткою МОК 20 березня 2025 року і стала першою жінкою та першою представницею Африки на цьому посту.



Рис. 6. Томас Бах і Кірсті Ковентрі

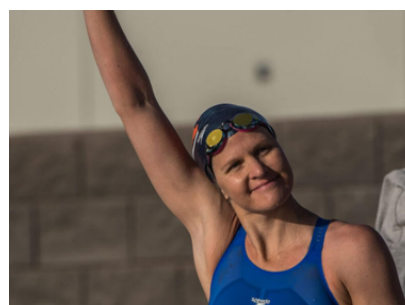


Рис. 7. Кірсті Ковентрі — дворазова олімпійська чемпіонка з плавання

Кірсті Ковентрі народилась у столиці Зімбабве — Хараре. Дворазова чемпіонка Олімпійських ігор (2004, 2008) зі спортивного плавання (рис. 7). У Зімбабве очолювала посаду міністра спорту, відпочинку та культури [15].

Виступаючи на Генеральній асамблеї Європейського олімпійського комітету в лютому 2025 року, сказала: «Будучи колишньою спортсменкою та маючи двох маленьких дочок, я хочу забезпечити захист жіночого спорту. Я не вважаю, що трансгендерні спортсменки повинні змагатися на Олімпійських іграх у жіночих видах програми» [15; 18].

Президент США Дональд Трамп підписав наказ щодо заборони трансгендерним спортсменкам брати участь у змаганнях серед жінок. Наказ від 6 лютого 2025 року № 12421 під назвою «Не допускати чоловіків у жіночий спорт». «...3 цим указом війна проти жіночого спорту закінчена», — заявив Трамп на церемонії підпису наказу [6; 16].

Трамп має намір домогтися від МОК зміни правил до початку Олімпійських ігор 2028 року в Лос-Анджелесі.

Література

1. Боднар ПМ, Комісаренко ЮІ, Михальчишин ГП, та ін. Ендокринологія : підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів. 5-те вид., оновл. та доповн. Вінниця : Нова Книга; 2020. 536 с. [Bodnar PM, Komisarenko Yul, Mykhalychshyn HP, et al. Endokrynolohiia.] Available from: <http://ir.library.nmu.com/handle/123456789/6475>.
2. З'явилися докази, що олімпійська чемпіонка Іман Халіф — чоловік. Novyny.LIVE. [Ziavlyisia dokazy, shcho olimpiiska chempionka Iman Khalif — cholovik.] Available from: <https://sport.novyny.live/iman-khelif-vse-zh-taki-ie-cholovikom-ziavlasia-nova-informatsiia-211191.html>.
3. Новини спорту сьогодні. Podrobnosti.ua. [Novyny sportu sohodni.] Available from: <https://podrobnosti.ua/sport/>.
4. Скандальну олімпійську чемпіонку відсторонили від боксу на тлі радикальних перевірок на стать. РБК-Україна. [Skandalnu olimpiisku chempionku vidstoronily vid boks na tli radykalnykh perevirok na stat.] Available from: <https://www.rbc.ua/rus/news/skandalnu-olimpiysku-chempionku-vidstoronili-1748690671.html>.
5. Трансгендерним спортсменам можуть заборонити брати участь в Олімпійських іграх. УНІАН. [Transhendernym sportsmenam mozhut zaboronyty braty uchast v Olimpiyskykh ihrakh.] Available from: <https://sport.unian.ua/othersports/olimpiyski-igri-transgenderam-mozhut-zaboroniti-brati-uchast-u-zmagannyah-12898035.html>.
6. Українська правда. [Ukrainska pravda.] Available from: <https://www.pravda.com.ua/>.
7. Шахліна Л, Футорний С, Владимірова Н, Маслова О, Котко Д, Гончарук Н. Трансгендери в сучасному олімпійському спорті: проблеми та шляхи їх розв'язання. Репродуктивна ендокринологія. 2023;(5-6):64–71. [Shakhlina L, Futorniy S, Vladymyrova N, Maslova O, Kotko D, Honcharuk N. Transhendery v suchasnomu olimpiiskomu sporti: problemy ta shliakhy yikh rozv'iazannia.] DOI: 10.18370/2309-4117.2023.70.46-53.
8. Шахліна Л. Шлях жінок-спортсменок до олімпійського п'єдесталу: Париж-1900 — Париж-2024. Спортивна медицина, фізична терапія та еротерапія. 2024;(2):60-65. [Shakhlina L. Shliakh zhinok-sportsmenok do olimpiiskoho piedestalu: Paryzh—1900—Paryzh—2024.] DOI: 10.32782/spmed.2024.2.60-65.

Кірсті Ковентрі планує найближчим часом зустрітися з Дональдом Трампом через те, що у 2028 році у Лос-Анджелесі (США) проходитимуть XXXIV Олімпійські ігри [18].

Висновки. Федерація Fina стала першою організацією, яка легалізувала окремі змагання трансгендерів — створила окремі категорії — «відкрити» для трансгендерів (ухвалено на конгресі Fina в Будапешті 2022).

World Athletics з 1 вересня 2025 ввела положення про обов'язкове проходження гендерного тесту (одноразово) на наявність гена SRY (Sex determining region Y) для допуску спортсменок у жіночих видах програми з легкої атлетики світового рейтингу.

Девід Ендрю Сінклер, який відкрив ген SRY, не підтримує обов'язкового використання гена SRY для тестування біологічної статі спортсменок.

Обрання нового президента МОК — 2025 — Кірсті Ковентрі, політичний наказ президента США Дональда Трампа проти участі трансгендерів в Олімпійських іграх ще внесуть корекцію в допуск спортсменок у жіночі види олімпійського спорту.

9. Ansara YG. Beyond cisgenderism. In: Counselling ideologies. London: Routledge; 2016. p.167–200. DOI: 10.4324/9781315574462-10.
10. Genel M. Gender verification no more? Medscape Womens Health. 2000;5(3):E2. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11109043/>.
11. InterAction. Available from: <https://interaction.org.au/>.
12. Kirsty Coventry ready to “push boundaries” and “take tough decisions” as newly elected IOC President. AIPS Media. Available from: <https://www.aipsmedia.com/aips/pages/articles/2025/36477.html>.
13. Knox T, Anderson LC, Heather A. Transwomen in elite sport: scientific and ethical considerations. J Med Ethics. 2019;45(6):395–403. DOI: 10.1136/medethics-2018-105208.
14. Lee PA, Houk CP, Ahmed SF, Hughes IA, et al. Consensus statement on management of intersex disorders. Pediatrics. 2006;118(2):e488–e500. DOI: 10.1542/peds.2006-0738.
15. McQuillan L. Transgender women athletes' future in competition uncertain as sports organizations change rules, issue bans. CBC Sports. 2022 Jun 21. Available from: <https://www.cbc.ca/sports/transgender-women-athletes-future-swimming-ban-1.6496497>.
16. Middleton L. New Olympic chief wants “stronger stance” on trans exclusion. Context. Available from: <https://www.context.news/socioeconomic-inclusion/new-olympic-chief-wants-stronger-stance-on-trans-exclusion>.
17. Oliver B. Exclusive: Hubbard set to become first transgender athlete to compete at Olympics after IOC accepts rule change. Inside the Games. 2021 May 5. Available from: <https://www.insidethegames.biz/articles/1107439/hubbard-qualifies-after-rule-change>.
18. Olympic gold medallist Imane Khelif must undergo mandatory sex testing to compete in world boxing events. RingMagazine.com. Available from: <https://ringmagazine.com/en/news/olympic-gold-medallist-imane-khelif-must-undergo-mandatory-sex-testing-world-boxing-events>.
19. Olympic News. Olympics.com. Available from: <https://olympics.com/en/news>.
20. Pfister G. Sport and women. London: Routledge; 2005. DOI: 10.4324/9780203987087.

21. Riquelme G. Thomas Bach: "El olimpismo tenía que hacer algo, hay más de 100 millones de refugiados". MARCA. Available from: <https://www.marca.com/olimpismo/2022/10/27/635985e146163f3c418b457b.html>.

22. Ritchie R, Reynard J, Lewis T. Intersex and the Olympic Games. *J R Soc Med*. 2008;101(8):395–399. DOI: 10.1258/jrsm.2008.080086.

23. Shakhlina LAG, Chistyakova MA. Gender politics and issues of sexual dimorphism in the practice of modern sports. *Sports Med Phys Rehabil*. 2019;(2):18–23. DOI: 10.32652/spmed.2019.2.18-23.

24. Shakhlina LYG, et al. Transgender in modern Olympic sports: problems and ways of their solution. *Reprod Endocrinol*. 2023;(70):46–53. DOI: 10.18370/2309-4117.2023.70.46-53.

25. Suspended persons. Aquatics Integrity Unit. Available from: <https://aquaticintegrty.com/suspended-persons>.

26. The evolution of women in sports: a path forward. AISTS. Available from: <https://aists.org/the-evolution-of-women-in-sports-and-the-path-forward>.

27. Transgender women athletes and elite sport – misleading at best, intellectually dishonest at worst. Macdonald-Laurier Institute. Available from:

<https://macdonaldlaurier.ca/transgender-women-athletes-and-elite-sport-misleading-at-best-intellectually-dishonest-at-worst>.

28. Weisman DL. Transgender athletes, fair competition, and public policy. *Regulation*. 2022;45(3):18–21. Available from: <https://www.cato.org/regulation/fall-2022/transgender-athletes-fair-competition-public-policy>.

29. Wise J. What is the SRY gene test, and should it be used to test female athletes? *BMJ*. 2025;390:r1698. DOI: 10.1136/bmj.r1698.

30. World Athletics introduces SRY gene test for athletes wishing to compete in the female category. World Athletics. Available from: <https://worldathletics.org/news/press-releases/sry-gene-test-athletes-female-category>.

31. World Athletics to introduce biological sex tests for female athletes. Sport Resolutions. Available from: <https://www.sportresolutions.com/news/world-athletics-to-introduce-biological-sex-tests-for-female-athletes>.

32. World Boxing admit to being wrong by naming Imane Khelif in sex test statement. Flashscore. Available from: <https://www.flashscore.com/news/world-boxing-admit-to-being-wrong-by-naming-imane-khelif-in-sex-test-statement/Uc3QKr5j/>.

ORCID 0000-0003-1069-5232, ishakhlina@uni-sport.edu.ua

ORCID 0000-0003-1623-7929, sfutorny@uni-sport.edu.ua

ORCID 0000-0003-1802-3035, opyzhov@uni-sport.edu.ua

ORCID 0000-0003-1626-1005, chystiakova@kpnu.edu.ua

ORCID 0000-0002-0408-5246, nhoncharuk@uni-sport.edu.ua

Дата першого надходження статті до видання: 20.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 14.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Когнітивні детермінанти результативності гравців у кіберспорті: аналітичний синтез сучасних емпіричних даних

УДК 796.044.38:796.092.29(045)

**О. А. Шинкарук, С. Ю. Грішкін, М. С. Бортнік,
О. С. Петрик, О. Ю. Бафадаров**

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. *Вступ.* Результативність у кіберспорті формується в умовах високої інформаційної щільності, інтенсивного когнітивного навантаження та психофізіологічного стресу, що зумовлює провідну роль когнітивних і регуляторних механізмів у забезпеченні успішної змагальної діяльності. *Мета.* Здійснити аналітичний синтез сучасних емпіричних наукових даних щодо когнітивних і психофізіологічних детермінант результативності кіберспортсменів з визначенням їх ієрархічної організації, специфіки, зумовленої типом ігрової діяльності, та ролі автономної регуляції в забезпеченні когнітивної ефективності. *Методи.* Дослідження виконано з використанням методів теоретичного аналізу, систематизації та аналітичного синтезу наукових джерел, індексованих у базах Scopus, Web of Science та PubMed. Проаналізовано оригінальні емпіричні дослідження, систематичні огляди та метааналізи, присвячені FPS- і МОБА-дисциплінам. Інтерпретацію результатів здійснювали з урахуванням показників p , стандартизованої різниці середніх (SMD), коефіцієнтів кореляції (r) та детермінації (R^2), що дало змогу оцінити статистичну й практичну значущість когнітивних чинників. *Результати.* Узагальнення сучасних емпіричних даних засвідчило наявність специфічних когнітивних профілів кіберспортсменів, зумовлених характером ігрової діяльності. Для FPS-дисциплін провідне значення мають сенсомоторна швидкість, інгібіторний контроль та ефективність зорової уваги, що проявляється в скороченні тривалості фіксацій погляду, підвищенні швидкості сакадичних рухів очей та автоматизації процесів сприйняття й ухвалення рішень. У МОБА-дисциплінах ключовими предикторами результативності є робоча пам'ять, когнітивна гнучкість й ефективність ухвалення рішень, які пояснюють до 40–45 % варіативності рейтингових показників. Показано, що жанрові відмінності проявляються також у специфіці моторного контролю та координації дій. Когнітивні переваги реалізуються в умовах значного психофізіологічного навантаження, при цьому вирішальне значення має не інтенсивність стресових реакцій, а ефективність автономної та емоційної регуляції, а також швидкість відновлення функціонального стану. Додатково підтверджено позитивний вплив когнітивних тренувальних програм та біологічного зворотного зв'язку на зоровий контроль, точність виконання дій і нейронну ефективність гравців. *Висновки.* Результативність у кіберспорті розглядається як інтегративний психофізіологічний феномен, що формується внаслідок ієрархічної взаємодії уваги, сенсомоторних механізмів, когнітивної гнучкості, процесів ухвалення рішень і регуляторних механізмів. Отримані узагальнення обґрунтовують доцільність комплексного підходу до підготовки кіберспортсменів з урахуванням специфіки, зумовленої типом ігрової діяльності.

Ключові слова: кіберспорт, когнітивні детермінанти, увага, когнітивна гнучкість, прийняття рішень, психофізіологічна та емоційна регуляція, командна взаємодія.

Cognitive determinants of player performance in esports: an analytical synthesis of contemporary empirical data

*O. A. Shynkaruk, S. Yu. Hrishkin, M. S. Bortnik, O. S. Petryk,
O. Yu. Bafadarov*

National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

Abstract. Esports performance develops under conditions of high information density, intensive cognitive load, and psychophysiological stress, which determines the leading role of cognitive and regulatory mechanisms in ensuring successful competitive activity. *Purpose.* The purpose of this study was to conduct an analytical synthesis of contemporary empirical scientific data on the cognitive and psychophysiological determinants of esports athletes' performance, with the identification of their hierarchical organization, discipline-specific characteristics related to the type of game activity, and the role of autonomic regulation in supporting cognitive efficiency. *Methods.* The study employed methods of theoretical analysis, systematization, and analytical synthesis of scientific sources indexed in Scopus, Web of Science, and PubMed. Original empirical studies, systematic reviews, and meta-analyses focusing on FPS and MOBA disciplines were analyzed. The interpretation of results was carried out using p-values, standardized mean differences (SMD), correlation coefficients (r), and coefficients of determination (R^2), which allowed for the assessment of both statistical and practical significance of cognitive factors. *Results.* The synthesis of contemporary empirical data demonstrated the presence of distinct cognitive profiles in esports athletes, determined by the nature of game activity. In FPS disciplines, sensorimotor speed, inhibitory control, and the efficiency of visual attention play a leading role, manifested by reduced gaze fixation duration, increased saccadic eye movement velocity, and the automation of perceptual and decision-making processes. In MOBA disciplines, working memory, cognitive flexibility, and decision-making efficiency are the key predictors of performance, accounting for up to 40–45 % of the variance in ranking indicators. Genre-related differences were also observed in motor control and coordination patterns. Cognitive advantages are realized under conditions of substantial psychophysiological load; however, decisive factors are not the intensity of stress responses but the effectiveness of autonomic and emotional regulation, as well as the speed of functional recovery. Additionally, a positive effect of cognitive training programs and biofeedback interventions on visual control, action accuracy, and neural efficiency in players was confirmed. *Conclusions.* Esports performance is an integrative psychophysiological phenomenon formed through the hierarchical interaction of attention, sensorimotor mechanisms, cognitive flexibility, decision-making processes, and regulatory functions. The obtained generalizations substantiate the need for a comprehensive approach to esports training that takes into account features determined by the type of gaming activity.

Keywords: esports, cognitive determinants, attention, cognitive flexibility, decision making, psychophysiological and emotional regulation, team interaction.

Постановка проблеми. Змагальна діяльність у кіберспорті характеризується високою інтенсивністю когнітивних процесів, за яких гравець у реальному часі здійснює обробку зорової інформації, прогнозування дій опонентів й ухвалення рішень в умовах часових обмежень та невизначеності. Результативність визначається насамперед рівнем когнітивної ефективності, тоді як сенсомоторні та регуляторні механізми забезпечують точну й стабільну реалізацію ухвалених рішень у процесі ігрової діяльності [20].

Сучасні емпіричні дослідження демонструють, що висококваліфіковані кіберспортсмени

відрізняються від гравців з нижчим рівнем майстерності не лише швидкістю реакції, а насамперед структурною організацією когнітивних функцій — уваги, робочої пам'яті, когнітивної гнучкості та механізмів ухвалення рішень [7; 17].

Окремий напрям сучасних досліджень присвячений ролі командної взаємодії у формуванні результативності кіберспортсменів, зокрема в умовах різного формату змагальної діяльності. Показано, що ефективність командної координації, розподілу ролей та синхронізації рішень безпосередньо пов'язана з когнітивним

навантаженням гравців і стабільністю ігрових дій, особливо в MOBA-дисциплінах [2].

У FPS-дисциплінах провідну роль відіграють механізми реактивного контролю та сенсомоторної обробки інформації, що ґрунтуються на швидкій ідентифікації релевантних стимулів й ефективному інгібіторному контролі, тоді як у MOBA-іграх ключовими чинниками результативності є робоча пам'ять, когнітивна гнучкість і стратегічне ухвалення рішень, пов'язані з управлінням множинними змінними ігрового середовища [11; 16; 17].

Реалізація когнітивних переваг у кіберспорті відбувається в умовах значного психофізіологічного навантаження, що супроводжується активацією симпатичної ланки автономної нервової системи, підвищенням частоти серцевих скорочень та зниженням показників варіабельності серцевого ритму під час офіційних змагальних матчів [12; 22]. Водночас результати низки досліджень свідчать, що ключовим чинником високої результативності є не мінімізація стресових реакцій як таких, а ефективність автономної регуляції та швидкість відновлення психофізіологічного балансу після змагального навантаження [31].

Емоційні стани гравців є одним із ключових чинників регуляції ігрової діяльності у кіберспорті, які в умовах командної взаємодії можуть як підвищувати, так і знижувати ефективність ухвалення рішень. Теоретичні та прикладні дослідження засвідчують, що рівень емоційної напруги, емоційна стабільність і здатність до регуляції афективних реакцій істотно впливають на показники командної ігрової ефективності [1; 3].

Попри зростання обсягу наукових публікацій, більшість досліджень зосереджується на ізольованому аналізі окремих когнітивних або психофізіологічних показників, що ускладнює формування цілісного уявлення про механізми результативності в кіберспорті. Фрагментарність наявних даних і варіативність результатів залежно від типу ігрової діяльності актуалізують потребу в аналітичному синтезі сучасних емпіричних досліджень з метою визначення ієрархії когнітивних детермінант та їх взаємодії з психофізіологічними механізмами регуляції.

З огляду на це, актуальним є системний аналіз когнітивних і психофізіологічних чинників результативності у кіберспорті, що дає змогу не лише узагальнити сучасні наукові

дані, а й обґрунтувати перспективні напрями науково-методичного забезпечення підготовки гравців у різних кіберспортивних дисциплінах.

Метою дослідження є аналітичний синтез сучасних емпіричних наукових даних щодо когнітивних і психофізіологічних детермінант результативності кіберспортсменів з визначенням їх ієрархічної організації, специфіки, зумовленої типом ігрової діяльності, та ролі автономної регуляції в забезпеченні когнітивної ефективності.

Методи досліджень. Дослідження виконано з використанням методів теоретичного аналізу та систематизації наукових джерел, що відповідають сучасним вимогам доказової науки у сфері спорту та когнітивної психології.

Проведено цілеспрямований аналіз публікацій останніх років, представлених у міжнародних наукометричних базах (Scopus, Web of Science, PubMed та ін.), що стосуються когнітивних, нейрофізіологічних та психофізіологічних аспектів кіберспорту. До аналізу включено оригінальні емпіричні дослідження, систематичні огляди та метааналізи, присвячені FPS та MOBA-дисциплінам.

Застосовано методи порівняльного аналізу результатів досліджень різних авторів; аналітичного синтезу кількісних показників (р-значення, коефіцієнти кореляції, коефіцієнти детермінації RI, стандартизована різниця середніх); логічного структурування когнітивних детермінант за рівнями їх функціональної значущості.

Інтерпретацію статистичних результатів здійснювали з урахуванням сучасних методологічних рекомендацій щодо аналізу емпіричних даних, які передбачають оцінювання не лише статистичної значущості відмінностей, а й величини ефекту та пояснювальної здатності статистичних моделей. Аналізувалися показники рівня значущості (p), стандартизованої різниці середніх (SMD), коефіцієнтів кореляції (r) та коефіцієнтів детермінації (RI), що давало змогу комплексно оцінити внесок когнітивних чинників у формування ігрової результативності.

Практичну значущість результатів інтерпретували з урахуванням загальноприйнятих підходів до оцінювання ефектів у прикладному статистичному аналізі, згідно з якими значення стандартизованої різниці середніх (SMD) $\geq 0,50$ відповідають середньому та високому розміру ефекту, а коефіцієнти детермінації (RI) $> 0,40$ розглядаються як показники високої

пояснювальної здатності моделей при аналізі складної діяльності [30]. Особливу увагу приділяли зіставленню величин ефекту між різними когнітивними показниками, що давало змогу виокремити найбільш інформативні предиктори успішності в різних кіберспортивних дисциплінах.

Застосований підхід до статистичної інтерпретації вніможливив фрагментарне трактування окремих показників і забезпечив системне бачення результативності ігрової діяльності в кіберспорті як інтегративного психофізіологічного феномену, детермінованого взаємодією когнітивних механізмів діяльності та автономної регуляції в умовах змагального навантаження.

Під час інтерпретації результатів нейрофізіологічних досліджень враховували показники латентності ERP-компонентів і параметри сенсомоторної обробки, які широко застосовують для оцінювання швидкості та точності когнітивної обробки інформації у FPS-дисциплінах [19; 29].

Результати досліджень. Аналіз наукових досліджень останніх років свідчить, що результативність ігрової діяльності в кіберспорті зумовлюється не ізольованими когнітивними характеристиками, а інтегративним поєднанням когнітивних показників і психофізіологічних механізмів регуляції, специфічних для типу ігрової діяльності. Узагальнення емпіричних даних дає змогу виокремити три основні групи когнітивних детермінант, значущість яких системно підтверджується результатами досліджень різних авторів:

- параметри сенсомоторної обробки, зокрема швидкість реагування та точність виконання дій;

- характеристики уваги та робочої пам'яті, що забезпечують обробку й утримання релевантної інформації;

— процеси ухвалення рішень в умовах змагального навантаження, включно з регуляцією дій в умовах стресу та часових обмежень.

Узагальнення емпіричних результатів, наведених у Таблицях 1–3, свідчить, що в більшості досліджень величина ефекту для когнітивних показників перебуває в межах середнього та високого рівнів ($SMD \approx 0,50–0,80$), а статистична значущість результатів переважно перевищує порогові значення ($p < 0,05$). Це підтверджує відтворюваність і стійкість виявлених закономірностей у вибірках різної чисельності та за умов застосування різних методичних підходів.

Таблиця 1 відображає системні відмінності в структурі когнітивних показників гравців залежно від типу ігрової діяльності. У FPS-дисциплінах провідну роль відіграють показники сенсомоторної обробки та інгібаторного контролю, тоді як у MOBA-іграх більш вираженими є характеристики робочої пам'яті, уваги та процесів стратегічного ухвалення рішень.

Професійні гравці FPS-дисциплін демонструють суттєве скорочення часу ухвалення рішень (на 18–35 %) і зменшення латентності когнітивної обробки порівняно з гравцями з нижчим рівнем підготовленості, що підтверджується як показниками виконання когнітивних завдань, так і нейрофізіологічними даними [4; 19; 29].

Одним із найбільш відтворюваних результатів у дослідженнях кіберспорту є зменшення латентного часу реакції в професійних гравців. Зокрема, у FPS-дисциплінах (CS, Valorant) професійні гравці демонструють скорочення часу ухвалення рішень на 18–35 % порівняно з аматорами [19], а в задачах двійкового вибору різниця між експертами та новачками сягає $\approx 88,9$ мс, що підтверджено моделями накопичення доказів у процесі ухвалення рішень [4]. Величина виявлених міжгрупових відмінностей відповідає середньому та високому розмірам

ТАБЛИЦЯ 1 – Порівняння когнітивних показників гравців FPS- та MOBA-дисциплін у кіберспорті

Когнітивний показник	FPS (CS, Valorant)	MOBA (LoL, Dota 2)	Статистична значущість	Джерело
Час простої реакції, мс	↓ на 18–35 %	Вищий	$p < 0,05$	Manci et al., 2024
Час прийняття рішення (two-choice task), мс	–88,94 мс порівняно з новачками	–	$p < 0,01$	Barton S., 2025
Інгібіторний контроль (Flanker test)	Вищий рівень точності	Нижчий	$p = 0,01–0,02$	Manci et al., 2024
Стійкість уваги (Mackworth test)	Вища	Нижча	$p = 0,02$	Manci et al., 2024
Робоча пам'ять	Середній рівень	Вищий	$p < 0,05$	Miao H et al., 2024

ефекту, що свідчить про практичну значущість сенсомоторної обробки як детермінанти результативності ігрової діяльності, а не лише про статистичну достовірність відмінностей.

Нейрофізіологічні дані свідчать, що зазначена перевага не зводиться до прискорення моторних реакцій. Зменшення латентності ERP-компонента P300 у професійних гравців [29] інтерпретується як прискорене розпізнавання значущих стимулів і більш ефективна когнітивна обробка інформації, що має безпосереднє значення для результативності ігрової діяльності в умовах високої швидкості подій.

Так, сенсомоторна швидкість у кіберспорті розглядається не як ізольований показник, а як індикатор оптимізації когнітивних процесів обробки інформації та ухвалення рішень у змагальних умовах.

Другою ключовою детермінантою результативності є організація уваги, яка істотно варіює залежно від типу ігрової дисципліни. Аналіз досліджень із використанням технологій eye-tracking свідчить, що високий рівень ігрової майстерності в кіберспорті пов'язаний не зі збільшенням кількості зорових фіксацій, а з оптимізацією параметрів зорової уваги — скороченням тривалості фіксацій, підвищенням швидкості сакадичних рухів очей та цілеспрямованим розподілом уваги в ключових зонах ігрового простору [24].

Метааналіз eye-tracking-досліджень показав, що гравці експертного рівня характеризуються коротшою тривалістю фіксацій погляду ($SMD = -0,66$; $p < 0,05$), що свідчить про більш швидке перемикання зорової уваги без зниження точності виконання ігрових дій. Водночас відсутність статистично значущих відмінностей у кількості фіксацій вказує на якісну, а не кількісну перебудову механізмів зорового контролю [13].

Кількісні показники зорової уваги, отримані за допомогою методів eye-tracking, які відрізняють професійних гравців від новачків, наведено в Таблиці 2.

Значення стандартизованої різниці середніх ($SMD = -0,66$) відповідає середньо-високому розміру ефекту, що вказує на істотні відмінності в організації зорової уваги між експертами та новачками навіть за відсутності статистично значущих відмінностей у кількості зорових фіксацій.

Отримані результати свідчать, що високий рівень ігрової майстерності в кіберспорті ґрунтується не на збільшенні інтенсивності візуальної активності, а на її оптимізації (рис. 1). Представлені на рисунку 1 узагальнені характеристики когнітивних показників відображають виражену спеціалізацію організації когнітивних процесів гравців залежно від типу ігрової діяльності.

Для FPS-дисциплін характерні високі значення показників швидкості реакції та інгібаторного контролю, що свідчить про домінування механізмів реактивного контролю та сенсомоторної обробки, необхідних для оперативного реагування на швидкозмінні візуальні стимули.

Натомість у МОБА-дисциплінах більш вираженими є показники робочої пам'яті та когнітивної гнучкості, що відображає орієнтацію на стратегічне планування, обробку множинних інформаційних змінних і динамічне коригування ігрових рішень у процесі командної взаємодії.

У МОБА-дисциплінах домінують показники робочої пам'яті та ітивної гнучкості, що свідчить про орієнтацію на стратегічне планування, обробку великої кількості інформаційних змінних і динамічне коригування ігрових рішень.

Так, наведені на рисунку 1 узагальнені характеристики підтверджують, що результативність ігрової діяльності в кіберспорті зумовлюється не універсальним набором когнітивних здібностей, а специфічною організацією когнітивних ресурсів, адаптованою до вимог конкретної ігрової дисципліни.

Специфічні відмінності в організації когнітивних ресурсів гравців різних кіберспортивних дисциплін наочно проілюстровано на рис. 1.

ТАБЛИЦЯ 2 — Показники зорової уваги за даними eye-tracking у професійних гравців і новачків (Luo et al., 2025)

Показник	Експерти	Новачки	Ефект	Статистичні дані
Тривалість фіксації, SMD	Коротша	Довша	Середній	$SMD = -0,66$
Кількість фіксацій	Без різниць	Без різниць	-	$p = 0,58$
Сакадна швидкість	Вища	Нижча	Значущий	$p = 0,02$
Фіксації в АОІ	Таргетовані	Розсіяні	Високий	$p < 0,001$

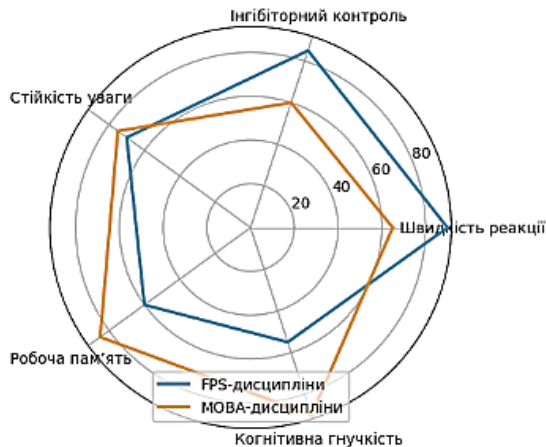


Рис. 1. Когнітивні профілі гравців у кіберспорті залежно від ігрової дисципліни

У FPS-гравців організація уваги характеризується переважанням вибіркової уваги з активним периферичним моніторингом зорового поля. За даними Mackworth Clock Test і Flanker Test, гравці FPS-дисциплін демонструють статистично значуще вищу точність виконання завдань і коротший час реакції ($p = 0,01–0,02$) порівняно з гравцями MOBA-дисциплін [15], що узгоджується з вимогами до оперативного реагування на швидкозмінні візуальні стимули.

У MOBA-дисциплінах більш вираженою є розподілена та багатофокусна організація уваги, функціонально пов'язана з робочою пам'яттю. Гравці з високим рейтингом MMR у Dota 2 та League of Legends демонструють кращі показники робочої пам'яті та швидкості обробки інформації [17], що забезпечує ефективне керування великою кількістю змінних і взаємозалежних подій у складному ігровому середовищі.

Поряд із параметрами сенсомоторної обробки та особливостями зорової уваги, сучасні дослідження кіберспорту акцентують роль вищих когнітивних функцій, насамперед когнітивної гнучкості та процесів ухвалення рішень як детермінант результативності ігрової діяльності. На відміну від переважно реактивних

механізмів, ці процеси відображають здатність гравця адаптувати когнітивну організацію діяльності до динамічних ігрових ситуацій, прогнозувати розвиток подій та здійснювати обґрунтований вибір дій в умовах невизначеності й ризику.

Емпіричні дослідження, виконані переважно на вибірках гравців MOBA-дисциплін, свідчать, що показники когнітивної гнучкості та процесів ухвалення рішень мають статистично значущий зв'язок із кількісними показниками ігрової результативності, зокрема рейтинговим рівнем, ефективністю фарму, контролем ігрового простору та стабільністю виконання ігрових дій. Застосування кореляційного й регресійного аналізу дало змогу встановити, що саме ці когнітивні характеристики пояснюють суттєву частку варіативності результативності, перевищуючи за пояснювальною здатністю окремі сенсомоторні показники.

За результатами прикладного статистичного аналізу значення коефіцієнта детермінації $RI > 0,40$ інтерпретується як показник високої пояснювальної здатності моделей, що свідчить про провідну роль когнітивної гнучкості та механізмів ухвалення рішень у формуванні результативності ігрової діяльності порівняно з більшістю окремих когнітивних і сенсомоторних характеристик.

Кількісні взаємозв'язки між показниками когнітивної гнучкості, параметрами ухвалення рішень та результативністю ігрової діяльності в MOBA-дисциплінах наведено в Таблиці 3 [30].

Майже половина варіативності показників ігрової результативності в MOBA-дисциплінах пояснюється когнітивними характеристиками, що свідчить про високу пояснювальну здатність моделей, застосованих для аналізу складної ігрової діяльності. Такий рівень детермінації підтверджує провідну роль когнітивних чинників у формуванні результативності порівняно з окремими сенсомоторними показниками.

Відмінності між переможцями та переможеними за показниками варіабельності серцевого ритму (HRV) та електродермальної активності

ТАБЛИЦЯ 3 – Взаємозв'язки між показниками когнітивної гнучкості, ухвалення рішень та результативністю ігрової діяльності в MOBA-дисциплінах (Valls-Serrano et al., 2022)

Показник	Статистичний зв'язок	Значущість	Модель
Когнітивна гнучкість	$r = 0,504$	$p < 0,001$	Кореляція
Когнітивна гнучкість (NLT, RLT)	$R^2 = 0,442$	$p < 0,001$	Регресія
Ухвалення рішень	$R^2 = 0,236$	$p = 0,009$	Регресія

характеризуються помірною величиною ефекту. Це свідчить не про відсутність стресових реакцій у результативних гравців, а про більш ефективну автономну регуляцію та підтримання функціональної стабільності в умовах змагального навантаження.

Взаємозв'язок між рівнем когнітивної гнучкості та показниками ігрової результативності в МОБА-дисциплінах наведено на рис. 2.

Отримані регресійні залежності ($RI = 0,442$; $p < 0,001$) підтверджують, що показники когнітивної гнучкості є одними з найбільш інформативних предикторів ігрової результативності у МОБА-дисциплінах, пояснюючи до 44 % варіативності рейтингових показників. Такий рівень детермінації відповідає високій пояснювальній здатності моделей під час аналізу складної багатофакторної ігрової діяльності [16; 30].

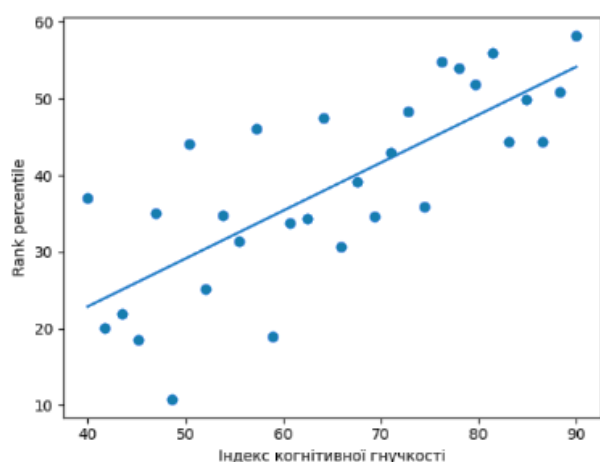


Рис. 2. Зв'язок когнітивної гнучкості з показниками ігрової результативності у МОБА-дисциплінах

Отримані дані свідчать, що здатність до швидкого перемикавання між когнітивними стратегіями, адаптації до змін ігрової ситуації та оперативної переоцінки тактичних рішень є одним із ключових чинників результативності в стратегічно орієнтованих кіберспортивних дисциплінах. Це підкреслює провідну роль вищих когнітивних функцій у забезпеченні стабільної

ігрової діяльності на високому рівні майстерності.

Когнітивні переваги гравців реалізуються в умовах значного психофізіологічного навантаження. Під час змагальної діяльності спостерігається підвищення частоти серцевих скорочень на 30–50 % і зниження показників варіабельності серцевого ритму (HRV) [12], що свідчить про активацію симпатичної ланки автономної нервової системи. Водночас ключовою відмінністю результативних гравців є швидше відновлення автономної регуляції після завершення ігрової сесії, що проявляється у вищих значеннях показника RMSSD та HF-компонента HRV [5; 6; 14; 32].

Динаміку основних психофізіологічних показників у процесі змагальної діяльності кіберспортсменів представлено в таблиці 4.

Психофізіологічні дані свідчать, що реалізація когнітивної діяльності в змагальних умовах можлива за умови адекватної автономної регуляції функціонального стану організму.

Показники електродермальної активності додатково підтверджують роль регуляторних механізмів: у програних матчах інтенсивність стрес-реакцій була вищою ($nrSCR \approx 2,60$) порівняно з переможцями ($\approx 1,85$; $p < 0,05$), що вказує на менш ефективну регуляцію емоційного напруження [5; 6].

Системний аналіз наявних досліджень дає змогу дійти висновку, що когнітивні детермінанти результативності ігрової діяльності в кіберспорті мають ієрархічну організацію. Базовий рівень утворюють показники сенсорної обробки та характеристики уваги, на основі яких формується рівень когнітивної гнучкості й процесів ухвалення рішень. Реалізація цих когнітивних механізмів у змагальній діяльності значно залежить від ефективності психофізіологічної регуляції.

Системний характер формування результативності ігрової діяльності в кіберспорті узагальнено у вигляді інтегративної моделі (рис. 3). Запропонована модель відображає ієрархічну

ТАБЛИЦЯ 4 – Психофізіологічні показники автономної регуляції в кіберспортсменів під час змагальної діяльності

Показник	Зміна під час гри	Переможці	Переможені	Джерело
ЧСС	↑ 30–50 %	Помірне ↑	Виразне ↑	Leis & Lautenbach, 2022
SDNN, RMSSD	↓	Вищі post-game	Нижчі post-game	Machado et al., 2022
LF/HF	↑	↓ після гри	↑ після гри	Machado et al., 2022
EDA (nrSCR)	↑ при ключових подіях	$1,85 \pm 1,73$	$2,60 \pm 2,21$	Berga, D. et al.

організацію когнітивних і психофізіологічних детермінант результативності. Базовий рівень представлений сенсомоторною швидкістю та параметрами уваги, які забезпечують обробку ігрових стимулів у режимі реального часу. На цьому підґрунті формується рівень когнітивної гнучкості та ухвалення рішень, що визначає здатність гравців до адаптації в умовах динамічної ігрової взаємодії.

Так, узагальнення емпіричних даних свідчить, що внесок когнітивних характеристик у варіативність показників ігрової результативності може сягати 40–45 %, тоді як психофізіологічні механізми виконують регуляторну функцію, забезпечуючи стабільність реалізації когнітивних процесів в умовах змагального навантаження.

Регуляторний контур, представлений показниками автономної регуляції (варіабельність серцевого ритму, електродермальна активність), забезпечує підтримання функціональної стабільності організму та опосередковує реалізацію когнітивних механізмів у ситуаціях високого психофізіологічного напруження. У цьому контексті результативність ігрової діяльності в кіберспорті постає як системний ефект взаємодії когнітивних детермінант і механізмів психофізіологічної регуляції, а не як сума ізольованих психічних характеристик.

Отже, результативність у кіберспорті зумовлюється інтеграцією когнітивних процесів обробки інформації, ухвалення рішень і регуляторних механізмів функціонального стану.

Саме така системна організація діяльності відрізняє гравців високого рівня майстерності від менш підготовлених та визначає перспективні напрями науково-методичного забезпечення підготовки в різних кіберспортивних дисциплінах.

Дискусія. Результати, отримані в процесі аналітичного синтезу, узгоджуються із сучасним науковим підходом до трактування результативності ігрової діяльності в кіберспорті як наслідку інтегрованої дії когнітивних і психофізіологічних чинників, а не функції окремих психічних процесів. Більшість досліджень, опублікованих у 2021–2025 роках, підтверджує, що когнітивні характеристики мають суттєвий і статистично значущий внесок у формування ігрової результативності, причому величина цього внеску є порівнянною або перевищує внесок окремих сенсомоторних параметрів [7; 15; 30].

На базовому рівні когнітивної організації результативності провідну роль відіграють механізми уваги та зорового контролю. Мета-аналіз eye-tracking-досліджень засвідчив, що високий рівень ігрової майстерності в кіберспорті асоціюється не зі збільшенням кількості зорових фіксацій, а з оптимізацією параметрів зорової уваги, зокрема зі скороченням тривалості фіксацій, підвищенням швидкості сакадичних рухів очей та цілеспрямованим розподілом уваги у ключових зонах ігрового простору [13]. Відсутність статистично значущих відмінностей у кількості фіксацій між експертами та новачками свідчить про якісну, а не кількісну



Рис. 3. Інтегративна модель когнітивних і психофізіологічних детермінант результативності ігрової діяльності в кіберспорті

перебудову механізмів зорового контролю, що узгоджується з підходами, які інтерпретують високий рівень майстерності як результат оптимізації використання когнітивних ресурсів.

Одним із найбільш відтворюваних результатів у дослідженнях FPS-дисциплін є перевага гравців високого рівня майстерності за показниками сенсомоторної обробки. Емпіричні дані свідчать про стабільне скорочення часу реакції та часу ухвалення рішень, що супроводжується нейрофізіологічними ознаками прискореної обробки релевантної інформації, зокрема зменшенням латентності ERP-компонента P300 [4; 19; 25; 29]. Важливо, що зазначені відмінності інтерпретуються не як наслідок виключно моторної швидкості, а як результат більш ефективної організації процесів сприйняття та ухвалення рішень.

Водночас порівняльний аналіз різних жанрів кіберспорту свідчить, що сенсомоторна швидкість не є універсальним предиктором результативності ігрової діяльності. У МОБА-дисциплінах її прогностична значущість поступає ролі вищих когнітивних функцій, насамперед робочої пам'яті та когнітивної гнучкості [15; 17]. Це підтверджує наявність жанрово зумовлених відмінностей в організації когнітивних процесів, які визначають результативність у різних типах ігрової діяльності.

Найбільш переконливі кількісні докази значущості когнітивних чинників отримано в дослідженнях когнітивної гнучкості та процесів ухвалення рішень у МОБА-дисциплінах. Показано, що показники когнітивної гнучкості пояснюють до 40–45 % варіативності рейтингових показників, що свідчить про високу пояснювальну здатність статистичних моделей під час аналізу складної ігрової діяльності [30]. Це дає змогу розглядати когнітивну гнучкість як один із ключових механізмів результативності в стратегічно орієнтованих кіберспортивних дисциплінах.

Якісні та змішані дослідження процесів ухвалення рішень доповнюють ці результати, демонструючи, що гравці експертного рівня здатні поєднувати швидкі автоматизовані реакції з аналітичною обробкою інформації та контекстуальним оцінюванням ігрових ситуацій, що має особливе значення в умовах командної взаємодії [9; 21; 27; 28].

Похідним рівнем когнітивної спеціалізації є жанрово-специфічні особливості моторного

контролю. Дослідження рухових патернів у гравців різних ігрових жанрів засвідчують відмінності в координації та організації рухів залежно від когнітивних вимог гри, що підтверджує тісну інтеграцію когнітивних процесів і моторної реалізації дій у забезпеченні результативності ігрової діяльності [8].

Водночас реалізація когнітивних процесів у кіберспорті відбувається в межах певного психофізіологічного контексту. Під час змагальної діяльності фіксується активація симпатичної ланки автономної нервової системи, що проявляється в підвищенні частоти серцевих скорочень, зниженні показників варіабельності серцевого ритму та зростанні електродермальної активності [12; 14]. При цьому відмінності між переможцями та переможеними пов'язані не з інтенсивністю стресової реакції як такої, а зі здатністю до її регуляції та швидкого відновлення автономного балансу після змагального навантаження [5; 31]. Дані, отримані під час досліджень у реальних умовах кіберспортивних подій, додатково підтверджують варіативність психофізіологічних реакцій залежно від ігрової ситуації та рівня майстерності гравців [6].

Так, результати сучасних досліджень підтверджують ієрархічну модель когнітивних детермінант результативності ігрової діяльності в кіберспорті, в якій увага та сенсомоторна обробка формують базовий рівень, когнітивна гнучкість і процеси ухвалення рішень — стратегічний рівень, а психофізіологічна регуляція виконує стабілізуювальну функцію.

Практичну значущість такого підходу підтверджують експериментальні програми когнітивного тренування та біофідбек-інтервенцій, які демонструють покращення точності виконання дій, параметрів зорового контролю та нейрофізіологічних показників обробки інформації в кіберспортсменів [10; 23]. Узагальнені дані також підкреслюють важливість урахування емоційної регуляції та механізмів командної взаємодії у сучасних моделях підготовки гравців [2; 18; 26].

Висновки. Проведений аналітичний синтез сучасних наукових досліджень (2021–2025 рр.) підтвердив, що результативність ігрової діяльності в кіберспорті формується як системний ефект взаємодії когнітивних і психофізіологічних чинників і не може бути пояснена рівнем розвитку окремих психічних функцій.

Установлено наявність жанрово зумовлених відмінностей в організації когнітивних процесів залежно від типу ігрової діяльності: у FPS-дисциплінах провідну роль відіграють показники сенсомоторної обробки та інгібіторного контролю, тоді як у МОБА-дисциплінах ключовими детермінантами результативності є характеристики робочої пам'яті та когнітивної гнучкості.

Параметри уваги та зорового контролю в кіберспорті мають якісну специфіку, що проявляється в оптимізації стратегій переробки зорової інформації в гравців високого рівня майстерності без збільшення загального обсягу зорової активності.

Психофізіологічні показники свідчать, що високі результати в змагальній діяльності досягаються завдяки не зниженню інтенсивності стресових реакцій, а більш ефективній автономній регуляції та швидшому відновленню функціонального стану після змагального навантаження.

Література

- Грішкін С, Шинкарук О. Емоційні стани гравців в кіберспорті та їх вплив на результативність командної взаємодії. У: Інноваційні та інформаційні технології у фізичній культурі, спорті, фізичній терапії та ерготерапії: матеріали VIII Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю; 2025 трав. 29; Київ. Київ : НУФВСУ; 2025. С. 154–155. [Hrishkin S, Shynkaruk O. Emotional states of esports players and their influence on the effectiveness of team interaction]. In: Innovative and Information Technologies in Physical Culture, Sports, Physical Therapy and Ergotherapy: Proceedings of the 8th All-Ukrainian Scientific-Practical Conference with International Participation; 2025 May 29; Kyiv. Kyiv : NUFVSU; 2025. p.154–155.
- Грішкін С, Шинкарук О. Командна взаємодія гравців у процесі підготовки до змагань різного формату в кіберспорті. *Sport Science Spectrum*. 2024;4:25–31. [Hrishkin S, Shynkaruk O. Team interaction of players in the process of preparation for competitions of different formats in esports]. *Sport Science Spectrum*. 2024;4:25–31. DOI: <https://doi.org/10.32782/spectrum/2024-4-4>
- Грішкін С, Шинкарук О. Теоретичні підходи до дослідження емоційних станів гравців у кіберспорті при командній взаємодії. У: Молодь та олімпійський рух: зб. тез доп. XVIII Міжнар. конф. молодих вчених; 2025 трав. 22; Київ. Київ : НУФВСУ; 2025. С. 130–131. [Hrishkin S, Shynkaruk O. Theoretical approaches to the study of emotional states of esports players in team interaction]. In: Youth and the Olympic Movement: Proceedings of the 18th International Conference of Young Scientists; 2025 May 22; Kyiv. Kyiv: NUFVSU; 2025;130–131.
- Barton S. Counter-Strike players faster at decision-making, study shows [Internet]. 2025 [cited 2026 Feb 3]. Available from: <https://sheffield.ac.uk/news/counter-strike-players-faster-decision-making-study-shows>
- Berga D, Pereda A, Filippi ED, Nandi A, Febrer E, Reverte M, et al. The stress is real: physiological measurement of League of Legends players experience during a live esports event. In: Proceedings of the 12th International Conference on Sport Sciences Research and Technology Support (icSPORTS); 2024. Available from: <https://www.scitepress.org/Papers/2024/129817/129817.pdf>
- Berga D, Pereda A, Filippi ED, Nandi A, Febrer E, Reverte M, Russo L. Physiology on esports: a League of Legends study. *arXiv [Preprint]*. 2023. arXiv:2302.14269.
- Bickmann P, Wechsler K, Rudolf K, Tholl C, Froböse I, Grieben C. Comparison of reaction time between esports players of different

Отримані узагальнення дають змогу розглядати результативність у кіберспорті як наслідок ієрархічної організації когнітивних процесів, реалізація яких опосередковується механізмами психофізіологічної регуляції в умовах високого інформаційного та когнітивного навантаження.

Практичне значення дослідження полягає в обґрунтуванні доцільності комплексних програм підготовки гравців, орієнтованих на розвиток когнітивної гнучкості, оптимізацію зорового контролю та формування навичок автономної саморегуляції як складника підвищення змагальної результативності.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробленням й експериментальною перевіркою інтегрованих програм когнітивно-психофізіологічної підготовки гравців з урахуванням жанрово зумовлених особливостей організації когнітивних процесів і динаміки автономної регуляції в умовах змагального навантаження.

ent genres and sportsmen. *Int J Esports Res*. 2021;1(1):1–16. DOI: <https://doi.org/10.4018/IJER.2021010101>

8. Dupuy A, Campbell MJ, Toth AJ. Differentiating right upper limb movements of esports players who play different game genres. *Sci Rep*. 2025;15:90949. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-90949-6>

9. Imanian M, Khatibi A, Dhamala M, et al. Verify the effects of esports on cognitive skill: focusing on decision making. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2025;17:195. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01236-w>

10. Jeong I, Kaneko N, Kim D, Takahashi R, Iwama S, Dohata M, et al. Biofeedback training can enhance the performance level of esports players: focusing on cortical activity and gaze movement. *Comput Human Behav*. 2025;175:108836. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2025.108836>

11. Lee H, Hwang D, Kim H, et al. DraftRec: personalized draft recommendation for winning in multiplayer online battle arena games. In: Proceedings of the ACM Web Conference 2022 (WWW '22). New York : ACM; 2022. p.3428–3439. DOI: <https://doi.org/10.1145/3485447.3512278>

12. Leis O, Lautenbach F. Psychological and physiological stress in non-competitive and competitive esports settings: a systematic review. *Psychol Sport Exerc*. 2020;51:101738. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2020.101738>

13. Luo Y, Chen Y, Cho J, Yan C, Seo J. Differences in eye movement characteristics between expert and non-expert esports players: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2025;15(1):30185. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-12101-8>

14. Machado S, de Oliveira Sant'Ana L, Cid L, Teixeira D, Rodrigues F, Travassos B, Monteiro D. Impact of victory and defeat on perceived stress and autonomic regulation of professional esports athletes. *Front Psychol*. 2022;13:987149. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.987149>

15. Mançi E, Gençtürk U, Günay E, et al. The influence of acute sprint exercise on cognition, gaming performance, and cortical hemodynamics in esports players and age-matched controls. *Curr Psychol*. 2024;43:19643–19654. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12144-024-05750-x>

16. Martončík M, Karhulahti VM, Jin Y, Adamkovič M. Psychological predictors of long-term esports success: a registered report. *Collabra Psychol*. 2024;10(1). DOI: <https://doi.org/10.1525/collabra.117677>

17. Miao H, He H, Hou X, Wang J, Chi L. Cognitive expertise in esports experts: a three-level model meta-analysis. *PeerJ*. 2024;12:e17857. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.17857>

18. Musick G, Zhang R, et al. Leveling up teamwork in esports: understanding team cognition in a dynamic virtual environment. *Proc ACM Hum-Comput Interact.* 2021;5(CSCW1):49. DOI: <https://doi.org/10.1145/3449123>
 19. Oscarido J, Siswanto ZA, Maleke DA, Gunawan AAS. The impact of competitive FPS video games on human decision-making skills. *Procedia Comput Sci.* 2023;216:539–546. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.167>
 20. Pedraza-Ramirez I, Musculus L, Raab M, Laborde S. Setting the scientific stage for esports psychology: a systematic review. *Int Rev Sport Exerc Psychol.* 2020;13(1):319–352. DOI: <https://doi.org/10.1080/1750984X.2020.1723122>
 21. Pedraza-Ramirez I, Musculus L, Raab M, Ramaker B, Laborde S. Zooming in on decision making in esports: exploring the perceptions of expert players and coaches. *Sport Exerc Perform Psychol.* 2025;14(2):335–351. DOI: <https://doi.org/10.1037/spy0000382>
 22. Pluss MA, Novak AR, Bennett KJM, Panchuk D, Coutts AJ, Fransen J. The reliability and validity of Mobalytics Proving Ground as a perceptual-motor skill assessment for esports. *Int J Sports Sci Coach.* 2022;18(2):470–479. DOI: <https://doi.org/10.1177/1747954121086793>
 23. Qu B. Findings from the Pro Lab: cognitive profiles [Internet]. 2025 [cited 2026 Feb 3]. Available from: <https://teamliquid.com/articles/findings-from-the-pro-lab-cognitive-profiles>
 24. Ren J, Kitamura T, Izumi T. An analysis of gaze and operation differences of FPS beginners and experts. In: IEEE 10th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE); 2021; Kyoto, Japan. p.547–550. DOI: <https://doi.org/10.1109/GCCE53005.2021.9621889>
 25. Sadowska D, Sacewicz T, Rębis K, Kowalski T, Krzepota J. Examining physiological changes during Counter-Strike: Global Offensive (CS:GO) performance in recreational male esports players. *Appl Sci.* 2023;13(20):11526. DOI: <https://doi.org/10.3390/app132011526>
 26. Sapienza A, Zeng Y, Bessi A, Lerman K, Ferrara E. Individual performance in team-based online games. *R Soc Open Sci.* 2018;5:180329. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsos.180329>
 27. Shynkaruk O, Hrishkin S, Byshevets N, Skalozub A, Lut I, Pinchuk V. Psychotype and thinking style as predictors of success in esports. *Phys Educ Theory Methodol.* 2025;25(4):896–904. DOI: <https://doi.org/10.17309/tmf.2025.4.18>
 28. Temel V, Aydin H. Esports players: emotional intelligence and decision making levels. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2025;17:330. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01388-9>
 29. Trotter MG, Coulter TJ, Davis PA, et al. Social support, self-regulation, and psychological skill use in e-athletes. *Front Psychol.* 2021;12:722030. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.722030>
 30. Valls-Serrano C, de Francisco C, Caballero-López E, Caracul A. Cognitive flexibility and decision making predicts expertise in the MOBA esports League of Legends. *SAGE Open.* 2022;12(4). DOI: <https://doi.org/10.1177/21582440221142728>
 31. Welsh R, et al. The use of heart rate variability in esports: a systematic review. *Psychol Sport Exerc.* 2023;69:102492. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2023.102495>
 32. Wu T, Lee PY, Tu JA, Wang HH, Chao HC, Chen CH, Tu JH. Changes in heart rate variability induced by esports activities. *Front Physiol.* 2025;16:1557579. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1557579>
- ORCID 0000-0002-1164-9054, oshynkaruk@uni-sport.edu.ua
 ORCID 0009-0009-0967-9690, grishkin0707@gmail.com
 ORCID 0009-0005-0181-8087, mbortnik@uni-sport.edu.ua
 ORCID 0000-0003-3387-8410, opetryk@uni-sport.edu.ua
 ORCID 0009-0006-9308-1226, obafadarov@uni-sport.edu.ua,

Дата першого надходження статті до видання: 12.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 07.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

DOI <https://doi.org/10.32782/spmed.2026.1.6>

Стан тривожності та особливості його подолання кваліфікованими волейболістками

УДК 796.325:159.91(045)

**О. Л. Шльонська, О. В. Борисова, В. І. Воронова,
С. В. Федорчук, С. Є. Шутова**

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. *Мета.* Вивчення стану тривожності у кваліфікованих волейболісток та особливостей його подолання за допомогою використання копінг-стратегій. *Методи.* Для визначення стратегій подолання стресу був використаний «Опитувальник способів психологічного подолання» Р. Лазаруса і С. Фолкмана, передзмагальної тривожності – Шкала SCAT. Рівень наявного стресу, рівень гармонійності і внутрішньої оптимальності нервово-психічного стану, рівень емоційної стійкості, а також співвідношення симпатичного та парасимпатичного домінування активності у вегетативній нервовій системі в обстежених спортсменок визначали за тестом М. Люшера. У дослідженні брали участь 44 кваліфіковані волейболістки віком від 19 до 22 років (кваліфікація – 6 МСУ, 38 КМСУ). *Результати.* Волейболістки переважно використовували адаптивні копінг-стратегії, рівень напруження за відповідними шкалами перевищував 50 %. Найменший рівень напруження у гравчинь виявлено за шкалою «Втеча – уникнення». Передзмагальна тривожність у більшості обстежених спортсменок була середнього та нижче середнього рівня. Більшість волейболісток мали низький рівень наявного стресу, недостатність емоційної стійкості та середній рівень емоційної напруженості, саморегуляції та адаптивності. Збільшення передзмагальної тривожності спортсменок було взаємопов'язане зі збільшенням рівня напруження за шкалами «Прийняття відповідальності» та «Втеча – уникнення». Виявлено тенденцію: вибір конструктивних копінг-стратегій у обстежених волейболісток асоціювався зі зростанням рівня саморегуляції та адаптивності, рівня емоційної стійкості і переважанням активації симпатичної вегетативної нервової системи.

Ключові слова: кваліфіковані волейболістки, тривожність, стрес, копінг-стратегії.

State of anxiety and how female qualified volleyball players overcome it

O. L. Shlonska, O. V. Borysova, V. I. Voronova, S. V. Fedorchuk, S. E. Shutova

National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

Abstract. *Objective.* To study the state of anxiety in female qualified volleyball players and the features of overcoming it through the use of coping strategies. *Methods.* WCQ, «The Ways of Coping Questionnaire» by R. Lazarus and S. Folkman was used to determine stress coping strategies, and SCAT Scale was used to determine the pre-competitive anxiety. The level of existing stress, the level of harmony and internal optimality of the neuropsychic state, the level of emotional stability, the ratio of sympathetic and parasympathetic dominance of activity in the autonomic nervous system in the examined female athletes were determined using the M. Lüscher test. 44 female qualified volleyball players aged 19 to 22 years (qualification – 6 masters of sports, 38 candidates for masters of sports) participated in the study. *Results.* Female volleyball players mainly used adaptive coping strategies, the level of tension on the corresponding scales exceeded 50 %. The lowest level of tension in female players was found on the «Escape-Avoidance» scale. Pre-competition anxiety in most of the

surveyed female athletes was below average and average. Most of the female athletes had a low level of existing stress, insufficient emotional stability and an average level of emotional tension, self-regulation and adaptability. An increase in pre-competition anxiety of female athletes was correlated with an increase in the level of tension on the «Acceptance of Responsibility» and «Escape-Avoidance» scales. The trend was identified: the choice of constructive coping strategies in the surveyed female volleyball players was associated with an increase in the level of self-regulation and adaptability, the level of emotional stability, and the predominance of activation of the sympathetic autonomic nervous system.

Keywords: female qualified volleyball players, anxiety, stress, coping strategies.

Постановка проблеми. Як у повсякденному житті, так і в процесі тренувальної та змагальної діяльності для спортсменів характерним є зіткнення з різноманітними стрес-факторами [3; 11; 14]. Серед таких можуть бути як невдачі особистісного характеру (проблеми у навчанні, взаєминах із рідними та друзями), так і передзмагальні стресори (наприклад, попередні невдачі, конфлікти з тренером, у команді) та змагальні стрес-фактори (невдачі на старті, відстрочка старту, больовий фінішний синдром тощо) [5].

Емоційний стан спортсмена, безумовно, може впливати на спортивний результат [5; 16]. Крім того, стрес-уразливість може призводити до формування емоційного вигорання, що теж може впливати на спортивні досягнення [24; 27].

У будь-яких видах спорту спортсмени зазвичай використовують такі копінг-стратегії, як сконцентрованість, цілеспрямованість, упевненість та вмотивованість, які є найважливішими факторами стійкості спортсменів у подоланні труднощів під час змагальної та тренувальної діяльності [9; 19].

Адаптивні стратегії подолання стресу, стресостійкість вважаються одними із тих факторів, що знижують ризик отримання спортивної травми, сприяють збереженню здоров'я спортсмена [1; 8; 21; 23]. За результатами А. Boladeras та співробітників управління тривожністю, впевненість у собі та емоційну рівновагу в успішних волейболісток визнано ключовими факторами у профілактиці травм, що підкреслює важливість регулярного моніторингу відповідних показників та психологічного супроводу для запобігання спортивним травмам [16].

Урахування індивідуальних можливостей спортсменів у командних ігрових видах спорту становить необхідну передумову для ефективної організації змагальної діяльності. Зокрема, воно відіграє визначальну роль у процесі

формування стартового складу, оскільки дозволяє забезпечити оптимальне поєднання функціональних якостей та ігрового досвіду учасників команди.

Крім того, орієнтація на індивідуально-психологічні та техніко-тактичні характеристики спортсменів сприяє цілеспрямованому визначенню ігрових амплуа та створює умови для виявлення універсальних гравців, здатних успішно реалізовувати завдання на різних позиціях. Такий підхід підвищує варіативність тактичних моделей, забезпечує узгодженість колективних дій і виступає чинником зростання результативності команди у змагальному процесі [2].

Натепер у сучасній спеціальній науково-методичній літературі існує значна кількість наукових розробок, спрямованих на підготовку гравців різного ігрового амплуа, які спрямовані на визначення окремих психологічних показників (самоконтроль, самодисципліна, цілеспрямованість, стресостійкість та тривожність) гравців та їхнього впливу на ефективність змагальної діяльності [18].

На розвиток конструктивних поведінкових копінг-стратегій насамперед впливають певні особистісні риси людини [7; 25], однією з яких є особистісна тривожність [16; 22; 26].

Особистісна тривожність є стійкою психологічною властивістю людини, яка залежить від вроджених індивідуально-типологічних особливостей, зокрема темпераменту, і проявляється в постійній схильності тривожитися з будь-якого приводу, навіть якщо об'єкт тривоги відсутній, а в коло тривожних ситуацій входять навіть ті, які не становлять реальної небезпеки. За визначенням Д. А. Суятінової, «тривожність відіграє центральну роль у психологічній адаптації людини. З одного боку, вона може бути корисною, оскільки стимулює мобілізацію ресурсів, підвищує уважність і допомагає уникати реальних загроз. З іншого боку, хронічна

або надмірна тривожність може призвести до емоційного виснаження, погіршення соціальної адаптації та навіть розвитку психічних розладів» [10, с. 189].

Мета дослідження. Вивчення стану тривожності у кваліфікованих волейболісток та особливостей його подолання за допомогою використання копінг-стратегій.

Зв'язок дослідження з науковими планами, темами. Робота виконана у Науково-дослідному інституті НУФВСУ відповідно до Плану науково-дослідної роботи НУФВСУ на 2021–2025 роки з теми 2.2 «Удосконалення підготовки до основних макроциклів змагань збірних команд України зі спортивних ігор» (номер державної реєстрації 0121U108185) та Тематичного плану наукових досліджень та розробок НУФВСУ на 2025 рік з теми «Моніторинг ефективності фізкультурно-спортивної реабілітації ветеранів війни та спортсменів засобами функціональної діагностики» (номер державної реєстрації 0125U002066).

Методи дослідження. Для визначення в обстежених спортсменок стратегій подолання стресу (а саме: «Конфронтаційний копінг», «Дистанціювання», «Самоконтроль», «Пошук соціальної підтримки», «Прийняття відповідальності», «Втеча — уникнення», «Планування вирішення проблеми» і «Позитивна переоцінка») був використаний «Опитувальник способів психологічного подолання» Р. Лазаруса і С. Фолкман [20], для визначення передзмагальної тривожності (ПТ) — тест на тривожність у спортивних змаганнях, Шкала SCAT (Sport Competition Anxiety Test) [15].

Рівень наявного стресу (РНС), рівень гармонійності і внутрішньої оптимальності нервово-психічного стану за коефіцієнтом Вальнефера (КВ), рівень емоційної стійкості (РЕС), а також співвідношення симпатичного та парасимпатичного домінування активності у вегетативній нервовій системі за коефіцієнтом Шипоша (КШ) в обстежених волейболісток визначали за тестом М. Люшера [цит. за 12]. Статистичну обробку даних проводили за допомогою методів непараметричної статистики.

У дослідженні на базі Науково-дослідного інституту НУФВСУ брали участь 44 кваліфіковані волейболістки віком від 19 до 22 років (кваліфікація — 6 МСУ, 38 КМСУ): 18 гравчинь — членів жіночої молодіжної команди з волейболу U-22 та 26 гравчинь — ВК «Добродій-Медуніверситет-ШВСМ».

Під час проведення комплексних досліджень за участю спортсменок відповідно до принципів біоетики дотримувалися розробленої в НДІ НУФВСУ «Програми комплексного біологічного дослідження особливостей функціональних можливостей спортсменів», а також законодавства України про охорону здоров'я та Гельсінської декларації 2000 р., директиви Європейського товариства 86/609 щодо участі людей у медико-біологічних дослідженнях [13].

Результати дослідження та їх обговорення. Загалом за показником рівня наявного стресу за тестом М. Люшера більшість обстежених спортсменок (70,45 %) мали низький, 22,73 % спортсменок — середній, решта (6,82 %) — високий рівень стресу. У процесі обстеження волейболістки використовували адаптивні копінг-стратегії, зокрема «Планування вирішення проблеми», «Прийняття відповідальності», «Пошук соціальної підтримки», «Позитивна переоцінка» і «Самоконтроль», а рівень напруження за цими шкалами в обстежених спортсменок перевищував 50 % (табл. 1). Найменший рівень напруження у гравчинь за результатами дослідження виявлено за шкалою «Втеча — уникнення» — 45,80 [37,50; 54,20] (табл. 1).

Передзмагальна тривожність у більшості обстежених спортсменок була середнього та нижче середнього рівня (табл. 2). За тестом М. Люшера більшість випробуваних мали низький рівень наявного стресу, недостатність емоційної стійкості та середній рівень емоційної напруженості, саморегуляції та адаптивності (табл. 2). За коефіцієнтом Шипоша респондентки продемонстрували як переважання активації симпатичної нервової системи, тенденцію до нормотонії, так і переважання активації парасимпатичної нервової системи (табл. 2).

Одним із завдань нашого дослідження було виявлення взаємозв'язку наявних копінг-стратегій кваліфікованих спортсменок із рівнем передзмагальної тривожності. Кореляційний аналіз отриманих даних показав (табл. 3), що збільшення передзмагальної тривожності кваліфікованих волейболісток асоціювалося зі збільшенням рівня напруження за шкалами «Прийняття відповідальності» та «Втеча — уникнення» (відповідно $r_s = 0,47$, $p < 0,01$; $r_s = 0,43$, $p < 0,01$).

ТАБЛИЦЯ 1 – Типи копінг-стратегій за тестом Р. Лазаруса, С. Фолкман в обстежених волейболісток (n = 44), Me [25 %, 75 %]

Показники за шкалами	Рівень напруження, %
«Конфронтаційний копінг»	50,00 [38,90; 55,60]
«Дистанціювання»	50,00 [38,90; 55,60]
«Самоконтроль»	66,70 [57,10; 73,80]
«Пошук соціальної підтримки»	69,45 [52,80; 77,80]
«Прийняття відповідальності»	75,00 [62,50; 83,30]
«Втеча – уникнення»	45,80 [37,50; 54,20]
«Планування вирішення проблеми»	77,80 [66,70; 83,30]
«Позитивна переоцінка»	66,70 [57,10; 76,20]

ТАБЛИЦЯ 2 – Психологічні характеристики за тестом М. Люшера, передзмагальна тривожність спортсменок (n = 44), Me [25 %, 75 %]

Показники	Бали
Коефіцієнт Шипоша (КШ), бали	1,00 [0,70; 1,27]
Рівень наявного стресу (РНС), бали	2,00 [1,00; 6,00]
Коефіцієнт Вальнефера (КВ), бали	18,00 [14,00; 22,00]
Рівень емоційної стійкості (РЕС), бали	2,00 [1,00; 2,50]
Рівень передзмагальної тривожності (ПТ), бали	17,50 [15,00; 20,00]

Крім того, виявлено прямі кореляційні зв'язки ($p < 0,01$) між коефіцієнтом Шипоша та показниками за шкалами «Конфронтаційний копінг» ($r_s = 0,47$, $p < 0,01$) та «Втеча – уникнення» ($r_s = 0,44$, $p < 0,01$), що свідчить про збільшення напруження за цими шкалами у волейболісток відповідно до зменшення переважання активації парасимпатичної вегетативної нервової системи та збільшення переважання активації симпатичної вегетативної нервової системи (табл. 3).

Виявлено тенденції до зростання рівня напруження за шкалою «Прийняття відповідальності» відповідно до збільшення коефіцієнта Шипоша, а також за шкалою «Пошук соціальної підтримки» відповідно до зменшення коефіцієнта Вальнефера; а також до зростання рівня напруження за шкалами «Самоконтроль», «Пошук

соціальної підтримки», «Планування вирішення проблеми» і «Позитивна переоцінка» відповідно до збільшення рівня емоційної стійкості (табл. 3).

Тобто вибір конструктивних копінг-стратегій у випробуваних волейболісток асоціювався зі зростанням рівня саморегуляції та адаптивності, рівня емоційної стійкості і переважанням активації симпатичної вегетативної нервової системи (проте ці результати не досягли рівня статистичної значущості) (табл. 3).

Дослідження копінг-стратегій спортсменок в ігрових видах спорту, у волейболі зокрема, актуальні тому, що вищі досягнення в спорті, безумовно, вимагають високої психологічної компетентності в аспекті подолання стресу. Копінг-стратегії зумовлюють формування стресостійкості або стрес-уразливості [1; 14].

ТАБЛИЦЯ 3 – Кореляційні зв'язки вимірюваних психологічних характеристик спортсменок (n = 44), r_s

Показники	Кореляційні зв'язки, r_s
Показник за шкалою «Конфронтаційний копінг» – коефіцієнт Шипоша	0,47**
Показник за шкалою «Самоконтроль» – показник РЕС	0,27
Показник за шкалою «Пошук соціальної підтримки» – коефіцієнт Вальнефера	-0,29
Показник за шкалою «Пошук соціальної підтримки» – показник РЕС	0,27
Показник за шкалою «Прийняття відповідальності» – показник ПТ	0,47**
Показник за шкалою «Прийняття відповідальності» – коефіцієнт Шипоша	0,29
Показник за шкалою «Втеча – уникнення» – коефіцієнт Шипоша	0,44**
Показник за шкалою «Втеча – уникнення» – показник ПТ	0,43**
Показник за шкалою «Планування вирішення проблеми» – показник РЕС	0,26
Показник за шкалою «Позитивна переоцінка» – показник РЕС	0,27

Примітка: РЕС – рівень емоційної стійкості; ПТ – рівень передзмагальної тривожності; ** – статистична значущість коефіцієнта кореляції $p < 0,01$.

У спортивній діяльності врахування психологічних характеристик є важливим для забезпечення якості технічної і тактичної взаємодії в ігровій ситуації, що, безумовно, має впливати на успішність змагальної діяльності спортсменок [1; 11; 17; 19].

Ефективні стратегії подолання стресу відіграють ключову роль у забезпеченні стійкості спортсмена до психологічних та фізичних навантажень, з якими він стикається у процесі тренувальної та змагальної діяльності. Завдяки таким стратегіям спортсмен здатний зберігати концентрацію, емоційну рівновагу та мотивацію навіть в умовах підвищеного тиску та невизначеності, а отже, і результативність змагальної діяльності. Це сприяє стабільному рівню працездатності протягом довгого часу, запобігає розвитку перевтоми та професійного вигорання. У результаті ефективність тренувального процесу зростає, а виступи на змаганнях стають успішнішими, що безпосередньо впливає на досягнення високих спортивних результатів [14].

У обстежених спортсменок виявлено переважання конструктивних копінг-стратегій: «Планування вирішення проблеми», «Прийняття відповідальності», «Пошук соціальної підтримки», «Позитивна переоцінка» і «Самоконтроль». Отримані дані збігаються з попередніми результатами тестування кваліфікованих спортсменів в інших видах спорту [1; 9; 11].

До неконструктивних належать стратегії «Конфронтаційний копінг», «Дистанціювання», «Втеча — уникнення», які можуть сприяти розвитку психічного вигорання [цит. за 1]. Рівень напруги за цими шкалами в обстежених волейболісток не перевищував 50 % (табл. 1).

За результатами попередніх досліджень зі збільшенням стажу спортивного тренування вибір таких стратегій подолання стресу, як «Конфронтаційний копінг» та «Пошук соціальної підтримки», дещо зменшувався, проте жоден із показників копінг-стратегій у кваліфікованих гандболісток не був пов'язаний з віком [11].

Збільшення передзмагальної тривожності випробуваних було взаємопов'язане зі збільшенням рівня напруження за шкалами «Прийняття відповідальності» та «Втеча — уникнення».

Виявлено тенденцію: вибір конструктивних копінг-стратегій в обстежених волейболісток асоціювався зі зростанням рівня саморегуляції та адаптивності, рівня емоційної стійкості і переважанням активації симпатичної вегетативної

нервової системи. Отримані результати можуть бути корисними для розробки і впровадження рекомендацій щодо формування стресостійкості спортсменок у цьому виді спорту в процесі психологічного забезпечення їх підготовки.

Висновки. 1. Складні варіативні та динамічні умови змагальної діяльності, емоційна насиченість ігрових ситуацій, високий рівень психологічного навантаження, що полягає у необхідності адаптуватися до стресових навантажень під час активного опору суперників, дефіциту часу та простору, тісна командна взаємодія гравців у ігрових видах спорту вимагають пошуку ефективних копінг-стратегій, що дозволить підвищити ефективність виступу у змаганнях.

2. За результатами дослідження для обстежених спортсменок характерним було переважання конструктивних копінг-стратегій, таких як «Планування вирішення проблеми», «Прийняття відповідальності», «Пошук соціальної підтримки», «Позитивна переоцінка» і «Самоконтроль»: рівень напруження за цими шкалами перевищував 50 %. Найменший рівень напруження у волейболісток виявлено за шкалою «Втеча — уникнення».

3. Збільшення передзмагальної тривожності випробуваних було взаємопов'язане зі збільшенням рівня напруження за шкалами «Прийняття відповідальності» та «Втеча — уникнення». Виявлено тенденцію: вибір конструктивних копінг-стратегій в обстежених волейболісток асоціювався зі зростанням рівня саморегуляції та адаптивності, рівня емоційної стійкості і переважанням активації симпатичної вегетативної нервової системи.

4. Отримані результати можуть мати прогностичну цінність та використовуватися для розробки рекомендацій щодо формування стресостійкості спортсменок з метою оптимізації їхнього спортивного вдосконалення.

Перспективи подальших досліджень у цьому напрямі полягають у проведенні комплексних досліджень стратегій подолання стресу та чинників стрес-уразливості у волейболістів чоловічих команд.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що відсутній будь-який конфлікт інтересів.

Колектив авторів висловлює щирі подяку тренерам і спортсменкам жіночої молодіжної команди з волейболу U-22 та ВК «Добродій-Медуніверситет-ШВСМ» за участь в організації і проведенні досліджень.

Література

1. Арнаутова ЛВ. Особистісні детермінанти формування стресостійкості кваліфікованих спортсменів [Personal determinants of the formation of stress resistance of qualified athletes]. Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 017 Фізична культура і спорт. Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, 2023. 291 с.
2. Борисова ОВ, Дутчак МВ, Шльонська ОЛ. Аналітичний огляд сучасних наукових досліджень за проблемою підготовки спортсменів різного ігрового амплуа в командних ігрових видах спорту [Analytical review of modern scientific research on the problem of training sportsmen of different game employment in command game sports]. Спортивна наука та здоров'я людини. 2024;1(11):39–57. DOI: <https://doi.org/10.28925/2664-2069.2024.14>
3. Воронова ВІ. Психологія спорту : навч. посібник [Psycholohiya sportu: navch. posibnyk]. Київ : Олімпійська література. 2019. 298 с.
4. Ковальчук ВІ, Моспан МО. Вплив вигорання на зміну особистості фахівця у сфері фізичного виховання і спорту [The impact of burnout on personality change in a specialist in the field of physical education and sports]. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені МП Драгоманова. Серія 15: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт). 2015;3(1):184–187.
5. Курдибаха ОМ. Формування резиліентності спортсменів в умовах воєнного часу [Building athletes' resilience in wartime conditions]. Дніпровський науковий часопис публічного управління, психології, права. 2023;5:89–93.
6. Павелків РВ, Василюк ВМ, Юдкіна ХВ. Змістовий аналіз дефініції емоційне вигорання в спорті [Content analysis of the definition of emotional burnout in sports]. Психологія: реальність і перспективи. 2018;10:5–12.
7. Предко ВВ, Бондар М. Психологічні особливості взаємозв'язку життєстійкості та поведінкових копінг-стратегій особистості підлітка [Psychological features of the relationship between resilience and behavioral coping strategies of an adolescent's personality]. Наукові праці Міжрегіональної академії управління персоналом. Психологія. 2022;2(55):5–13.
8. Романюк ВЛ, Пилипак ЮІ. Реактивність та психічне здоров'я особистості [Reactivity and mental health of the individual]. Психологія: реальність і перспективи. 2016;7:182–188.
9. Сундукова ІВ, Голуб ОВ. Адаптивні копінг-стратегії поведінки в умовах змагальної діяльності [Adaptive coping strategies in competitive activities]. Педагогічна Академія: наукові записки. 2025;17. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15315196>
10. Суютінова ДА. Тривожність і самооцінка: психологічні механізми адаптації та розвиток особистості [Anxiety and self-esteem: psychological adaptation mechanisms and personality development]. Current problems of selfdevelopment and self-improvement of a person : The II International scientific and practical conference, January 13–15, 2025, Antwerp, Brussels. 2025:188–191.
11. Федорчук С, Іваскевич Д, Борисова О, Когут І, Маринич В, Тукаєв С, Петрушевський Є. Копінг-стратегії у зв'язку з психофізіологічними характеристиками кваліфікованих спортсменок-гандболісток [Coping strategies in relation to psychophysiological characteristics of qualified female handball athletes]. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2020;2:3–10. DOI: <https://doi.org/10.32652/spmed.2020.2.3-10>
12. Халявка Т, Колосова О, Федорчук С. Ефективність психічної саморегуляції, емоційна стійкість і стрес-уразливість спортсменів-тенісистів за методикою вибору кольорів у зв'язку з функціональним станом нервово-м'язового апарату [The effectiveness of mental self-regulation, emotional stability and stress vulnerability of tennis athletes using the color selection method in connection with the functional state of the neuromuscular system]. Вісник Київського національного університету імені
- Тараса Шевченка. Серія: Проблеми регуляції фізіологічних функцій. 2017;2(23):51–55.
13. Шинкарук ОА, Лисенко ОМ, Гуніна ЛМ, Карленко ВП, Земцова ІІ, Олішевський СВ та ін. Медико-біологічне забезпечення підготовки спортсменів збірних команд України з олімпійських видів спорту [Medical and biological support for the training of athletes of the national teams of Ukraine in Olympic sports]. Заг. ред. ОА Шинкарук, Київ: Олімпійська література. 2009. 144 с.
14. Шинкарук О, Лисенко О, Федорчук С. Стрес та його вплив на змагальну та тренувальну діяльність спортсменів [Stress and its impact on competitive and training activities of athletes]. Фізична культура, спорт та здоров'я нації: зб. наук. праць. Вінниця: ТОВ «Планер». 2017;3(22):469–476. Available from: <http://93.183.203.244:8080/xmlui/handle/123456789/646>
15. Шкана SCAT [Sport Competition Anxiety Test]. Available from: https://www.eztests.xyz/tests/sport_scat/#google_vignette
16. Boladeras A, Gil-Caselles L, Moreno-Fernández I, Guillén-Cots J, Garcia-Naveira A, Ruiz-Barquín R, Olmedilla-Zafra A. The Relationship Between Mood, Competitive Anxiety, and Injuries: A Longitudinal Analysis in High-Performance Female Volleyball Players. Applied Sciences. 2025;15(13):7585.
17. Cosma G, Chiracu A, Stepan R, Cosma A, Nanu C, Piunescu C. Impact of coping strategies on sport performance. Journal of Physical Education and Sport. 2020;20(3):1380–1385.
18. Erol AE, Karahançer SÇ, Özden S, Koç H. The Comparison of Selected Physical and Physiological Parameters of Elite Basketball Players According to their Playing Positions. Pakistan Journal of Medical & Health Science. 2021;15(9):2619–2623. DOI: <https://doi.org/10.53350/pjmhs211592619>
19. Javidmanesh A, Abdi H, Pyadeh-Kohsar A. Effectiveness of stress management training on stress perception and coping skills of volleyball players. Functional Research in Sport Psychology. 2024;1(1):45–61. DOI: <https://doi.org/10.22091/frs.2024.11163.1003>
20. Lazarus RS, Folkman S. Stress, appraisal, and coping. NY: Springer publishing company. 1984. 444 p.
21. Milavić B, Milić M, Grgantov Z, Felja I, Dugonjić B. Psychological coping skills in female senior volleyball players. In: D Škrego, I Belčić, G Sporiš, T Krstičević (Eds.), Proceedings of World Congress of Performance Analysis of Sport XII, Opatija. Zagreb: Faculty of Kinesiology, University of Zagreb. 2018:198–205.
22. Patsiaouras A, Boziou E, Kontonasiou D. The relationship of resilience and anxiety in volleyball. Scientific Journal of Sport and Performance. 2022;1(4):285–295. DOI: <https://doi.org/10.55860/OEFW1765>
23. Peterson L, Renstrom PAFH, Lynch S. Sports injuries: prevention, treatment and rehabilitation (5th ed.). Routledge. 2024. 700 p. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781003056898>
24. Pires DA, Ugrinowitsch H. Burnout and Coping Perceptions of Volleyball Players Throughout an Annual Sport Season. Journal of Human Kinetics. 2021;79:249–257. DOI: [10.2478/hukin-2021-0078](https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0078)
25. Saija E, Ioverno S, Baiocco R, Pallini S. Children experiencing sadness: Coping strategies and attachment relationships. Current Psychology. 2023;42(17):14474–14483. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12144-022-02771-2>
26. Silva LG, Ferreira RW, Pereira JW, Pires DA. Pre-competitive anxiety in amateur volleyball athletes. Retos. 2022;46:574–580. DOI: <https://doi.org/10.47197/retos.v46.93284>
27. Woods S, Dunne S, Gallagher P, McNicholl A. A systematic review of the factors associated with athlete burnout in team sports. International Review of Sport and Exercise Psychology. 2025;18(1):70–110. DOI: <https://doi.org/10.1080/1750984X.2022.2148225>

Дата першого надходження статті до видання: 08.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 03.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

ORCID 0000-0001-7069-777X, shlensk_o@ukr.net

ORCID 0000-0002-2311-1921, borisova-nupes@ukr.net

ORCID 0000-0002-5072-4184, professor.voronova@gmail.com

ORCID 0000-0002-2207-9253, lanasvet778899@gmail.com

ORCID 0000-0001-6407-3100, svetles@ukr.net

Критерії оцінки постурального балансу та функціонального стану нервово-м'язової системи у ветеранів війни та спортсменів-аматорів при моніторингу реабілітації

УДК 612.741.16+612.816.3+612.76+612.84+616-072.7

О. В. Колосова

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. Розглянуто функціональний стан систем постурального контролю та нервово-м'язової системи у ветеранів війни та спортсменів-аматорів. *Мета.* Визначення критеріїв та розроблення шкал оцінки функціонального стану нервової і м'язової систем та постурального балансу ветеранів війни та спортсменів із наслідками травмування, розроблення методологічної основи моніторингу функціонального стану нервової і м'язової систем для контролю за ефективністю застосування заходів із фізкультурно-спортивної реабілітації. *Методи.* У дослідженні з використанням електронейроміографічних та стабілометричних методів брали участь 14 ветеранів війни, які мали в анамнезі контузії та струси мозку, та 14 спортсменів-аматорів без неврологічної патології. Реєстрували Н-рефлекс камбалоподібного м'яза, визначали швидкість проведення імпульсу по середньому нерву. Проводили стабілометричні проби Ромберга з різним положенням стоп, пробу з поворотом голови та пробу «Мішень». *Результати.* Визначено критерії та розроблено шкали оцінки функціонального стану нервової та м'язової систем і постурального балансу в групах ветеранів війни та спортсменів-аматорів за електронейроміографічними та стабілометричними показниками. Встановлено частку осіб у цих групах, які мають порушення функціонування нервово-м'язової системи та постурального балансу. Отримані результати дозволять оцінити рівень тренуваності спортсменів, ступінь та локалізацію порушень, виконати моніторинг ефективності реабілітаційних заходів для ветеранів війни та спортсменів. Визначені критерії та розроблені шкали оцінки функціонального стану нервової та м'язової систем стануть у нагоді тренерам, лікарям та реабілітологам у проведенні корекції тренувального та реабілітаційного процесу для успішного повернення ветеранів війни та спортсменів до професійної діяльності. **Ключові слова:** постуральний баланс, стабілометрія, центр тиску стоп, електронейроміографія, ветерани війни, спортсмени-аматори.

Criteria for assessing postural balance and the functional state of the neuromuscular system in war veterans and amateur athletes within rehabilitation monitoring

O. V. Kolosova

National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

Abstract. The functional state of the postural control system and the neuromuscular system in war veterans and amateur athletes was examined. *Objective.* To define criteria and develop assessment scales for evaluating the functional state of the nervous and muscular systems and postural balance in war veterans and athletes with trauma-related consequences, as well as to develop a methodological framework

for monitoring the functional state of the nervous and muscular systems in order to control the effectiveness of physical and sports rehabilitation interventions. *Methods.* The study involved 14 war veterans with a history of blast-related injuries and concussions and 14 amateur athletes without neurological pathology. Electroneuromyographic and stabilometric methods were applied. The H-reflex of the soleus muscle was recorded, and nerve conduction velocity of the median nerve was determined. Stabilometric testing included Romberg tests with different foot positions, ahead rotation test, and a "Target" test. *Results.* Criteria were defined and assessment scales were developed for evaluating the functional state of the nervous and muscular systems and postural balance in groups of war veterans and amateur athletes based on electroneuromyographic and stabilometric indicators. The proportion of individuals in each group exhibiting impairments of neuromuscular function and postural balance was determined. The obtained results make it possible to assess athletes' training status, determine the severity and localization of functional impairments, and monitor the effectiveness of rehabilitation interventions in war veterans and athletes. The defined criteria and developed assessment scales for the functional state of the nervous and muscular systems may be useful for coaches, physicians, and rehabilitation specialists in adjusting training and rehabilitation programs to ensure the successful return of war veterans and athletes to professional activities.

Keywords: postural balance, stabilometry, center of pressure, electromyography, war veterans, amateur athletes.

Постановка проблеми. Моніторинг ефективності процесу відновлення ветеранів війни та спортсменів потребує об'єктивної, стандартизованої та відтворюваної оцінки постурального балансу й функціонального стану нервово-м'язової системи. Актуальним науково-практичним завданням є розроблення чітких критеріїв та шкал оцінки, які дозволяють кількісно визначати рівень функціональних порушень, відстежувати динаміку відновлення та порівнювати результати реабілітації на різних її етапах. Відновлення функціонування нервово-м'язової системи є ключовою умовою успішної реабілітації як осіб із бойовими травмами, так і спортсменів після перенавантажень або ушкоджень.

Сучасні підходи до реабілітації ґрунтуються на принципах персоніфікованої медицини та доказовості, що передбачає використання кількісних індикаторів функціонального стану. Проте в клінічній і спортивній практиці досі широко застосовуються описові або суб'єктивні методи оцінювання, які не забезпечують достатньої чутливості та ускладнюють міжгрупові та індивідуальні порівняння результатів, а відсутність уніфікованих критеріїв оцінки постуральної стабільності та нейром'язових функцій обмежує можливості раннього виявлення дисфункцій, індивідуалізації реабілітаційних програм і об'єктивного контролю їх ефективності.

Інтегроване застосування електронейроміографії, стабілометрії та кількісного визначення м'язової сили створює підґрунтя для

формування об'єктивних критеріїв і шкал оцінки функціонального стану нервово-м'язового апарату та постурального балансу [3]. Такі шкали дозволяють не лише фіксувати наявність порушень, а й визначати ступінь їх вираженості, оцінювати прогрес відновлення та обґрунтовано коригувати реабілітаційні втручання [11].

Для ветеранів війни такі методи забезпечують об'єктивний контроль відновлення після уражень нервів, м'язів і опорно-рухового апарату, зокрема виявлення прихованих дефіцитів рівноваги та сегментарних порушень; розроблення стандартизованих критеріїв оцінки є особливо важливим з огляду на різноманітність травматичних уражень та асиметрії м'язової активності. Для спортсменів такі критерії дозволяють об'єктивно оцінювати наслідки перевантажень, асиметрій і мікротравм, функціональні дисбаланси та ризик повторного травмування, що є критично важливим для безпечного повернення до спортивної діяльності.

Особливу діагностичну цінність має електро-нейроміографічне оцінювання, включно з аналізом Н-рефлексу та амплітудно-швидкісних показників проведення збудження по периферичних нервах, що дозволяє оцінити функціональний стан сегментарного апарату спинного мозку та периферичних нервів [5; 10; 12; 16]. Стабілометричні показники, зокрема параметри коливань центру тиску стоп (ЦТС), є надійними індикаторами постуральної стабільності та динаміки відновлення рівноваги [19; 20].

Таким чином, створення та впровадження науково обґрунтованих критеріїв і шкал оцінки постурального балансу та функціонального стану нервово-м'язової системи є актуальним завданням сучасної реабілітаційної науки та необхідною умовою підвищення ефективності моніторингу реабілітації ветеранів війни та спортсменів-аматорів.

Зв'язок роботи з науковими планами, темами. Дослідження проводили у Науково-дослідному інституті НУФВСУ відповідно до Тематичного плану наукових досліджень та розробок, які виконує Національний університет фізичного виховання та спорту України за рахунок коштів державного бюджету у 2025–2027 рр. з теми «Моніторинг ефективності фізкультурно-спортивної реабілітації ветеранів війни та спортсменів засобами функціональної діагностики» (номер державної реєстрації 0125U002066).

Мета дослідження. Визначення критеріїв та розроблення шкал оцінки функціонального стану нервової і м'язової систем та постурального балансу ветеранів війни та спортсменів із наслідками травмування, розроблення методологічної основи моніторингу функціонального стану нервової і м'язової систем для контролю за ефективністю застосування заходів із фізкультурно-спортивної реабілітації.

Методи дослідження. У дослідженні брали участь 14 ветеранів війни (основна група, чоловіки, середній вік — 31.1 ± 9.6 років) із наявністю контузій та струсів мозку в останні 2–3 роки внаслідок бойових травм та 14 спортсменів-аматорів без неврологічних захворювань в анамнезі й ознак неврологічної патології на момент обстеження (контрольна група, чоловіки, середній вік — 31.5 ± 4.9 років).

Електронейроміографічне дослідження проводили за допомогою комп'ютерного електронейроміографа M-Test DX Systems (Україна). Використовували методику Н-рефлексометрії камбалоподібного м'яза нижньої кінцівки (*m. soleus*) [12; 16]. Н-рефлекс викликали біполярною черезшкірною стимуляцією великого-мількового нерва нижньої кінцівки (*n. tibialis*) у підколінній ямці (поодиноким прямокутним імпульсом тривалістю 1 мс з інтервалами між імпульсами не менше 10 с). Використовували також методику визначення амплітудно-швидкісних показників проведення нервового імпульсу по моторних волокнах серединного

нерва верхньої кінцівки (*n. medianus*) [13]. Під час дослідження верхніх кінцівок тестований перебував у положенні сидючи, руки вільно розташовувалися на кушетці, а під час дослідження нижніх кінцівок — у положенні лежачи на животі, стопи вільно звисали з кушетки.

Аналізували такі показники Н-рефлексометрії: пороги виникнення Н-відповіді та М-відповіді (прямої відповіді м'яза на подразнення моторних волокон нерва), амплітуди максимальної Н-відповіді та максимальної М-відповіді, співвідношення порогів Н- та М-відповідей та амплітуд максимальних Н- та М-відповідей. Визначали швидкість проведення нервового імпульсу (ШПІ) по моторних волокнах *n. medianus* на ділянці передпліччя верхньої кінцівки (ліктьовий згин — зап'ясток), а також амплітуди відповідей м'язів підвищення великого пальця руки на ортодромну стимуляцію моторних волокон *n. medianus* у проксимальній (ліктьовий згин) та дистальній (зап'ясток) точках верхньої кінцівки. Одержували індивідуальні показники для правої та лівої кінцівок, а надалі розраховували середні показники для певної групи.

Дослідження постурального балансу проводилося з використанням комп'ютерного стабілоаналізатора «Стабілан-01-2». Під час тесту учасник знаходився у прямій вертикальній стійці на стабілоплатформі, без взуття, руки вільно розташовувалися вздовж тіла. Проводилася реєстрація руху центру тиску стоп під час виконання таких тестів: стабілометрична проба Ромберга (з розплющеними та заплющеними очима) з «європейським» розташуванням стоп (п'яти поруч, носки нарізно) та в стійці «стопи поруч», проба з поворотом голови, проба «Мішень» (дві останні проби: з розплющеними очима, з «американським» розташуванням стоп: стопи — паралельно, відстань між внутрішніми боками стоп — 18 см). Час реєстрації кожної проби дорівнював 20 с.

Для кожної проби визначали такі стабілометричні показники: відхилення середнього положення ЦТС по осі абсцис (у фронтальній площині, вправо або вліво від центру координат платформи), мм; відхилення середнього положення ЦТС по осі ординат (у сагітальній площині, вперед або назад від центру координат платформи), мм; розкид (середнє квадратичне відхилення) положення центру тиску стоп (ЦТС) по осі абсцис у фронтальній площині, мм; розкид (середнє квадратичне відхилення)

положення ЦТС по осі ординат у сагітальній площині, мм; площа статокінезіограми, мм²; середня лінійна швидкість переміщення ЦТС у площині платформи, мм/с; середня лінійна швидкість переміщення ЦТС у фронтальній площині, мм/с; середня лінійна швидкість переміщення ЦТС у сагітальній площині, мм/с; якість функції рівноваги (ЯФР), %. Обчислювались також показники коефіцієнта Ромберга (РОМ) як співвідношення площі статокінезіограми за умови заплучених очей до цього показника за умови розплучених очей, у %.

Вимірювали силу великих груп м'язів тулуба, плечового поясу та кінцівок за допомогою комплексу BackCheck (Dr Wolff, Німеччина), проводили тести на екстензію, флексію та латерофлексію верхньої частини тулуба, штовхання та тягу, екстензію та абдукцію стегна з обох боків тіла [6].

Статистичний аналіз отриманих результатів проводили за допомогою програми IBM SPSS Statistics, версія 23.0. Статистична значущість різниці середніх значень показників у різних групах визначалася за допомогою дисперсійного аналізу ANOVA. За рівень статистичної значущості приймали $p < 0.05$, тенденцією вважалось $0.05 < p < 0.10$.

Під час проведення комплексних біологічних обстежень з участю ветеранів війни та спортсменів дотримувалися розробленої в НДІ НУФВСУ «Програми комплексного біологічного

дослідження особливостей функціональних можливостей спортсменів», законодавства України про охорону здоров'я, Хельсінкської декларації 2000 р. та директиви Європейської Спільноти 86/609 стосовно участі людей у медико-біологічних дослідженнях.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз результатів дослідження ветеранів війни дав можливість визначити критерії оцінки функціонального стану нервово-м'язової системи за електронейроміографічними та стабілометричними показниками. Так, у таблиці 1 наведені цифрові та описові критерії оцінки згідно з результатами Н-рефлексометрії. Вихід показників за межі референтних значень, а саме підвищення порогів виникнення Н- і М-відповідей та зниження амплітуд максимальних Н- і М-відповідей, може слугувати ознакою компресії великого мілкового / сидничного нервів. Змінення форми Н- або М-відповіді з дво-трифазної на поліфазну також підтверджує наявність компресійного синдрому сенсорних / моторних волокон нервів.

За отриманими даними також виявлено, що у 14.3–42.9 % осіб із групи ветеранів війни спостерігалися відхилення різних показників Н-рефлексометрії від референтних значень, а саме: суттєве підвищення порогів виникнення Н- і М-відповідей та співвідношень порогів виникнення Н- і М-відповідей, значне зниження

ТАБЛИЦЯ 1 – Критерії оцінки функціонального стану нервово-м'язової системи за показниками Н-рефлексометрії

Показники	Бік тіла	Норма
Поріг Н-відповіді, мА	Правий	≤ 12 мА
	Лівий	≤ 12 мА
Поріг М-відповіді, мА	Правий	≤ 20 мА
	Лівий	≤ 20 мА
Співвідношення порогів Н- та М-відповідей, умов. од.	Правий	< 1
	Лівий	< 1
Амплітуда максимальної Н-відповіді, мВ	Правий	≥ 3 мВ
	Лівий	≥ 3 мВ
Форма Н-відповіді	Правий	дво-трифазна
	Лівий	дво-трифазна
Коефіцієнт право-лівобічної асиметрії максимальної амплітуди Н-відповіді		≤ 1.25
Амплітуда максимальної М-відповіді, мВ	Правий	≥ 3 мВ
	Лівий	≥ 3 мВ
Форма М-відповіді	Правий	дво-трифазна
	Лівий	дво-трифазна
Коефіцієнт право-лівобічної асиметрії амплітуди максимальної М-відповіді		≤ 1.25
Співвідношення амплітуд максимальних Н- та М-відповідей, %	Правий	≥ 40 %
	Лівий	≥ 40 %
Коефіцієнт право-лівобічної асиметрії співвідношення амплітуд максимальних Н- та М-відповідей		≤ 1.25

амплітуд максимальних Н-відповідей і співвідношень амплітуд максимальних Н- і М-відповідей (табл. 2). Таким чином, порушення стосувалися переважно структур аферентної частини нервів попереково-крижового відділу спинного мозку з наявністю ознак компресії сенсорних волокон великогомілкового / сідничного нервів. Окремі показники амплітуди максимальної М-відповіді (з правого або лівого боку тіла) знаходяться в межах референтних значень, однак їхня виражена право-лівобічна асиметрія може свідчити про перерозподіл тону глибоких м'язів і зв'язок хребта та/або тазового поясу, який спричинений травмою або асиметричним навантаженням опорно-рухового апарату. Отримані результати загалом узгоджуються з результатами наших попередніх досліджень у групах учасників бойових дій і спортсменів [1; 2], у яких були виявлені аналогічні порушення функціонування

в структурах аферентної частини великогомілкового нерва.

У таблиці 3 наведені цифрові та описові критерії оцінки згідно з амплітудно-швидкісними показниками проведення нервового імпульсу. Зниження амплітуд м'язових відповідей на дистальну (зап'ясток) та проксимальну (ліктьовий згин) стимуляцію серединного нерва з лівого боку тіла, змінення форми відповіді на поліфазну, а також виражена право-ліва асиметрія амплітудних показників може бути ознакою компресії моторних волокон серединного нерва на певних його ділянках. Значне збільшення дистальної або резидуальної латентності може свідчити про наявність компресії серединного нерва в зап'ястному каналі внаслідок тривалого навантаження та призвести до тунельного синдрому карпального каналу, запалення сухожиль, больових синдромів у спині та шийному відділі хребта [8].

ТАБЛИЦЯ 2 – Частка порушень функціонування нервово-м'язової системи за показниками Н-рефлексометрії в групі ветеранів війни, $n = 14$

Показники	Бік тіла	Відсоток учасників з порушеннями, %
Поріг Н-відповіді, мА	Правий	28.6
	Лівий	28.6
Поріг М-відповіді, мА	Правий	14.3
	Лівий	21.4
Співвідношення порогів Н- та М-відповідей, умов.од.	Правий	21.4
	Лівий	21.4
Амплітуда максимальної Н-відповіді, мВ	Правий	42.9
	Лівий	35.7
Коефіцієнт право-лівобічної асиметрії максимальної амплітуди Н-відповіді		41.7
Амплітуда максимальної М-відповіді, мВ	Правий	-
	Лівий	-
Коефіцієнт право-лівобічної асиметрії амплітуди максимальної М-відповіді		50.0
Співвідношення амплітуд максимальних Н- та М-відповідей, %	Правий	35.7
	Лівий	35.7
Коефіцієнт право-лівобічної асиметрії співвідношення амплітуд максимальних Н- та М-відповідей		58.3

ТАБЛИЦЯ 3 – Критерії оцінки функціонального стану нервово-м'язової системи за показниками проведення нервового імпульсу по *n.medianus*

Показники	Бік тіла	Норма
ШПІ, м/с	Правий	≥ 50 м/с
	Лівий	≥ 50 м/с
Коефіцієнт право-лівобічної асиметрії ШПІ		≤ 1.25
Латентність моторна дистальна, мс	Правий	≤ 4.2 мс
	Лівий	≤ 4.2 мс
Латентність моторна резидуальна, мс	Правий	≤ 3.0 мс
	Лівий	≤ 3.0 мс
Амплітуда м'язових відповідей на стимуляцію моторних волокон серединного нерва: проксимальна точка стимуляції, мВ	Правий	≥ 5 мВ
	Лівий	≥ 5 мВ

Продовження таблиці 3

Форма проксимальної м'язової відповіді	Правий	дво-трифазна
	Лівий	дво-трифазна
Амплітуда м'язових відповідей на стимуляцію моторних волокон серединного нерва: дистальна точка стимуляції, мВ	Правий	≥5 мВ
	Лівий	≥5 мВ
Форма дистальної м'язової відповіді	Правий	дво-трифазна
	Лівий	дво-трифазна
Коефіцієнт право-лівобічної асиметрії амплітуди проксимальної м'язової відповіді		≤1.25
Коефіцієнт право-лівобічної асиметрії амплітуди дистальної м'язової відповіді		≤1.25
Коефіцієнт дистально-проксимальний	Правий	≤1.25
	Лівий	≤1.25

За отриманими результатами також встановлено, що у 7.1–42.9 % осіб із групи ветеранів війни спостерігалися відхилення амплітудно-швидкісних показників проведення нервового імпульсу по *n.medianus*. Більшість порушень стосувалася збільшення латентностей та зменшення амплітуд відповідей на

стимуляцію нерва. Виявлено також значний ступінь право-лівобічної асиметрії амплітудних показників.

Виявлено, що у 13.3–33.3 % осіб із групи ветеранів війни спостерігалось зменшення показників м'язової сили за результатами, отриманими в різних тестах (табл. 5).

ТАБЛИЦЯ 4 — Частка порушень функціонування нервово-м'язової системи за показниками проведення нервового імпульсу по *n.medianus* у групі ветеранів війни, *n* = 14

Показники	Бік тіла	Відсоток учасників з порушеннями, %
Швидкість проведення імпульсу, м/с	Правий	7.1
	Лівий	14.3
Коефіцієнт право-лівобічної асиметрії ШПІ		-
Латентність моторна дистальна, мс	Правий	28.6
	Лівий	28.6
Латентність моторна резидуальна, мс	Правий	28.6
	Лівий	14.3
Амплітуда м'язових відповідей на стимуляцію моторних волокон серединного нерва: проксимальна точка стимуляції, мВ	Правий	28.6
	Лівий	42.9
Амплітуда м'язових відповідей на стимуляцію моторних волокон серединного нерва: дистальна точка стимуляції, мВ	Правий	21.4
	Лівий	35.7
Коефіцієнт право-лівобічної асиметрії амплітуди проксимальної м'язової відповіді		64.3
Коефіцієнт право-лівобічної асиметрії амплітуди дистальної м'язової відповіді		78.6
Коефіцієнт дистально-проксимальний	Правий	35.7
	Лівий	21.4

ТАБЛИЦЯ 5 — Частка порушень функціонування скелетно-м'язової системи за показниками сили великих груп м'язів тулуба, плечового поясу та кінцівок у групі ветеранів війни, *n* = 14

№ з/п	Тест	Відсоток учасників із порушеннями, %
1	Екстензія тулуба	28.6
2	Флексія тулуба	13.3
3	Латерофлексія тулуба вправо	30.8
4	Латерофлексія тулуба вліво	30.8
5	Штовхання	33.3
6	Тяга	20.0
7	Екстензія стегна, правий бік тіла	-
8	Екстензія стегна, лівий бік тіла	15.4
9	Абдукція стегна, правий бік тіла	23.1
10	Абдукція стегна, лівий бік тіла	15.4

Аналіз результатів дослідження групи ветеранів війни дав можливість розробити шкали оцінки функціонального стану нервово-м'язової системи за електронейроміографічними показниками, а також оцінки постурального балансу за стабілометричними показниками. У таблиці 6 наведені відповідні шкали для амплітудно-швидкісних показників проведення імпульсу по *n.medianus*. Шкалювання показників за рівнями — нижче середнього, середній, вище середнього, високий — дозволить реалізувати індивідуальний підхід до кожного учасника та надати лікарям і реабілітологам персоналізовані рекомендації щодо подальших реабілітаційних заходів та корекції реабілітаційної програми. Шкали для розрахункових коефіцієнтів представлені з урахуванням вираженості асиметрії. Зменшення значень коефіцієнтів асиметрії впродовж реабілітації може бути показником успішного відновлення функціонування нервово-м'язової системи, в даному випадку проведення збудження по нервах.

У таблиці 7 наведені критерії оцінки постурального балансу згідно з результатами, отриманими за стабілометричними методами [18]. У постуральній регуляції задіяні різні функціональні системи організму: опорно-рухова, центральна та периферична нервова системи. Серед органів чуття необхідно особливо відзначити зорову та пропріоцептивну системи, котрі несуть основне навантаження; у поворотах та нахилах голови має значення також і вестибулярний апарат. Центральна нервова система здійснює інтеграцію всіх сенсорних сигналів, що поступають із різних рецепторів

тіла, та формує рухові імпульси для постуральних м'язів з метою забезпечення стійкості положення тіла [4; 17]. Характеристики коливань (амплітуда, частота, напрямок) є чутливими параметрами, що відображають стан різних систем, які беруть участь у підтриманні рівноваги тіла [9]. Так, стабілометричний показник швидкості переміщення ЦТС (мм/с) обчислюється як результат ділення довжини траєкторії центру тиску стоп на час реєстрації. Швидкість ЦТС відображає ефективність системи постурального контролю (чим меншою є величина швидкості, тим кращим є постуральний контроль) [14] і вважається показником із найбільшою надійністю та повторюваністю впродовж досліджень [7; 15].

З метою оцінки співвідношення між зоровою та пропріоцептивною системами у постуральному контролі в «європейській» стійці розраховували коефіцієнт Ромберга як відношення площі статокінезіограми в умовах заплучених очей до цього показника в умовах розплучених очей. Розроблено шкалу коефіцієнта Ромберга, згідно з якою значення цього коефіцієнта, наближені до 100 %, свідчать про переважний внесок пропріоцептивної системи у підтримку рівноваги; значення, наближені до 300 %, свідчать про вплив переважно зорової системи на підтримання пози тіла. Якщо значення коефіцієнта Ромберга наближені до 200 %, спостерігається близький внесок пропріоцептивної та зорової систем у постуральний контроль. Згідно з отриманими результатами, для 42.9 % ветеранів війни з основної групи характерним було переважання внеску

ТАБЛИЦЯ 6 – Шкали оцінки функціонального стану нервово-м'язової системи за показниками проведення нервового імпульсу по *n.medianus* у групі ветеранів війни, $n = 14$

Показники	Рівень	Значення	Відсоток учасників, %
Швидкість проведення імпульсу, м/с (ШПІ)	Нижче середнього	<45	-
	Середній	$45 \leq \text{ШПІ} < 55$	50.0
	Вище середнього	$55 \leq \text{ШПІ} < 60$	28.6
	Високий	≥ 60	21.4
Амплітуда м'язових відповідей на стимуляцію моторних волокон середнього нерва: проксимальна та дистальна точка стимуляції, мВ (А)	Нижче середнього	≤ 4	16.1
	Середній	$4 \leq A < 7$	33.9
	Вище середнього	$7 \leq A < 12$	30.4
	Високий	≥ 12	19.6
Коефіцієнти асиметрії: швидкості проведення імпульсу, амплітуди проксимальної та дистальної м'язової відповідей, дистально-проксимальний (К)	Асиметрія не виражена	≤ 1.25	60
	Незначна асиметрія	$1.25 < K < 1.50$	15.7
	Помірна асиметрія	$1.50 \leq K < 2.00$	15.7
	Виражена асиметрія	$2.00 \leq K < 3.00$	4.3
	Висока асиметрія	≥ 3.00	4.3

ТАБЛИЦЯ 7 – Критерії оцінки постурального балансу за стабілометричними показниками під час виконання проби Ромберга з «європейським» розташуванням стоп, за умов розплющених та заплющених очей

Показник	Референтні значення Розплющені очі	Референтні значення Заплющені очі
Зміщення від центру координат у фронтальній площині, (-) вліво, (+) вправо, мм	≤ 10	≤ 10
Зміщення від центру координат у сагітальній площині, (-) назад, (+) вперед, мм	(-20)-(-50)	(-20)-(-50)
Розкид у фронтальній площині, мм	Норма ≤5 Умовна норма 5–7	Норма ≤7 Умовна норма 7–10
Розкид у сагітальній площині, мм	Норма ≤3,5 Умовна норма 3,5–6	Норма ≤5,5 Умовна норма 5,5–7
Площа статокінезіограми (еліпса), мм ²	≤ 200	≤ 300
Лінійна швидкість переміщення центру тиску стоп у площині платформи, мм/с	Норма ≤15 Умовна норма 15–20	Норма ≤25 Умовна норма 25–50
Лінійна швидкість переміщення центру тиску стоп у фронтальній площині, мм/с	≤10	≤20
Лінійна швидкість переміщення центру тиску стоп у сагітальній площині, мм/с	≤10	≤20
Якість функції рівноваги (ЯФР), %	Норма ≥80 Умовна норма 60–80	Норма ≥60 Умовна норма 40–60
Коефіцієнт Ромберга		≤300

пропріоцептивної системи у підтримання рівноваги тіла, у 21.4 % спостерігався баланс пропріоцептивної та зорової систем, для 35.7 % осіб важливішою була зорова система, також у цю підгрупу входили учасники, у яких було виявлено можливі порушення постурального контролю (21.4 % від усієї кількості в групі), зі значенням коефіцієнту Ромберга більше 350 % (табл. 8). Якість функції рівноваги, поряд зі швидкістю ЦТС, вважається показником з найбільшою чутливістю та повторюваністю. Шкалювання цього показника дозволить визначити ступінь порушень постурального балансу,

рівень тренуваності спортсмена або успішність реабілітації (табл. 8).

Потрібно зазначити, що коефіцієнт Ромберга, якість функції рівноваги та інші стабілометричні показники визначали також у стабілометричній пробі Ромберга з положенням стоп поруч, але для цієї проби нами запропоновано використовувати не абсолютні, а відносні індивідуальні показники, наприклад, для оцінки успішності реабілітаційних заходів на різних етапах реабілітації.

У 25 % ветеранів війни з основної групи були виявлені порушення постурального балансу за

ТАБЛИЦЯ 8 – Шкали оцінки постурального балансу за стабілометричними показниками в пробі Ромберга в європейській стійці в групі ветеранів війни, n = 14

Показники	Рівень	Значення	Відсоток учасників, %
Коефіцієнт Ромберга (РОМ) в європейській стійці	Переважно пропріоцептивна система	<150	42.9
	Баланс пропріоцептивної та зорової систем	150≤РОМ≤250	21.4
	Переважно зорова система	>250	35.7
	Переважно зорова система – можливі порушення	>350	21.4
ЯФР в європейській стійці, очі розплющені	Нижче середнього	≤70	14.3
	Середній	70≤А<80	28.6
	Вище середнього	80≤А<90	42.9
	Високий	≥90	14.3
ЯФР в європейській стійці, очі заплющені	Нижче середнього	≤60	35.7
	Середній	60≤А<70	28.6
	Вище середнього	70≤А<80	28.6
	Високий	≥80	7.1

показниками стабілометричного тесту «Поворот голови», а саме була показана наявність вираженої різниці змін розкиду у фронтальній та сагітальній площинах для проб «Голова направо» або «Голова наліво». Наприклад, негативний вплив проби «Голова наліво» порівняно з пробою «Голова направо» може свідчити про порушення кровообігу у вертебробазиллярному басейні з правого боку тіла, в такому випадку рекомендоване проведення УЗД магістральних судин шиї та голови (табл. 9).

У таблиці 9 наведено також шкали для кількості балів, які учасник може отримати в тесті «Мішень» зі зворотним зв'язком, завданням якого для учасника було утримувати ЦТС якомога ближче до центру платформи, тобто в цьому тесті за кількістю балів можна оцінити рівень довільного підтримання рівноваги.

Було обчислено частку випадків порушення постурального балансу за показниками стабілометричного тесту «Поворот голови» окремо у фронтальній та сагітальній площинах для основної групи — ветеранів війни, що мали контузії та струси мозку за останні кілька років, та для контрольної групи — спортсменів-аматорів, які не мали в анамнезі струсів мозку. За результатами порівняння виявлено значно меншу частку порушень у групі спортсменів-аматорів, що може свідчити про негативний вплив контузій та струсів мозку на мозкові структури, що відповідають за підтримання рівноваги (табл. 10).

У порівняльному аналізі ЯФР в «американській» стійці з розплющеними очима показано

кращу якість функції рівноваги в контрольній групі порівняно з основною. Аналогічна тенденція виявлена для ЯФР у тесті «Мішень». Кількість балів у цьому тесті, як загальна, так і за знаходження в центральному колі мішені (попадання в «десятку»), також була вищою в контрольній групі (табл. 11).

Отже, за результатами наших досліджень було визначено критерії та розроблено шкали оцінки функціонального стану нервової та м'язової систем, а також постурального контролю, які дозволяють провести аналіз індивідуальних та групових показників ветеранів війни та спортсменів, оцінити рівень тренуваності спортсменів, ступінь та локалізацію порушень, виконати моніторинг ефективності реабілітаційних заходів. Отримані дані дозволять тренерам, лікарям та реабілітологам провести корекцію тренувального та реабілітаційного процесу для успішного повернення ветеранів війни та спортсменів до професійної діяльності.

Висновки. Визначено критерії оцінки функціонального стану нервової та м'язової систем і постурального балансу, які можна застосовувати в групах ветеранів війни та спортсменів-аматорів, за електронейроміографічними та стабілометричними показниками.

Встановлена частка осіб у групах ветеранів війни та спортсменів-аматорів, які мають порушення функціонування нервово-м'язової системи та постурального балансу, за електронейроміографічними та стабілометричними показниками, а також величинами сили м'язів тулуба, плечового поясу та нижніх кінцівок.

ТАБЛИЦЯ 9 – Шкали оцінки постурального балансу за стабілометричними показниками в тестах «Поворот голови» та «Мішень» у групі ветеранів війни, $n = 14$

Показники	Рівень	Значення	Відсоток учасників, %
Різниця розкиду у фронтальній / сагітальній площині при повороті голови направо/наліво	Незначна		75.0
	Виражена (негативний вплив повороту голови)		25.0
Кількість балів, тест «Мішень»	Нижче середнього	<87	14.3
	Середній	$87 \leq A < 92$	35.7
	Вище середнього	$92 \leq A < 97$	35.7
	Високий	≥ 97	14.3

ТАБЛИЦЯ 10 – Частка порушень постурального балансу за показниками стабілометричного тесту «Поворот голови» в групах ветеранів війни та спортсменів-аматорів, $n = 28$

Напрямок руху ЦТС	Відсоток учасників з порушеннями, %	
	Основна група, $n = 14$	Контрольна група, $n = 14$
Фронталь	21.4	14.3
Сагіталь	28.6	7.1

ТАБЛИЦЯ 11 – Порівняння показників пострального балансу за стабілометричними показниками в «американській» стійці та в тесті «Мішень» у групах ветеранів війни та спортсменів-аматорів, Mean $\pm$ SD, n = 28

Показники	Основна група, n = 14	Контрольна група, n = 14	Статистична значущість різниці
Бали, тест «Мішень»	91.57 $\pm$ 4.70	95.93 $\pm$ 4.51	0.019*
Бали, тест «Мішень», «десятка»	54.86 $\pm$ 16.59	76.07 $\pm$ 18.58	0.004**
ЯФР, «американська» стійка	85.97 $\pm$ 7.03	90.33 $\pm$ 4.71	0.065#
ЯФР, тест «Мішень»	75.53 $\pm$ 10.39	82.61 $\pm$ 9.35	0.069#

Примітка: *p < 0,05, **p < 0,01, #0,05 < p < 0,10 – статистична значущість різниці показників у групах.

Розроблено шкали оцінки функціонального стану нервової та м'язової систем і пострального балансу, які можна застосовувати в групах ветеранів війни та спортсменів-аматорів, за електронейроміографічними та стабілометричними показниками.

Отримані результати стануть у нагоді фізіологам спорту, тренерам, лікарям та реабілітологам для оцінки рівня тренуваності спортсменів, ступеня та локалізації порушень

функціонування нервової та м'язової систем, а також для моніторингу ефективності реабілітаційних заходів.

Перспективи подальших досліджень. Планується застосування критеріїв та шкал оцінки функціонального стану нервової та м'язової систем для аналізу результатів досліджень у групах спортсменів, що спеціалізуються в різних видах спорту, а також ветеранів війни на різних етапах реабілітації після травмувань.

Література

1. Колосова О, Крушинська Н. Оцінка функціонального стану опорно-рухового апарату та пострального балансу учасників бойових дій в реабілітаційному періоді після травмування [Assessment of the functional state of the musculoskeletal system and postural balance of amateur athletes, combatants, in the rehabilitation period after injury]. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2024;1:102–108. DOI: <https://doi.org/10.32652/spmed.2024.1.102-108>
2. Колосова О, Лисенко О. Оцінка функціонального стану опорно-рухового апарату висококваліфікованих спортсменів-стрибунів у воду [Assessment of the functional state of the musculoskeletal system in elite divers]. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2024;2:13–21. DOI: <https://doi.org/10.32652/spmed.2024.2.13-21>
3. Al-Ayyad M, Owida HA, De Fazio R, Al-Naami B, Visconti P. Electromyography Monitoring Systems in Rehabilitation: A Review of Clinical Applications, Wearable Devices and Signal Acquisition Methodologies. Electronics. 2023;12(7):Article 1520. DOI: 10.3390/electronics12071520.
4. Błaszczyk JW, Beck M, Sadowska D. Assessment of postural stability in young healthy subjects based on directional features of posturographic data: Vision and gender effects. Acta Neurobiologiae Experimentalis. 2014;74:433–442.
5. Brent GJ. The Value Added by Electrodiagnostic Testing in the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume. 2008;90:2587–2593.
6. Dr. Wolff Sports & Prevention GmbH. Training diagnostic. Available from: https://www.drwolff.de/pdf/TD_2018_EN.pdf.
7. Duarte M, De Freitas SM. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. Revista Brasileira de Fisioterapia. 2010;14(3):183–192. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20730361/>
8. Fowler JR, Munsch M, Tosti R, Hagberg W, Imbriglia JE. Comparison of ultrasound and electrodiagnostic testing for diagnosis of carpal tunnel syndrome: study using a validated clinical tool as the reference standard. The Journal of Bone and Joint Surgery. 2014;96(17):e148(1-4). DOI: 10.2106/JBJS.M.01250.
9. Garkavenko VV, Gorkovenko AV, Kolosova EV, Korneyev VV, Mel' nichouk AV, Vasilenko DA. Modifications of the stabilogram during upright standing posture under conditions of inclines of the support surface. Neurophysiology. 2012;44:131–137. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11062-012-9279-8>.
10. Haab T, Leinen P, Burkey P. Role and effectiveness of surface EMG feedback in sports and orthopedic rehabilitation: a systematic review. Exploration of Musculoskeletal Diseases. 2024;2:391–407. DOI: 10.37349/emd.2024.00065.
11. Kalnysh VV, Serheta IV, Pashkovskiy SM, Bohush HL, Koval NV, et al. Evaluation of the Effectiveness of Restoring Balance Function in Military Personnel with Lower Limb Amputations: A Clinical Case. American Journal of Biomedical Science and Research. 2025;27(4). AJBSR.MS.ID.003584. DOI: 10.34297/AJBSR.2025.27.003584.
12. Knikou M. The H-reflex as a probe: pathways and pitfalls. Journal of neuroscience methods. 2008;171(1):1–12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jneu-meth.2008.02.012>.
13. Lipa BM, Han JJ. Electrodiagnosis in neuromuscular disease. Physical medicine and rehabilitation clinics of North America. 2012;23(3):565–87. DOI: 10.1016/j.pmr.2012.06.007.
14. Paillard T, Noé F. Effect of expertise and visual contribution on postural control in soccer. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports. 2006;16(5):345–348. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2005.00502.x.
15. Paillard T, Noe F. Techniques and Methods for Testing the Postural Function in Healthy and Pathological Subjects. BioMed Research International. 2015;2015:891390. DOI: 10.1155/2015/891390.
16. Palmieri RM, Ingersoll CD, Hoffman MA. The hoffmann reflex: methodologic considerations and applications for use in sports medicine and athletic training research. Journal of athletic training. 2004;39(3):268–277.
17. Peterka RJ. Sensory integration for human balance control. Handb. Clin. Neurol. 2018;159:27–42 DOI: 10.1016/B978-0-444-63916-5.00002-1.
18. Zemková E. Sport-specific balance. Sports Medicine. 2014;44(5):579–590. DOI: 10.1007/s40279-013-0130-117.
19. Zemková E. Physiological Mechanisms of Exercise and Its Effects on Postural Sway: Does Sport Make a Difference? Frontiers in Physiology. 2022. Vol. 13. Article 792875.
20. Zemková E, Zapletalová L. The Role of Neuromuscular Control of Postural and Core Stability in Functional Movement and Athlete Performance. Frontiers in Physiology. 2022. Vol. 13. Article 796097.

ORCID 0000-0001-9263-805X, olena_kolos@ukr.net

Дата першого надходження статті до видання: 18.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 12.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Медико-соціальні фактори формування мотивації до занять фізичною культурою у дітей з особливими освітніми потребами

УДК 796.011-056.2/.3:159.947.5

В. П. Семененко, В. В. Теліус

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. Стаття присвячена дослідженню медико-соціальних чинників, що визначають формування мотивації до занять фізичною культурою у дітей з особливими освітніми потребами. У роботі проаналізовано специфіку впливу стану здоров'я, соціального середовища та сімейного мікроклімату на готовність дитини до активної рухової діяльності. На основі комплексного підходу виявлено, що основними бар'єрами на шляху до залучення дітей з особливими освітніми потребами до регулярних занять фізичною культурою є не лише клінічні прояви основного захворювання, а й соціально-психологічні фактори: рівень інклюзивної культури в суспільстві, обізнаність батьків та доступність спеціалізованої адаптованої інфраструктури. Обґрунтовано, що успішна мотивація можлива лише за умови синергії медичного супроводу та створення стимулюючого соціального простору, який забезпечує психологічний комфорт та відчуття успішності дитини в процесі фізичного виховання. **Мета.** Виявити та систематизувати ключові медико-соціальні фактори, що впливають на формування мотиваційної сфери дітей з особливими освітніми потребами у контексті занять фізичною культурою. **Методи.** Теоретичний аналіз і узагальнення наукової літератури; соціологічні методи (анкетування); метод системного аналізу; методи математичної статистики; метод узагальнення. **Результати.** Дослідження продемонструвало, що структура мотивації дітей з ООП до фізичної активності є ієрархічною системою, де соматичний стан виступає базовою умовою, а соціальне оточення – основним регулятором активності. Встановлено, що ключовим стимулом для відвідування занять є можливість соціалізації та залучення до групи однолітків, що часто переважає над прагненням до покращення суто фізичних показників. Проте виявлено суттєвий вплив медичних проблем, які формують захисну реакцію у дитини та спонукають батьків до зниження режиму рухової активності через хибне розуміння безпеки. Аналіз засвідчив, що ефективність формування інтересу до занять фізичною культурою прямо залежить від рівня фізичної самооцінки дитини та здатності педагога адаптувати навантаження до її індивідуальних можливостей. Доведено, що використання ігрових технологій, музичного супроводу та засобів візуалізації прогресу (фітнес-трекерів, інтерактивних платформ) дозволяє мінімізувати тривожність та підвищити емоційну залученість учнів. Виокремлено роль професійної компетентності вчителя як фасилітатора, який створює ситуацію успіху та нівелює страх перед фізичною невдачею. Результати підкреслюють необхідність інтегрованого підходу, що поєднує медичний моніторинг із психологічною підтримкою та активним залученням родини до формування ціннісних орієнтацій на здоровий спосіб життя у дітей з особливими освітніми проблемами.

Ключові слова: діти з особливими освітніми потребами (ООП), мотивація, фізична культура, інклюзивне освітнє середовище, медико-соціальні фактори, адаптивне фізичне виховання.

Medical and social factors influencing motivation for physical activity among children with special educational needs*V. P. Semenenko, V. V. Telius*

National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

Abstract. The article is devoted to the study of medical and social factors that determine the formation of motivation for physical education in children with special educational needs. The paper analyzes the specifics of the influence of health status, social environment and family microclimate on the child's readiness for active motor activity. Based on an integrated approach, it was found that the main barriers to involving children with special educational needs in regular physical education are not only clinical manifestations of the underlying disease, but also socio-psychological factors: the level of inclusive culture in society, parental awareness and the availability of specialized adapted infrastructure. It is substantiated that successful motivation is possible only under the condition of synergy of medical support and the creation of a stimulating social space that provides psychological comfort and a sense of success for the child in the process of physical education. **Objective.** To identify and systematize key medical and social factors that influence the formation of the motivational sphere of children with special educational needs in the context of physical education classes. **Methods.** Theoretical analysis and generalization of scientific literature; sociological methods (surveys); system analysis method; methods of mathematical statistics; generalization method. **Results.** The study demonstrated that the structure of motivation of children with OOP for physical activity is a hierarchical system, where the somatic condition acts as a basic condition, and the social environment is the main regulator of activity. It was established that the key incentive for attending classes is the opportunity to socialize and be included in a peer group, which often prevails over the desire to improve purely physical indicators. However, a significant influence of medical problems was revealed, which form a protective reaction in the child and encourage parents to reduce the mode of motor activity due to a false understanding of safety. The analysis showed that the effectiveness of forming interest in physical culture classes directly depends on the level of physical self-esteem of the child and the ability of the teacher to adapt the load to his individual capabilities. It has been proven that the use of gaming technologies, musical accompaniment and means of visualizing progress (fitness trackers, interactive platforms) allows minimizing anxiety and increasing the emotional involvement of students. The role of the teacher's professional competence as a facilitator, who creates a situation of success and eliminates the fear of physical failure, is highlighted. The results emphasize the need for an integrated approach that combines medical monitoring with psychological support and active involvement of the family in the formation of value orientations towards a healthy lifestyle in children with special educational problems.

Keywords: children with special educational needs, motivation, physical education, inclusive educational environment, medical and social factors, adaptive physical education.

Постановка проблеми. Процес фізичного виховання дітей з особливими освітніми потребами (ООП) у сучасних умовах трансформації освітньої парадигми виходить за межі суто педагогічного впливу, набуваючи ознак комплексної медико-соціальної реабілітації. Впровадження інклюзивної моделі освіти в Україні вимагає від закладів освіти створення такого середовища, де заняття фізичною культурою стають дієвим інструментом соціальної адаптації, корекції порушень розвитку та зміцнення соматичного здоров'я учнів. Проте успішність цього процесу критично залежить від рівня

внутрішньої мотивації дитини, яка є рушійною силою її активності та результативності.

Формування мотивації до рухової активності у дітей з порушеннями психофізичного розвитку є складним процесом, що детермінується низкою специфічних факторів. Медичний аспект проблеми зумовлений клінічною картиною основного захворювання, що часто обмежує функціональні можливості дитини, провокує швидку втомлюваність та знижує поріг витривалості. Водночас соціальний аспект охоплює вплив мікро- та макросоціуму: від рівня підтримки в сім'ї до готовності інклюзивного

простору прийняти дитину з її індивідуальними особливостями без ризику стигматизації [1; 2; 4; 7; 8].

Науковий аналіз останніх років [1; 3; 5; 7; 10] свідчить про те, що традиційні підходи до процесу фізичного виховання часто виявляються малоефективними у роботі з категорією дітей з ООП через їхню орієнтацію на нормативні показники, а не на індивідуальний прогрес та психоемоційне задоволення. Актуальним напрямом сучасних досліджень стає пошук шляхів подолання «мотиваційного дефіциту», спричиненого як фізіологічними бар'єрами, так і негативним соціальним досвідом дитини.

Незважаючи на значну кількість праць, присвячених інклюзії [1; 2; 5; 6; 9], питання системного впливу медико-соціальних факторів на мотиваційну сферу дитини з ООП залишається недостатньо висвітленим. Потребує детальнішого вивчення роль сімейного оточення, професійної компетентності педагога у створенні ситуації успіху, а також кореляція між станом фізичного здоров'я та психологічною готовністю дитини до подолання труднощів у процесі занять.

Таким чином, розв'язання проблеми формування стійкої мотивації до занять фізичною культурою вимагає міждисциплінарного підходу. Це зумовлює необхідність ґрунтовного аналізу факторів, що стимулюють або гальмують активність дитини, для розробки дієвих алгоритмів педагогічного супроводу в умовах сучасного освітнього простору.

Мета дослідження. Виявити та систематизувати ключові медико-соціальні фактори, що впливають на формування мотиваційної сфери дітей з особливими освітніми потребами у контексті занять фізичною культурою.

Методи дослідження. Теоретичний аналіз і узагальнення наукової літератури; соціологічні методи (анкетування); метод системного аналізу; методи математичної статистики; метод узагальнення.

Результати дослідження та їх обговорення. Вивчення механізмів формування мотивації у дітей з ООП завжди потребує комплексного підходу, що враховує не лише педагогічні методи, а й глибоку взаємодію медичних та соціальних чинників. У сучасних умовах інклюзії уроки фізичної культури перестають бути просто навчальною дисципліною, перетворюючись на простір для подолання

внутрішніх бар'єрів та соціального самотвердження особистості.

Важливим етапом нашої роботи став емпіричний аналіз реального стану залученості дітей з ООП до рухової активності та виявлення факторів, що безпосередньо корелюють із їхнім бажанням займатися фізичними вправами. Це дозволило не лише виявити наявні проблеми, а й обґрунтувати шляхи їх подолання через корекцію взаємодії всіх учасників освітнього процесу.

Дослідження проводилось на базі закладів загальної середньої освіти м. Києва та Київської області, Україна. У дослідженні взяли участь 120 респондентів, серед яких: 40 вчителів фізичної культури та асистентів учителів, 40 батьків дітей з ООП та 40 учнів середнього шкільного віку з різними нозологіями (порушення опорно-рухового апарату, сенсорні порушення, затримка психічного розвитку тощо). Такий склад учасників забезпечив можливість всебічного аналізу проблеми з позицій педагогічних працівників, законних представників дитини та безпосередньо самих учнів.

Аналіз результатів дослідження дозволив встановити, що формування мотивації до занять фізичною культурою у дітей з ООП є багатограним процесом, де медичні та соціальні фактори перебувають у стані постійної інтерференції.

Найпершим чинником, що визначає готовність дитини до активності, є її соматичний стан. Проведене опитування та спостереження засвідчили, що для дітей із порушеннями опорно-рухового апарату та сенсорними розладами ключовим медичним бар'єром є страх посилення болю або зазнавання травми. Згідно з результатами анкетування 45 % респондентів вважають саме цей фактор головною перешкодою для регулярних занять фізичною культурою (Рис. 1). Це формує захисну реакцію у вигляді відмови від виконання фізичних вправ, що вимагає від учителя фізичної культури індивідуального підходу та використання альтернативних методик. Також, за даними Т. Ю. Круцевич та співавторів, у компетенціях вчителів одним зі складників зазначено необхідність застосовувати медико-психолого-педагогічний моніторинг стану здоров'я, фізичного і психічного розвитку учнів тощо [3; 5].

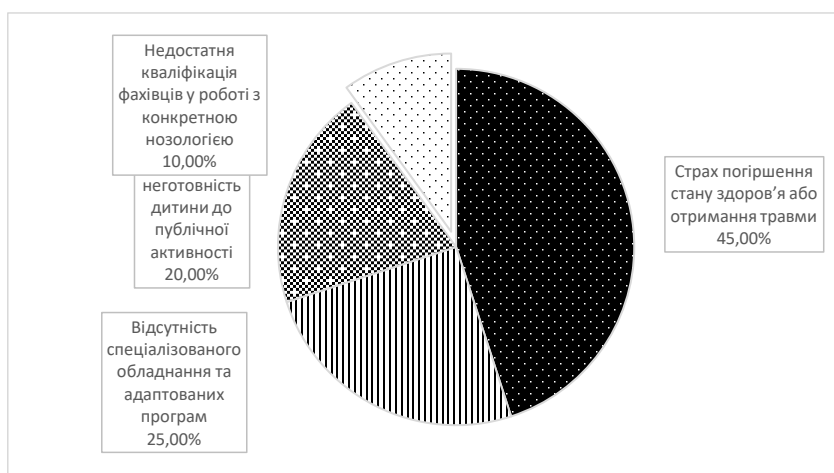


Рис. 1. Основні бар'єри для занять фізичною культурою для учнів з ООП

Важливим результатом нашого дослідження стало виявлення залежності між рівнем фізичної самооцінки дитини та її мотивацією. У дітей з ООП спостерігається схильність до заниження власних можливостей. Проте дані опитування учнів показали, що 55 % із них ідуть на заняття із задоволенням, якщо фізичні вправи адаптовані до їхньої нозології. Це підтверджує, що зміщення акценту з «лікування хвороби» на «розвиток потенціалу» кардинально змінює внутрішню установку дитини.

Соціальний фактор родини виявився одним із найбільш вагомих детермінантів. Дослідження підтвердило, що в сім'ях з активною позицією батьків рівень мотивації у 2,5 рази вищий. Опитування учнів підтвердило цю тезу: 70 % дітей зазначили, що підтримка сім'ї є вирішальною для їхньої впевненості на уроках. Гіперопіка ж, навпаки, часто стає

перешкодою через обмеження рухової активності дитини.

Окрему увагу варто приділити ролі інклюзивного середовища. Встановлено, що соціальна інтеграція виступає потужним стимулом. За даними анкетування (Рис. 2), 37,5 % респондентів назвали спілкування з однолітками провідним мотивом відвідування уроків, що навіть перевищує суто медичний мотив — покращення здоров'я (32,5 %).

Систематизація отриманих даних дозволила виділити основні групи факторів, що стимулюють позитивне ставлення до занять фізичною культурою:

— Медико-біологічні: адекватність фізичних навантажень поточному стану учнів з ООП з використанням індивідуального підходу, що сприяє ефекту відчуття «м'язової радості» та покращенню автономності в побуті;

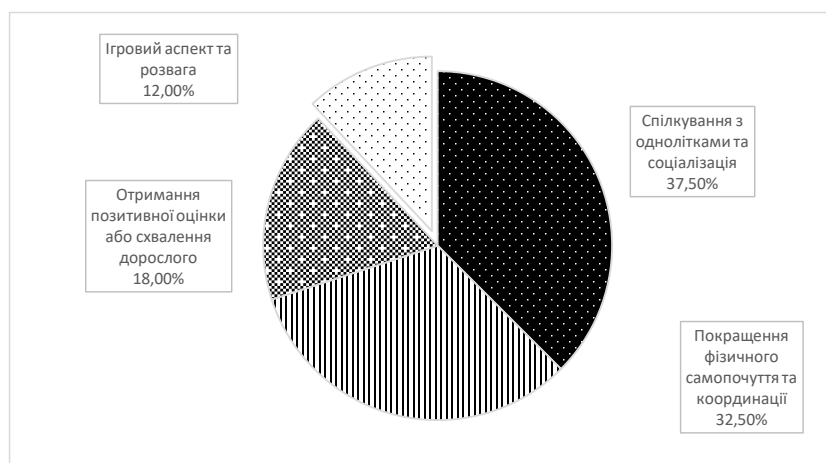


Рис. 2. Пріоритетні мотиви до занять фізичною культурою в учнів з ООП

— Соціально-психологічні: спрямовані на формування внутрішньої мотивації учнів через схвалення дорослих, відсутність порівняння з іншими, соціальне визнання;

— Матеріально-технічні: наявність адаптованого спортивного обладнання.

Обговорення результатів також порушило питання професійної підготовки вчителів фізичної культури. Виявлено, що невпевненість вчителя фізичної культури транслюється учням. Це корелює з тим, що 15 % учнів часто відчують тривогу під час уроку через занадто складні або неадаптовані завдання. Мотивація зростає, коли вчитель діє як партнер-фасилітатор.

Важливим аспектом є впровадження ігрових технологій, так званої гейміфікації. Для дітей з інтелектуальними порушеннями або розладами аутистичного спектру (РАС) саме емоційне забарвлення заняття (12,5 % у структурі мотивації) стає вирішальним фактором, оскільки абстрактна мета «зміцнення здоров'я» для них не є зрозумілим стимулом.

Результати вказують на необхідність індивідуальних підходу, де заняття фізичною культурою інтегровані з психологічним супроводом. Мотивація не є сталим утворенням: вона коливається залежно від періодів загострення захворювання, що вимагає від сучасної системи освіти гнучкості та адаптивності.

Ми встановили, що соціальне визнання досягнень (змагання, спортивні свята тощо) змінює ставлення дитини до власного тіла. З об'єкта медичного впливу дитина перетворюється на суб'єкта спортивної діяльності. Аналіз показав, що архітектурна доступність та візуальні підказки суттєво знижують рівень тривожності. Коли простір безпечний, когнітивні ресурси вивільняються для активної участі.

У процесі обговорення було виокремлено типові помилки в організації занять фізичною культурою: надмірний акцент на обмеженнях у медичній картці; виключення дитини з групових видів діяльності; відсутність зворотного зв'язку (візуалізації прогресу); формальний підхід до оцінювання без урахування вольових зусиль.

Дослідження підтверджує, що медичний діагноз не повинен бути визначальним у формуванні мотивації до занять фізичною культурою. Важливішим є темперамент та соціальний досвід. Взаємодія медичних співробітників, адміністрації закладу загальної середньої освіти, батьків

та вчителя фізичної культури має відбуватися на етапі планування кожного заняття.

Ми зафіксували, що використання музичного супроводу та гаджетів (наприклад, фітнестрекери) викликає особливий інтерес в учнів з ООП. Це дозволяє їм відчувати належність до сучасної молодіжної культури, нівелюючи відчуття інакшості.

Отримані результати дозволяють стверджувати, що успіх можливий лише за умови переходу від медичної моделі інвалідності до соціальної. Перешкоди вбачаються не в здоров'ї дитини, а в недосконалості середовища.

Таким чином, результати демонструють складну ієрархію: медичний стан є базовою умовою, а соціальне середовище — регулятором інтенсивності мотивації. Обговорення підкреслює необхідність створення єдиного медико-педагогічного простору.

Зазначимо, що динаміка мотивації має нелінійний характер. Це вимагає від учасників освітнього процесу індивідуального підходу, де головним результатом є не рекорд, а стабільне бажання дитини повернутися до занять руховою активністю.

Висновки. Узагальнення результатів дослідження дозволяє стверджувати, що формування мотивації до занять фізичною культурою у дітей з особливими освітніми потребами є результатом складної взаємодії медико-біологічних та соціальних чинників. Встановлено, що, хоча стан здоров'я та характер психофізичних порушень дитини створюють базові рамки її рухової активності, вирішальну роль у підтримці мотиваційного інтересу відіграє соціальне оточення. Провідними мотивами для дітей з ООП є соціалізація (37,5 %) та покращення фізичного самопочуття (32,5 %), тоді як головним демотивуючим фактором залишається страх травматизації та посилення болю (45 %), що часто підкріплюється гіперопікою з боку батьків. Це свідчить про необхідність переходу від вузькоспрямованої медичної моделі супроводу до соціально-педагогічної, де акцент зміщується з обмежень дитини на її збережені можливості та соціальну інтеграцію.

Ефективна система стимулювання мотивації в інклюзивному освітньому просторі має ґрунтуватися на принципах індивідуалізації, архітектурної доступності та емоційної насиченості занять через використання ігрових методів та сучасних інноваційних технологій, які можливо використовувати

в процесі фізичного виховання. Ключовою умовою успіху є синергія зусиль вчителів, батьків, медичних співробітників та адміністрації закладу загальної середньої освіти, спрямована на подолання психологічних бар'єрів та створення «ситуації успіху» для кожного учня з ООП.

Перспективи подальших досліджень передбачають приділення особливої уваги розробці

міждисциплінарних протоколів взаємодії між всіма учасниками освітнього процесу для створення єдиного мотиваційного простору, а також дослідження впливу модифікованого навчального матеріалу для організації занять фізичною культурою як довгострокової соціальної інтеграції, що прямо впливає на якість життя учнів в умовах інклюзії.

Література

1. Головіна О. Професійна підтримка вчителів в інклюзії: європейський досвід [Professional support for teachers in inclusion: European experience]. НУШ; 2020. Available from: <https://nus.org.ua/articles/profesiyna-pidtrymka-vchyteliv-v-inklyuziyi-yevropejskij-dosvid/>
2. Дудко С. Технологічні засади моделювання здоров'язрозвивального середовища сучасного закладу освіти [Technological principles of modeling the health-developmental environment of a modern educational institution]. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. 2024;4(138):384-397. DOI:10.24139/23125993/2024.04/384-397
3. Кривчикова ОД, Холодова ОС, Семененко ВП. Фізична культура у системі загальної освіти дітей шкільного віку [Physical education in the general education system of school-age children]. In: Круцевич ТЮ, Пангелова НС, Кривчикова ОЛ, editors. Теорія і методика фізичного виховання. Київ: Національний університет фізичного виховання і спорту України; 2018;2:86–115.
4. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти : постанова Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1392. *Законодавство України. Верховна Рада України*. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF>
5. Семененко ВП, Круцевич ТЮ. Моніторинг розподілу учнів молодшого шкільного віку за медичними групами на уроках фізичної культури [Monitoring the distribution of primary school students by medical groups in physical education lessons]. Спортивний вісник Придніпров'я. 2023;1:141–148. DOI:10.32540/2071-1476-2023-1-141.
6. Семененко В, Теліус В. Фізична активність та здоров'я дітей шкільного віку в освітній моделі фізичного виховання в умовах нової української школи [Physical activity and health of school-age children in the educational model of physical education in the conditions of the new Ukrainian school]. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2023;2:112–117. DOI: 10.32652/spmed.2023.2.112–117.
7. Семененко В, Теліус В, Трачук С, Малишева О. Європейський досвід організації рухової активності дітей та підлітків: проблематика і перспективи [European experience in organizing physical activity of children and adolescents: issues and prospects]. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2023;3:56–62. DOI: 10.32652/tmfvs.2023.3.56-62.
8. Теліус ВВ, Семененко ВП, Мосьян ЄІ, Применко ОМ. Інклюзивна освіта у фізичній культурі в умовах нової української школи [Inclusive education in physical culture in the conditions of a new Ukrainian school]. OLYMPICUS. 2024;2:192–198. DOI: 10.24195/olympicus/2024-2.24.
9. Трачук С, Семененко В, Долженко Л, Мамедова І, Довгаль В. Сталий розвиток освітнього середовища для заохочення рухової активності школярів [Sustainable development of the educational environment to encourage physical activity of schoolchildren]. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2023;2:81–85. DOI: 10.32652/tmfvs.2023.2.81–85.
10. Lindner K, Schwab S. Differentiation and individualization in inclusive education: a systematic review and narrative synthesis. *International Journal of Inclusive Education*. 2025;29(12):2199–2219. DOI: 10.1080/13603116.2020.1813450.

ORCID 0000-0002-5931-7729, smart.semenenko@gmail.com
ORCID 0009-0006-9849-7706, valeriia.telius@gmail.com

Дата першого надходження статті до видання: 09.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 02.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Функціональний стан гепатобіліарної системи під впливом рухової активності

УДК 796:616.36

О. О. Шматова, М. А. Барчук

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. Інтенсивність рухової активності тісно пов'язана зі станом гепатобіліарної системи. Численні дослідження та дані метааналізів указують на негативний вплив як надмірних фізичних навантажень, так і гіподинамії на її функціональний стан. *Мета.* Вивчити вплив рухової активності різної інтенсивності на функціональний стан гепатобіліарної системи. *Методи.* Порушення функції гепатобіліарної системи та ефективність корекції рухової активності оцінювали шляхом аналізу даних клінічних методів обстеження: ультразвукового дослідження печінки та рівня трансаміназ у периферичній крові. *Результати.* Установили, що корекція рухової активності та харчових звичок дає змогу покращити функціональний і морфологічний стан печінки, що запобігає розвитку хронічних запальних та дегенеративних процесів у печінці.

Ключові слова: стеатоз печінки, рухова активність, печінка.

The influence of exercise on the functional state of the liver

O. O. Shmatova, M. A. Barchuk

National University of Physical Education and Sport of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. The intensity of physical activity is closely related to liver function. Numerous studies and meta-analyses indicate the negative impact of both excessive physical exertion and hypodynamia on the functional state of the liver. *The aim of the study* was to study the impact of physical activity of different intensities on the functional state of the liver. Liver dysfunction and the effectiveness of correction of physical activity were assessed by analyzing data from physical examination methods, ultrasound examination of the liver, and the level of transaminases in peripheral blood. It was found that correction of physical activity and eating habits allows improving the functional and morphological state of the liver, which prevents the development of inflammatory and degenerative processes in the liver.

Keywords: fatty hepatosis, physical activity, liver.

Постановка проблеми. На сьогодні спостерігається значне збільшення кількості осіб з ознаками стеатозу печінки (особливо враховуючи тенденції до ожиріння та метаболічних хвороб), а також потенційний його вплив на перспективи захворюваності та смертності через патологію печінки. За даними системних оглядів і метааналізів, поширеність стеатозу печінки серед дорослого населення оцінюється приблизно в 30 % популяції та трапляється як в осіб з гіподинамією в анамнезі, так й у спортсменів, які зазвичай мають надмірні навантаження.

Мета дослідження — вивчити вплив рухової активності різної інтенсивності на функціональний стан гепатобіліарної системи.

Характеристика методів дослідження. Для визначення функції гепатобіліарної системи нами використано такі методи дослідження: клінічні методи обстеження (опитування, огляд, пальпація), інструментальні методи дослідження — ультразвукове дослідження печінки (далі — УЗД), методи лабораторних досліджень: печінкові трансамінази: аспартатамінотрансфераза (далі — АСТ),

аланінамінотрансфераза (далі — АЛТ), коефіцієнт де Рітіса.

За даними метааналізу, який охопив близько 300 тис. учасників, встановлено, що короткострокова гіподинамія (а саме зниження активності до 1 500 кроків/день протягом 2 тижнів) є причиною збільшення печінкового жиру на 15–25 % та зниження інсулінової чутливості на 17–25 % [1; 2].

Довгостроковий малорухливий стиль життя підвищує ризик жирового гепатозу на 45–70 % незалежно від індексу маси тіла [3; 4].

На тлі недостатньої рухової активності відбуваються зміни у функціонуванні гепатобіліарної системи, а саме: пригнічення чутливості тканин до інсуліну, зниження жовчосинтезувальної та евакуаторної функцій, що призводить до застійних явищ, дистрофічних процесів та посилення ліпогенезу в печінці [5].

Водночас повернення до регулярної фізичної активності протягом 6–12 тижнів призводить до зниження печінкового жиру на 20–30 %, нормалізації ALT/AST та відновлення чутливості до інсуліну [6].

Широка поширеність жирового гепатозу переважно серед осіб молодого віку веде до зростання хронічних форм хвороб печінки та зниження працездатності, що визначає багатогранність проблеми й актуальність її дослідження.

За даними наукових джерел відомо, що вплив надмірних фізичних навантажень супроводжується м'язовим ушкодженням та, як наслідок, підйомом печінкових ферментів. Ці процеси пояснюються тим, що інтенсивні вправи спричиняють розпад м'язового білка (міонекроз), який зумовлює підвищення ферменту АСТ [7].

Перерозподіл крові до скелетних м'язів і шкіри під час виконання значних фізичних навантажень (особливо при дегідратації, гіпотонії) сприяє розвитку ішемічних процесів у печінці, що може спричинити ішемічний гепатит та різке зростання трансаміназ. Ці процеси описані в атлетів після участі в марафонських забігах [8].

Значна фізична активність в умовах жаркого клімату, за умови порушення терморегуляції, може стати причиною пошкодження гепатоцитів та розвитку коагуляційного некрозу та печінкової недостатності [9].

Тяжкий рабдоміоліз, який супроводжується високим рівнем міоглобіну і продуктів розпаду,

може опосередковано ускладнювати функцію гепатобіліарної системи та призводити до розвитку токсичного гепатиту [10].

Використання та зловживання анаболічними стероїдами — зазвичай пов'язані з холестазом та, як наслідок, стеатозом і навіть гепатоцелюлярними пухлинами. Використання інших добавок, особливо так званих жиропалювачів, теж можуть викликати стеатогепатоз та спричинити інші токсичні реакції з боку печінки [11].

Результати та їх обговорення. Нами обстежено 28 осіб з ознаками жирового гепатозу віком 25–40 років. Серед обстежених 16 чоловіків (65,5 %) та 12 жінок (34,5 %). Отримані дані порівнювали з показниками майже здорових людей (без ознак жирового гепатозу та порушень функції печінки — 20 осіб, які мали помірну рухову активність (~150 хв/тижд.)). Оскільки досліджувані показники відмінностей за статеву ознакою не мають, поділу на підгрупи за статтю не проводили. Окрім ознак стеатозу печінки, у досліджуваних спостерігалися прояви астеничного синдрому, ознаки депресії та апатії, а в окремих випадках — прояви диспептичного синдрому. У окремих пацієнтів скарги з боку травної системи взагалі були відсутні.

Усі хворі отримували традиційне медикаментозне лікування, корекцію рухової активності та аналіз харчових звичок.

Під час проведення ультразвукового обстеження з еласто- та стеатометрією виявлено такі зміни: збільшення печінки, підвищену ехогенність, наявність фіброзних змін (оцінка відбувалася за шкалою Metavir) неоднорідність структури паренхіми печінки, що свідчило про наявність ознак стеатозу печінки.

Під час дослідження виявлено значне збільшення трансаміназ порівняно з показниками групи здорових осіб: АЛТ перевищував їх значення у 7,00 раз (p < 0,05), АСТ — у 4,65 раз (p < 0,05), коефіцієнт де Рітіса перевищував цільові показники в 1,53 раз (p < 0,05), що свідчить про ураження печінкових клітин з порушенням їх функції.

Руховий режим призначали хворим за задовільної адаптації до фізичних навантажень. Тривалість періоду — 30–35 днів. Хворим призначали лікувальну гімнастику, дозовану ходьбу в швидкому темпі, силові тренування. При цьому дотримувались основних правил процесу тренування: індивідуальність призначень фізичних

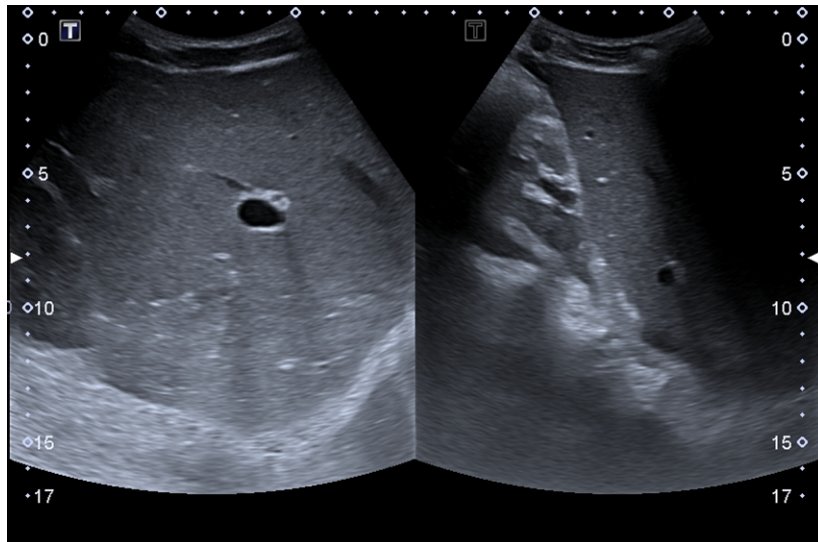


Рис. 1. УЗД печінки пацієнта Х з ознаками стеатозу

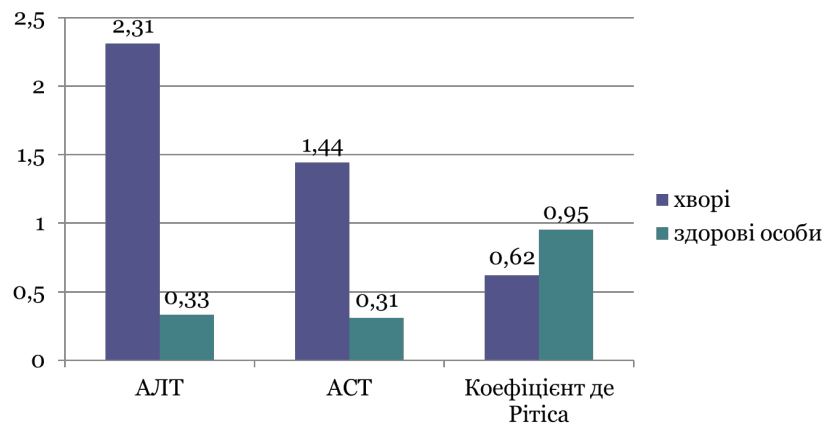


Рис. 2. Біохімічні показники периферичної крові (n = 28)

навантажень з поступовим їх збільшенням та урахуванням наявності супутньої патології, регулярність занять, тривалість впливу та спостереження за загальним станом організму під час занять. Серед фізичних вправ перевагу надавали дихальним вправам за системою Йога, використовували ізометричні вправи, гімнастичні вправи, спеціальні вправи — для м'язів тулуба й черевного преса.

Також нами застосовано лікувальні позирухи для стимуляції артеріолімфатичної циркуляції та поліпшення венозного відтоку від органів черевної порожнини. Була передбачена корекція харчування за складом і якістю.

Виконували такі завдання: зміцнення окремих м'язових груп; профілактика застійних явищ у черевній порожнині; підвищення рухливості

діафрагми; регулювання внутрішньочеревного тиску; зміцнення м'язів черевного преса, посилення кровообігу; боротьба із застійними явищами; покращення відтоку жовчі.

Метод проведення занять — індивідуальний, самостійний.

Після проведеного комплексного лікування з проведенням корекції рухової активності та харчування відмічалось покращення загального самопочуття пацієнтів.

Дані ультразвукової діагностики відображали позитивну динаміку, а саме: ехогенність печінки нормалізувалася, структура набувала однорідності, нормалізувалися її розміри. Позитивна динаміка УЗД вказувала на позитивні морфологічні зміни як наслідок адекватного лікування із застосуванням активного рухового режиму.

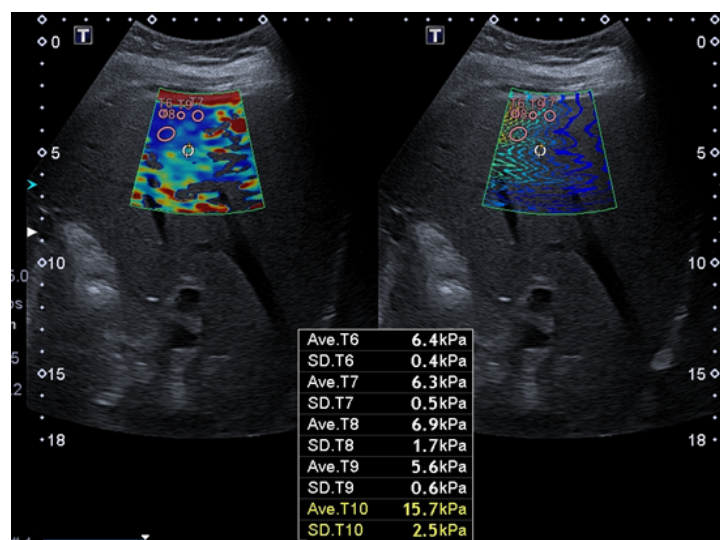


Рис. 3. УЗД печінки пацієнта X після лікування та корекції рухового режиму

Посилення трофічних процесів у печінці під впливом запропонованої програми рухової активності сприяло відновленню функції печінки та нормалізації печінкових трансаміназ і коефіцієнта де Рітиса.

Так, корекція рухової активності є найбільш адекватним біологічним подразником, який стимулює природні механізми регуляції функції печінки. Помірні фізичні навантаження, які відповідають загальним фізичним настановам (150–240 хв/тиж. помірної активності + силові вправи) позитивно впливають на функціональний стан печінки через зменшення печінкового жиру, нормалізації печінкових ферментів та, відповідно, інсулінорезистентності.

Висновки. Гіподинамія — один із ключових модифікованих факторів ризику порушення функції гепатобіліарної системи. Низький рівень рухової активності призводить до

структурних змін печінки як наслідку метаболічних процесів, що сприяють розвитку стеатозу печінки у осіб молодого віку. Однак регулярна рухова активність здатна повністю або частково відновити функціональний та морфологічний стан печінки.

Надмірна рухова активність може спричинити широкий спектр функціональних та морфологічних змін з боку гепатобіліарної системи — від фізіологічного тимчасового підвищення ферментів (АСТ та АЛТ) до тяжких станів, як-от ішемічний гепатит або навіть печінкова недостатність. Раннє розпізнавання клінічно небезпечних синдромів та відмова від гепатотоксичних харчових добавок має бути розглянута як ключові кроки до запобігання патології печінки в спортсменів у комплексі з превентивними заходами щодо корекції інтенсивності тренувального процесу.

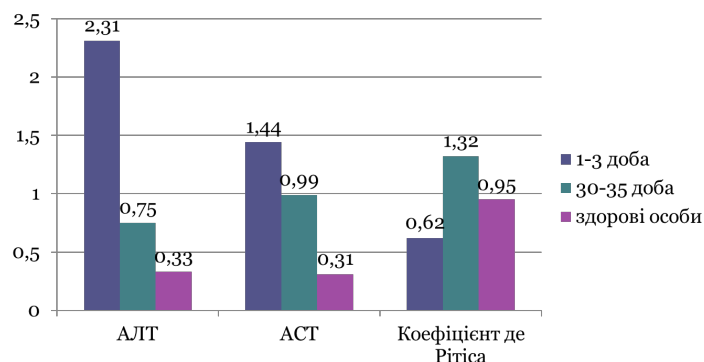


Рис. 4. Біохімічні показники периферичної крові (n=28)

Література

1. Шматова О. Вплив рухової активності на біосинтетичну функцію печінки у хворих на токсичний гепатит. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2024;(1):158–162. [Shmatova O. Vplyv rukhovoï aktyvnosti na biosyntetychnu funktsiiu pechinky u khvorykh na toksychnyi hepatyt].
2. Babu AF, Csader S, Lok J, Gómez-Gallego C, Hanhineva K, El-Nezami H, Schwab U. Positive effects of exercise intervention without weight loss and dietary changes in NAFLD-related clinical parameters: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*. 2021;13:3135. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu13093135>.
3. Maskell KF, Powell SW, Willis D, Okhomina V, Sima AP, Wills BK. Patterns of transaminase elevation in rhabdomyolysis versus acetaminophen toxicity. *Am J Emerg Med*. 2021;44:362–365. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.04.061>.
4. Khan H, et al. Athlete's hepatitis in a young healthy marathon runner. *Case Rep Gastroenterol*. 2018;12(1):176-181. DOI: <https://doi.org/10.1159/000488446>.
5. Lin JS, Zaffar D, Muhammad H, Ting PS, Woreta T, Kim A, Kohli R, Oshima K, Cameron A, Philosophie B, Ottmann S, Wesson R, Gurakar A. Exertional heat stroke-induced acute liver failure and liver transplantation. *ACG Case Rep J*. 2022;9(7):e00820. DOI: <https://doi.org/10.14309/crj.0000000000000820>.
6. Montesi L, Caselli C, Centis E, et al. Physical activity support or weight loss counseling for nonalcoholic fatty liver disease? *World J Gastroenterol*. 2014;20(29):10128-10136. DOI: <https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i29.10128>.
7. Petrovic A, Vukadin S, Sikora R, Bojanic K, Smolic R, Plavec D, Wu GY, Smolic M. Anabolic androgenic steroid-induced liver injury: an update. *World J Gastroenterol*. 2022;28(26):3071–3080. DOI: <https://doi.org/10.3748/wjg.v28.i26.3071>.
8. Stine JG, Long MT, Corey KE, Sallis RE, Allen AM, Armstrong MJ, Conroy DE, Cuthbertson DJ, Duarte-Rojo A, Hallsworth K, Hickman IJ, Kappus MR, Keating SE, Pugh CJA, Rotman Y, Simon TL, Vilar-Gomez E, Wong VW, Schmitz KH. Physical activity and nonalcoholic fatty liver disease: a roundtable statement from the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc*. 2023;55(9):1717–1726. DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003199>.
9. Stine JG, Rinella ME. Editorial: age and non-invasive markers of fibrosis in patients with nonalcoholic fatty liver disease: time to adjust the clock? *Am J Gastroenterol*. 2017;112(5):752–754.
10. Younossi ZM, Golabi P, Paik JM, Henry A, Van Dongen C, Henry L. The global epidemiology of nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD) and nonalcoholic steatohepatitis (NASH): a systematic review. *Hepatology*. 2023;77(4):1335–1347. DOI: <https://doi.org/10.1097/HEP.0000000000000004>.

ORCID 0000-0003-4062-9607, oshmatova@uni-sport.edu.ua
 ORCID 0009-0002-4269-5034, maryna.barchuk@gmail.com

Дата першого надходження статті до видання: 15.01.2026
 Дата прийняття статті до друку після рецензування: 08.02.2026
 Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026



DOI <https://doi.org/10.32782/spmed.2026.1.10>

Програма фізичної терапії осіб з дисфункцією скронево-нижньощелепного суглоба

УДК 616.724-008.6:615.825

Р. О. Баннікова, Я. К. Черняк

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. Дисфункція скронево-нижньощелепного суглоба (далі – СНЩС) є поширеною патологією, що значно погіршує якість життя пацієнтів через больовий синдром, функціональні обмеження та психоемоційний дискомфорт. Незважаючи на наявність численних підходів до відновного лікування цього стану, питання розробки комплексної програми фізичної терапії, яка б урахувала індивідуальні особливості пацієнтів та забезпечувала стійкий реабілітаційний ефект, залишається актуальним. З огляду на це, виникає питання: як має бути структурована програма фізичної терапії для досягнення максимальної ефективності у відновленні функції СНЩС? **Мета.** Обґрунтувати, розробити та оцінити ефективність комплексної програми фізичної терапії для осіб з дисфункцією скронево-нижньощелепного суглоба з урахуванням ступеня функціональних порушень. **Методи.** У дослідженні використано комплексний підхід до оцінки ефективності програми фізичної терапії, що містив визначення больового синдрому за візуальною аналоговою шкалою (далі – ВАШ), вимірювання амплітуди рухів у СНЩС методом гоніометрії, оцінку м'язового тону жувальної мускулатури за допомогою пальпаторного обстеження та міотонометрії, а також аналіз якості життя за опитувальником SF-36. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою програмного забезпечення SPSS версії 25 з використанням t-критерію Стьюдента. Оцінювання результатів проводили на початку дослідження, після завершення програми фізичної терапії та через три місяці катамнестичного спостереження. **Результати.** Впровадження комплексної програми фізичної терапії продемонструвало високу ефективність у відновленні функції скронево-нижньощелепного суглоба. Зафіксовано суттєве зменшення больового синдрому, збільшення амплітуди рухів у суглобі, нормалізацію м'язового тону жувальної мускулатури та значне покращення показників якості життя пацієнтів. Результати зберігалися протягом тримісячного катамнестичного спостереження. **Висновки.** Розроблена комплексна програма фізичної терапії для осіб з дисфункцією скронево-нижньощелепного суглоба показала високу ефективність у відновленні функціонального стану суглоба та поліпшенні якості життя пацієнтів, як порівняти з традиційними схемами відновного лікування. Індивідуалізований підхід до побудови програми з урахуванням ступеня порушень забезпечує оптимальні результати реабілітації. **Ключові слова:** програма фізичної терапії, скронево-нижньощелепний суглоб, дисфункція, реабілітація, комплексний підхід.

Physical therapy program for individuals with temporomandibular joint dysfunction**R. O. Bannikova, Ya. K. Chernyak**

National University of Physical Education and Sports of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. Temporomandibular joint (TMJ) dysfunction is a common pathology that significantly impairs patients' quality of life through pain syndrome, functional limitations, and psycho-emotional discomfort. Despite numerous treatment approaches, the development of a comprehensive physical therapy program that considers individual patient characteristics and ensures lasting rehabilitation effects remains relevant. This raises the question: how should a physical therapy program be structured to achieve maximum effectiveness in restoring TMJ function? *Aim of the study.* To justify, develop, and evaluate the effectiveness of a comprehensive physical therapy program for individuals with temporomandibular joint dysfunction, taking into account the degree of functional impairment. *Methods.* A comprehensive approach was used to assess the effectiveness of the physical therapy program, including pain assessment using the Visual Analog Scale (VAS), TMJ range of motion measurement by goniometry, masticatory muscle tone evaluation through palpation examination and myotonometry, and quality of life analysis using the SF-36 questionnaire. Statistical data processing was performed using SPSS software version 25 with Student's t-test. Results were evaluated at baseline, after completion of the physical therapy program, and at three-month follow-up. *Results of the study.* Implementation of the comprehensive physical therapy program demonstrated high effectiveness in restoring TMJ function. Significant reduction in pain syndrome, increased joint range of motion, normalization of masticatory muscle tone, and substantial improvement in patients' quality of life indicators were recorded. Results were maintained throughout the three-month follow-up period. *Conclusions.* The developed comprehensive physical therapy program for individuals with temporomandibular joint dysfunction demonstrated high effectiveness in restoring joint functional status and improving patients' quality of life compared to traditional rehabilitation protocols. An individualized approach to program design, considering the degree of impairments, ensures optimal rehabilitation outcomes.

Keywords: physical therapy program, temporomandibular joint, dysfunction, rehabilitation, comprehensive approach.

Постановка проблеми. Дисфункція скронево-нижньощелепного суглоба (далі — СНЩС) є однією з найбільш поширених патологій щелепно-лицьової ділянки, що характеризується комплексом клінічних проявів, включно з больовим синдромом, обмеженням рухливості суглоба, порушенням функції жування, звуковими феноменами при рухах нижньої щелепи та м'язово-тонічними розладами жувальної мускулатури. Багатофакторна природа цього захворювання, що містить біомеханічні, нейрофізіологічні та психосоціальні компоненти, вимагає комплексного підходу до реабілітації [5].

Сучасні дослідження закордонних авторів підтверджують, що ізольоване використання медикаментозної терапії або фізіотерапевтичних процедур не завжди забезпечує стійкий реабілітаційний ефект. Натомість комплексні програми фізичної терапії, що поєднують різноманітні методи впливу та враховують індивідуальні особливості перебігу захворювання,

демонструють значно вищу ефективність у відновленні функції СНЩС [9].

Програма фізичної терапії передбачає системний підхід до реабілітації, який містить не лише застосування терапевтичних вправ, а й використання мануальних технік, фізіотерапевтичних методів, освітніх компонентів та стратегій самоменеджменту. Проте питання оптимальної структури такої програми, співвідношення різних компонентів та критеріїв їх застосування залежно від ступеня функціональних порушень потребує подальшого дослідження.

Тому розробка та апробація комплексної програми фізичної терапії для осіб з дисфункцією СНЩС є важливим напрямом удосконалення реабілітаційної допомоги цій категорії пацієнтів.

Мета дослідження — розробити та оцінити ефективність комплексної програми фізичної терапії для осіб з дисфункцією скронево-нижньощелепного суглоба з урахуванням ступеня функціональних порушень.

Методи і організація дослідження. Учасники: У дослідженні взяли участь 75 пацієнтів (48 жінок і 27 чоловіків) віком від 22 до 58 років з клінічно підтвердженою дисфункцією скронево-нижньощелепного суглоба. Критеріями включення були: наявність больового синдрому в ділянці СНЩС тривалістю не менш ніж 3 місяці, обмеження амплітуди рухів у суглобі, відсутність гострих запальних процесів та онкологічних захворювань. Усі учасники надали письмову інформовану згоду на участь у дослідженні.

Процедура (організація дослідження): Учасників рандомізовано на дві групи: основну (ОГ, $n = 40$), яка проходила реабілітаційне відновлення за розробленою комплексною програмою фізичної терапії, та групу порівняння (ГП, $n = 35$), що отримувала стандартне відновне лікування, яке містило: консультації стоматолога, симптоматичну медикаментозну терапію (нестероїдні протизапальні препарати за показаннями), обмежувальний режим (уникнення широкого відкривання рота, твердої їжі), використання релаксацийної капи та базові фізіотерапевтичні процедури (магнітотерапія, лазеротерапія).

Комплексна програма фізичної терапії для основної групи була структурована відповідно до Міжнародної класифікації функціонування (далі — МКФ) та містила такі компоненти:

1. Терапевтичні вправи (виконували 5 разів на тиждень протягом 8 тижнів, тривалість сеансу 30–40 хвилин):

- вправи на мобілізацію СНЩС (контрольоване відкривання / закривання рота, латеральні та протрузійні рухи);

- вправи на розтягнення жувальних м'язів;

- постізометрична релаксація жувальної мускулатури;

- координаційні вправи для відновлення правильних рухових патернів;

- вправи для шийного відділу хребта та плечового поясу.

2. Мануальна терапія (двічі на тиждень):

- м'які мобілізаційні техніки СНЩС;

- міофасціальний реліз жувальних м'язів;

- інактивація тригерних точок;

- мобілізація шийного відділу хребта.

3. Фізичні агенти:

- терапевтичний ультразвук на ділянку СНЩС;

- кріотерапія за наявності больового синдрому;

- тепловідновлювальні процедури для м'язової релаксації.

4. Освітній компонент:

- навчання правильної постави та ергономіки;

- техніки самомасажу та самомобілізації;

- стратегії управління больовим синдромом;

- модифікація звичок (уникнення стискання зубів, жування гумки).

Оцінка стану пацієнтів проводилася на трьох етапах: до початку програми фізичної терапії, одразу після її завершення (8 тижнів) і через 3 місяці катамнестичного спостереження. Використовували такі методи оцінки:

- Візуальна аналогова шкала болю (далі — ВАШ) — для оцінки інтенсивності больового синдрому в стані спокою та при функціональних навантаженнях;

- гоніометрія — для вимірювання амплітуди активного відкривання рота, латеральних рухів та протрузії нижньої щелепи;

- пальпаторне обстеження — для оцінки больової чутливості та м'язового тону жувальної мускулатури (за 4-бальною шкалою);

- Опитувальник якості життя SF-36 — для аналізу фізичного та психологічного компонентів здоров'я;

- Опитувальник функціональних обмежень мандибулярної дисфункції (MFIQ) — для оцінки функціональних обмежень у повсякденній діяльності.

Статистичний аналіз: Для аналізу отриманих даних використовувався t-критерій Стюдента для незалежних вибірок (для порівняння показників між групами) та парний t-критерій (для порівняння показників до і після втручання в межах однієї групи). Рівень статистичної значущості встановлювався на рівні $p < 0,05$. Обробку даних проводили за допомогою програмного забезпечення SPSS версії 25.

Результати дослідження та їх обговорення. Дисфункція скронево-нижньощелепного суглоба є мультифакторіальним захворюванням, що вимагає комплексного підходу до реабілітації. З огляду на те, що програма фізичної терапії повинна враховувати не лише локальні прояви патології, а й системні порушення, що часто супроводжують дисфункцію СНЩС, включно з порушенням постави, дисбалансом м'язів шийно-плечової ділянки та психоемоційними розладами [9; 24].

Основа планування та організація ефективної фізичної терапії базується на принципах доказової медицини й містить компоненти, спрямовані на різні аспекти функціональних порушень. Терапевтичні вправи сприяють відновленню нормальної біомеханіки суглоба, мануальні техніки забезпечують корекцію м'язово-тонічних порушень, а освітній компонент формує в пацієнтів навички самоменеджменту та профілактики загострень [14; 16; 25].

Перед початком реабілітаційного втручання проведено ретельний аналіз функціонального стану СНЩС учасників дослідження. Розподіл пацієнтів за ступенем порушення функції суглоба представлено в табл. 1 [20].

ТАБЛИЦЯ 1 — Розподіл обстежуваних за ступенем порушення функції СНЩС до початку програми фізичної терапії

Група	Легкий ступінь	Середній ступінь	Важкий ступінь
ОГ (n = 40)	8 (20,0 %)	26 (65,0 %)	6 (15,0 %)
ГП (n = 35)	7 (20,0 %)	23 (65,7 %)	5 (14,3 %)

Як видно з табл. 1, у більшості пацієнтів обох груп (65,0 % в основній та 65,7 % в групі порівняння) був діагностований середній ступінь порушення функції СНЩС, що характеризувався помірним больовим синдромом, обмеженням амплітуди рухів на 25–50 % від норми та суттєвими функціональними обмеженнями в повсякденній діяльності. Легкий ступінь порушення визначено в 15 пацієнтів (по 20,0 % в обох групах), важкий ступінь — в 11 пацієнтів (15,0 % в основній та 14,3 % в групі порівняння).

Розподіл учасників дослідження за статтю та віком представлено в табл. 2.

ТАБЛИЦЯ 2 — Розподіл обстежуваних груп за статтю та віком (n = 75)

Вік	Стать	ОГ (n = 40)	ГП (n = 35)	Всього
22–35	Чоловіча	6	5	36 (48,0 %)
	Жіноча	14	11	
36–50	Чоловіча	8	7	32 (42,7 %)
	Жіноча	10	7	
51–58	Чоловіча	2	2	7 (9,3 %)
	Жіноча	0	3	

Як демонструє табл. 2, найбільш численною віковою групою були пацієнти 22–35 років (48,0 %), що узгоджується з даними епідеміологічних досліджень про піковий вік дебюту дисфункції СНЩС. Жінки становили 64,0 % від

загальної кількості учасників, що також відповідає відомим даним про гендерні особливості цієї патології [10; 12].

Комплексна програма фізичної терапії була структурована відповідно до ступеня функціональних порушень та індивідуальних особливостей пацієнтів (табл. 3) [17].

ТАБЛИЦЯ 3 — Структура програми фізичної терапії залежно від ступеня порушення функції СНЩС

Компонент програми	Легкий ступінь	Середній ступінь	Важкий ступінь
Терапевтичні вправи (сеансів / тиждень)	3–4	5	5–6
Мануальна терапія (сеансів / тиждень)	1–2	2	2–3
Тривалість програми (тижні)	6–8	8	8–10
Акцент програми	Координація, профілактика	Мобілізація, розтягнення	Знеболення, релаксація

Як показано в табл. 3, інтенсивність та тривалість програми фізичної терапії варіювали залежно від вихідного функціонального стану пацієнтів, що забезпечувало оптимальне дозування реабілітаційного навантаження [27].

Після завершення 8-тижневої програми фізичної терапії проведено оцінку динаміки основних показників функціонального стану СНЩС [3; 13]. Результати оцінки больового синдрому за шкалою ВАШ представлено в табл. 4.

ТАБЛИЦЯ 4 — Динаміка больового синдрому за шкалою ВАШ (бали, M ± SD)

Етап оцінки	ОГ (n = 40)	ГП (n = 35)	p
До втручання	6,8 ± 1,4	6,7 ± 1,3	>0,05
Після втручання	2,1 ± 0,8***	4,2 ± 1,2**	< 0,001
Через 3 місяці	2,3 ± 0,9***	4,6 ± 1,4*	< 0,001

Примітка: * – p < 0,05, ** – p < 0,01, *** – p < 0,001 порівняно з вихідними даними.

Як видно з табл. 4, в основній групі інтенсивність больового синдрому значно зменшилася після застосування комплексної програми фізичної терапії (з 6,8 ± 1,4 до 2,1 ± 0,8 бала, p < 0,001) і залишалася на низькому рівні через 3 місяці катмнезу (2,3 ± 0,9 бала). У групі порівняння також спостерігалось зменшення болю, проте значно менш виражене (з 6,7 ± 1,3 до 4,2 ± 1,2 бала, p < 0,01). Міжгрупові відмінності після втручання були статистично значущими (p < 0,001) [7; 13].

Аналіз амплітуди рухів у СНЩС продемонстрував суттєве покращення показників мобільності в основній групі (табл. 5).

ТАБЛИЦЯ 5 – Динаміка амплітуди рухів у СНЩС (мм, $M \pm SD$)

Показник	Група	До втручання	Після втручання	Через 3 місяці
Відкривання рота	ОГ	31,2 ± 4,3	43,7 ± 3,8***	42,9 ± 4,1***
	ГП	30,8 ± 4,1	36,4 ± 4,5**	36,2 ± 4,7*
Латеральний рух праворуч	ОГ	6,3 ± 1,8	9,8 ± 1,5***	9,5 ± 1,6***
	ГП	6,1 ± 1,7	7,4 ± 1,9*	7,3 ± 2,0*
Латеральний рух ліворуч	ОГ	6,5 ± 1,9	10,1 ± 1,6***	9,9 ± 1,7***
	ГП	6,4 ± 1,8	7,6 ± 2,0*	7,5 ± 2,1*

Примітка: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ порівняно з вихідними даними.

Згідно з даними табл. 5, в основній групі амплітуда розтуляння рота збільшилася на 40,1 % (з 31,2 ± 4,3 мм до 43,7 ± 3,8 мм, $p < 0,001$), тоді як у групі порівняння приріст становив лише 18,2 % (з 30,8 ± 4,1 мм до 36,4 ± 4,5 мм, $p < 0,01$). Аналогічна тенденція спостерігалася і для латеральних рухів нижньої щелепи [4; 18; 27].

Оцінка м'язового тону жувальної мускулатури виявила значне зниження гіпертону та больової чутливості м'язів у пацієнтів основної групи (табл. 6) [1].

ТАБЛИЦЯ 6 – Динаміка м'язового тону жувальної мускулатури (бали за 4-бальною шкалою, $M \pm SD$)

М'яз	Група	До втручання	Після втручання	Через 3 місяці
Жувальний	ОГ	2,8 ± 0,6	1,2 ± 0,4***	1,3 ± 0,5***
	ГП	2,7 ± 0,7	1,9 ± 0,6**	2,0 ± 0,7*
Скроневий	ОГ	2,6 ± 0,7	1,1 ± 0,3***	1,2 ± 0,4***
	ГП	2,5 ± 0,6	1,8 ± 0,5**	1,9 ± 0,6*

Примітка: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ порівняно з вихідними даними.

Як демонструє табл. 6, застосування комплексної програми фізичної терапії забезпечило суттєву нормалізацію м'язового тону жувальної мускулатури, що є важливим чинником відновлення функції СНЩС та профілактики рецидивів [15; 22].

Аналіз якості життя за опитувальником SF-36 виявив значне покращення як фізичного, так і психологічного компонентів здоров'я в пацієнтів основної групи (табл. 7).

Згідно з табл. 7, показники фізичного компонента здоров'я в основній групі зросли на 66,6 % (з 44,3 ± 5,2 до 73,8 ± 6,1 балів, $p < 0,001$), а психологічного – на 69,1 % (з 41,7 ± 4,8 до 70,5 ± 5,9 балів, $p < 0,001$). У групі порівняння покращення були значно меншими: 34,9 % та 34,7 % відповідно [5, 11].

ТАБЛИЦЯ 7 – Динаміка показників якості життя за SF-36 (бали, $M \pm SD$)

Компонент	Група	До втручання	Після втручання	Через 3 місяці
Фізичний компонент	ОГ	44,3 ± 5,2	73,8 ± 6,1***	72,1 ± 6,4***
	ГП	43,9 ± 5,4	59,2 ± 6,8**	58,4 ± 7,0**
Психологічний компонент	ОГ	41,7 ± 4,8	70,5 ± 5,9***	69,3 ± 6,2***
	ГП	42,1 ± 4,9	56,7 ± 6,5**	55,9 ± 6,8**

Примітка: ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ порівняно з вихідними даними.

Оцінка функціональних обмежень за опитувальником MFIQ показала суттєве зменшення труднощів у повсякденній діяльності в пацієнтів основної групи (табл. 8) [8; 19].

ТАБЛИЦЯ 8 – Динаміка функціональних обмежень за опитувальником MFIQ (бали, $M \pm SD$)

Етап оцінки	ОГ (n = 40)	ГП (n = 35)	p
До втручання	45,6 ± 8,3	44,9 ± 8,1	>0,05
Після втручання	18,2 ± 5,7***	29,3 ± 7,4**	< 0,001
Через 3 місяці	19,1 ± 6,0***	30,2 ± 7,8**	< 0,001

Примітка: ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ порівняно з вихідними даними (нижчі бали свідчать про менші обмеження).

Як видно з табл. 8, застосування комплексної програми фізичної терапії забезпечило зменшення функціональних обмежень на 60,1 % в основній групі порівняно з 34,7 % у групі порівняння.

Аналіз розподілу пацієнтів за ступенем порушення функції СНЩС після завершення програми фізичної терапії виявив суттєві позитивні зміни (табл. 9).

ТАБЛИЦЯ 9 – Розподіл обстежуваних за ступенем порушення функції СНЩС після завершення програми фізичної терапії

Група	Норма	Легкий ступінь	Середній ступінь	Важкий ступінь
ОГ (n = 40)	14 (35,0 %)	22 (55,0 %)	4 (10,0 %)	0 (0 %)
ГП (n = 35)	5 (14,3 %)	18 (51,4 %)	11 (31,4 %)	1 (2,9 %)

Згідно з табл. 9, в основній групі у 35,0 % пацієнтів досягнуто повної нормалізації функції СНЩС, у 55,0 % – залишилися легкі функціональні порушення, лише в 10,0 % зберігався середній ступінь порушення. У групі порівняння повна нормалізація спостерігалася лише в 14,3 % пацієнтів, а в 31,4 % зберігався середній ступінь порушення функції суглоба [12; 26].

Кореляційний аналіз виявив прямий зв'язок між регулярністю виконання терапевтичних вправ та ступенем покращення функціонального стану СНЩС ($r = 0,76$, $p < 0,001$), що

підкреслює важливість комплаєнтності пацієнтів у процесі реабілітації [7; 23].

Висновки. Отримані результати дослідження демонструють високу ефективність комплексної програми фізичної терапії у відновленні функції скронево-нижньощелепного суглоба. Індивідуалізований підхід до побудови програми з урахуванням ступеня функціональних порушень забезпечив оптимальне дозування реабілітаційного навантаження та сприяв досягненню стійких позитивних результатів [14; 16].

Суттєве зменшення больового синдрому в основній групі (на 69,1 % порівняно з 37,3 % у групі порівняння) можна пояснити комплексним впливом різних компонентів програми фізичної терапії. Терапевтичні вправи сприяли поліпшенню кровообігу в ділянці суглоба та зменшенню запальних процесів, мануальна терапія забезпечила корекцію м'язово-тонічних порушень та інактивацію тригерних точок, а фізичні агенти підсилили анальгетичний ефект за рахунок нейромоделюючих механізмів [13; 23].

Значне збільшення амплітуди рухів у СНЩС (на 40,1 % для відкривання рота та 55,6–56,9 % для латеральних рухів) є результатом систематичного виконання мобілізаційних вправ та мануальних технік, спрямованих на відновлення нормальної біомеханіки суглоба. Важливим є те, що досягнуті результати зберігалися протягом тримісячного катамнестичного спостереження, що свідчить про формування стійких компенсаторних механізмів [18; 25; 27].

Нормалізація м'язового тону жувальної мускулатури є ключовим чинником успішної реабілітації, оскільки саме м'язово-тонічні порушення часто є провідним патогенетичним механізмом дисфункції СНЩС. Застосування постізометричної релаксації, міофасціального релізу та терапевтичних вправ на розтягнення забезпечило зменшення гіпертонусу жувальних м'язів на 57,1–57,7 %, що значно перевищувало показники групи порівняння (29,6–28,0 %) [15; 21; 22].

Суттєве покращення показників якості життя (66,6 % для фізичного та 69,1 % для психологічного компонентів) підтверджує, що ефективна програма фізичної терапії впливає не лише на локальні прояви патології, а й на загальний функціональний стан та психоемоційне благополуччя пацієнтів. Зменшення больового

синдрому, відновлення функції жування й можливості вільної комунікації сприяло підвищенню соціальної активності та зменшенню тривожності [5; 11; 19].

Освітній компонент програми фізичної терапії відіграв важливу роль у формуванні в пацієнтів розуміння природи захворювання, навичок самоменеджменту та мотивації до дотримання реабілітаційних рекомендацій. Навчання технік релаксації, самомасажу та модифікації параfunction habits (стискання зубів, жування гумки) сприяло профілактиці рецидивів та підтримці досягнутих результатів у довгостроковій перспективі [17; 19; 24].

Результати дослідження узгоджуються з даними інших авторів, які підкреслюють переваги комплексного підходу до реабілітації пацієнтів з дисфункцією СНЩС. Зокрема, у роботах різних дослідників описується синергетичний ефект поєднання мануальної терапії та терапевтичних вправ, що забезпечує більш виражене та стійке покращення функціонального стану суглоба порівняно з ізольованим застосуванням окремих методів [14; 16; 18].

Важливим аспектом розробленої програми є її адаптивність до індивідуальних особливостей пацієнтів. Структурування програми відповідно до ступеня функціональних порушень дало змогу оптимізувати реабілітаційний процес та уникнути як недостатнього, так і надмірного навантаження на суглоб, що могло б негативно вплинути на результати лікування [26; 27].

Включення в програму фізичної терапії вправ для шийного відділу хребта та плечового поясу базувалося на сучасних уявленнях про взаємозв'язок постуральних порушень та дисфункції СНЩС. Корекція постави та відновлення м'язового балансу в шийно-плечовій ділянці сприяли нормалізації біомеханіки нижньої щелепи й зменшенню навантаження на скронево-нижньощелепний суглоб [9; 15].

Високий рівень комплаєнтності пацієнтів основної групи (93,5 % регулярно виконували домашні завдання) можна пояснити комплексним підходом до мотивації, що містив детальні пояснення механізмів впливу вправ, використання наочних матеріалів та регулярний зворотній зв'язок від фізичного терапевта. Установлений прямий кореляційний зв'язок між регулярністю виконання вправ та ступенем покращення підкреслює важливість активної участі пацієнта в реабілітаційному процесі [17; 23].

Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості впровадження розробленої програми фізичної терапії в клінічну практику закладів охорони здоров'я різного рівня. Відносна простота виконання вправ, доступність мануальних технік та фізичних агентів роблять програму економічно ефективною та придатною для широкого застосування [6; 8].

Проте необхідно зазначити деякі обмеження проведеного дослідження. По-перше, відносно короткий період катamnестичного спостереження (3 місяці) не дозволяє повною мірою оцінити довгострокові ефекти програми фізичної терапії [7; 12].

По-друге, дослідження не містило детальної оцінки психологічного статусу пацієнтів за допомогою спеціалізованих опитувальників тривожності та депресії, що могло б надати додаткову інформацію про механізми впливу програми на якість життя. По-третє, не проводився порівняльний аналіз ефективності окремих компонентів програми, що ускладнює визначення їх відносного внеску в загальний реабілітаційний ефект.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на вивчення довгострокових ефектів програми фізичної терапії (катamnез 12–24 місяці), визначення оптимального співвідношення різних компонентів програми, розробку диференційованих протоколів залежно від клінічної

форми дисфункції СНЩС (м'язова, суглобова, комбінована) та вивчення впливу супутніх психологічних втручань на результати реабілітації [14; 26].

Перспективним напрямом є також дослідження можливостей телереабілітації для пацієнтів з дисфункцією СНЩС, що особливо актуально в контексті забезпечення доступності реабілітаційних послуг для пацієнтів з обмеженими можливостями відвідувати лікувальні заклади [17; 27].

Перспективи подальших досліджень.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на вивчення довгострокових ефектів програми фізичної терапії (катamnез 12–24 місяці), розробку диференційованих протоколів залежно від клінічної форми дисфункції СНЩС та визначення оптимального співвідношення різних компонентів програми для максимізації реабілітаційного ефекту.

Вдячності. Автори висловлюють щирі вдячності усім пацієнтам, які взяли участь у дослідженні, за їхню активну співпрацю та відповідальне ставлення до виконання реабілітаційних рекомендацій. Особлива подяка колективу кафедри терапії та реабілітації Національного університету фізичного виховання і спорту України за методичну підтримку та консультативну допомогу на всіх етапах дослідження.

Література

- Бургонський ВГ. Сучасні аспекти профілактики, лікування та реабілітації у стоматології. [Burhonskyi VH. Suchasni aspekty profilaktyky, likuvannia ta reabilitatsii u stomatologii.] 2016. 472 p.
- Гаврилов ОЮ. Біомеханіка м'язової системи. [Havrylov OYu. Biomekhanika miazovoi systemy.] Медична академія; 2020. p.78–95.
- Герцик АМ. Комплексна реабілітація пацієнтів із дисфункціями СНЩС. [Hertsyk AM. Kompleksna reabilitatsiia patsientiv iz dysfunksiiamy SNShchS.] Галицька видавнича спілка; 2020. p.89–112.
- Єпіфанов ВА. Лікувальна фізична культура та спортивна медицина. [Yerifanov VA. Likuvanna fizychna kultura ta sportyvna medytsyna.] Медицина; 2019. P. 334–356.
- Клюєв ЄВ. Відновна медицина. [Kliuev YeV. Vidnovna medytsyna.] Здоров'я; 2019. P. 167–193.
- Костишин ЗТ, Бондаренко ВВ. Ефективність мануальних технік при реабілітації пацієнтів із дисфункцією скронево-нижньощелепного суглоба. Український журнал медицини, біології та спорту. 2020;5(4):259–266. [Kostyshyn ZT, Bondarenko VV. Efektyvnist manualnykh tekhnik pry reabilitatsii patsientiv iz dysfunksiiu skronevonyzhnoshchelopnoho suhloba.]
- Лук'яненко ВО. Основи фізіотерапії та реабілітації. [Lukianenko VO. Osnovy fizioterapii ta reabilitatsii.] 2020. P. 212–239.
- Міронов СП. Реабілітація при захворюваннях опорно-рухового апарату. [Mironov SP. Reabilitatsiia pry zakhvoriuvanniakh oporukhovoho aparatu.] ГЕОТАР-Медіа; 2020. P. 201–226.
- Попелянський ЯЮ. Ортопедична неврологія. [Popelianskyi YaYu. Ortopedychna nevrolohiia.] Нова книга; 2018. 640 p.
- Скляренко ЄТ. Травматологія та ортопедія. [Skliarenko YeT. Travmatolohiia ta ortopediia.] Здоров'я; 2019. P. 345–362.
- Ходоровський ГІ, Ращенко ВС. Фізична реабілітація в стоматології. [Khodorovskiy HI, Rashchenko VS. Fizychna reabilitatsiia v stomatologii.] Дивосвіт; 2018. 256 p.
- Шостак НА. Диференційована терапія захворювань суглобів. [Shostak NA. Dyferentsiiovana terapiia zakhvoriuvan suhlobiv.] Практика; 2019. P. 112–129.
- Al-Jundi MA, John MT, Setz JM, et al. Meta-analysis of treatment outcomes in temporomandibular joint disorders. J Oral Rehabil. 2008;35(8):636–644.
- Armijo-Olivo S, Pitance L, Singh V, et al. Effectiveness of manual therapy and therapeutic exercise for temporomandibular disorders: systematic review and meta-analysis. Phys Ther. 2016;96(1):9–25.
- Bergman A. Manual therapy for temporomandibular joint. Elsevier; 2017. P. 76–98.
- Calixtre LB, Moreira RF, Franchini GH, et al. Manual therapy for the management of pain and limited range of motion in subjects with signs and symptoms of temporomandibular disorder: a systematic review of randomized controlled trials. J Oral Rehabil. 2015;42(11):847–861.
- Cooper BC. Temporomandibular disorders: a physical therapy perspective. Lippincott; 2019. 287 p.
- Craane B, Dijkstra PU, Stappaerts K, et al. Randomized controlled trial on physical therapy for TMJ closed lock. J Dent Res. 2012;91(4):364–369.
- Davis RA. Clinical management of temporomandibular disorders. Quintessence Publishing; 2018. 224 p.

20. Dworkin SF, LeResche L. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. *J Craniomandib Disord.* 1992;6(4):301–355.

21. Ferreira CLP, Silva MA, Felício CM. Orofacial myofunctional evaluation in temporomandibular disorders patients: a systematic review. *J Oral Rehabil.* 2014;41(4):313–319.

22. Kalamir A, Bonello R, Graham P, et al. Intraoral myofascial therapy for chronic myogenous temporomandibular disorder: a randomized controlled trial. *J Man Manip Ther.* 2012;20(4):191–201.

23. Mohn CE, König K, Gustafsson M, et al. Exercise-induced analgesia in patients with temporomandibular disorders: a review. *Physiother Theory Pract.* 2017;33(4):277–292.

24. Okeson JP. Management of temporomandibular disorders and occlusion. 2018. 512 p.

25. Rocabado M. Rehabilitation of the temporomandibular joint. 2019. P. 23–41.

26. Schiffman E, Ohrbach R, Truelove E, et al. Diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD) for clinical and research applications: recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network. *J Oral Facial Pain Headache.* 2014;28(1):6–27.

27. Tuncer AB, Ergun N, Tuncer AH, et al. Effectiveness of manual therapy and home physical therapy in patients with temporomandibular disorders: a randomized controlled trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2013;17(3):302–308.

ORCID 0009-0008-5575-6231, chernyakyana837@gmail.com

ORCID 0009-0005-9729-2058, rymma.bannikova@gmail.com

Дата першого надходження статті до видання: 18.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 14.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Технології реабілітації після черепно-мозкових травм у ветеранів бойових дій

УДК 616.831-001-085+615.825+614.29

Н. М. Бедь

Ужгородський національний університет, Ужгород, Україна

Резюме. Метою статті є аналіз та узагальнення сучасних технологій фізичної та комплексної реабілітації ветеранів бойових дій після черепно-мозкових травм з урахуванням клінічних проявів, функціональних порушень, етапності реабілітаційного процесу та ефективності застосування мультидисциплінарного підходу. *Методи* статті стосуються діагностики черепно-мозкових травм, класифікації та першої допомоги. Класифікація містить поділ на відкриті / закриті, вогнищеві / дифузні, за ступенем тяжкості (легкі, середні, тяжкі) та за типом ушкодження (струс, забій, дифузне аксональне ушкодження, гематоми). Поєднання медичних, психологічних і соціально-реабілітаційних підходів створює умови для більш повного та стійкого відновлення як військових, так і цивільних пацієнтів. У цьому процесі вагоме значення має комплексне лікування, що поєднує медичні втручання та психологічну підтримку. *Результатами* лікування набутої черепно-мозкової травми в умовах стихійного лиха тепер виходить далеко за межі виживання та невідкладного лікування, включно з упровадженням реабілітаційних структур, які працюють для реінтеграції людини з набутою черепно-мозковою травмою назад додому та в спільноту.

Ключові слова: черепно-мозкова травма, комплексна реабілітація, ступені черепно-мозкових травм, ЛФК, інтенсивна реабілітаційна терапія.

Rehabilitation technologies after train injuries in veterans

N. M. Bed

Uzhgorod National University, Uzhgorod, Ukraine

Abstract. *The purpose of the study* on traumatic brain injury (TBI) is to provide comprehensive information about this phenomenon: its causes, symptoms, methods of diagnosis and treatment, as well as consequences. Today, Ukraine is experiencing an increase in demand for professional rehabilitation, as thousands of wounded servicemen need qualified assistance. The rehabilitation system, which until recently was at the initial stage of development, is now demonstrating significant progress due to the introduction of new technologies that change approaches to patient recovery. Timely provision of highly qualified medical care and subsequent comprehensive rehabilitation are crucial for saving lives and restoring the functions of victims. *The methods* of the article concern the diagnosis, classification and first aid of traumatic brain injury (TBI). The classification includes division into open / closed, focal / diffuse, by severity (mild, moderate, severe) and by type of injury (concussion, contusion, diffuse axonal injury, hematomas). The combination of medical, psychological and social rehabilitation approaches creates conditions for a more complete and sustainable recovery of both military and civilian patients. In this process, comprehensive treatment, combining medical interventions and psychological support, is of great importance. *The results* of treatment of acquired brain injury in natural disaster conditions now go far beyond survival and emergency treatment, including the implementation of rehabilitation structures that work to reintegration of a person with acquired brain injury back into the home and community.

Keywords: traumatic brain injury, comprehensive rehabilitation, stages of traumatic brain injury, exercise therapy, intensive rehabilitation therapy.

Постановка проблеми. Хоча точних даних мало, черепно-мозкова травма залишається поширеним неврологічним наслідком катастроф і війн. Широкий спектр легких, помірних і важких черепно-мозкових травм виникає в результаті надлишкового тиску, вогнепальних поранень, удару по голові або проникного поранення, а також уражень унаслідок величезної кінетичної енергії, що вивільнюється в результаті війни і стихійних лих. Ударні хвилі від вибухів, наприклад бомби або уламки від вибухів, можуть спричинити пошкодження мозку, а також відкриті чи закриті травми голови, причому діти більш вразливі через їх розмір та відносну слабкість, наприклад, тонша шкіра та м'якші кістки черепа. Нетравматичні причини ушкодження мозку, включно з церебральною малярією, менінгітом, інсультом, пов'язаними із серцево-судинною або серцево-клітинною хворобою, пухлиною, що спричиняє тиск на мозок або вплив гіпоксії в ситуації близької до утоплення. Враховуючи численні потенційні джерела набутої черепно-мозкової травми, працівники екстреної медичної допомоги стикаються із серйозними викликами у сфері профілактики та лікування нейротравм. В умовах воєнних дій надання допомоги таким пацієнтам є особливо складним, оскільки здебільшого ЧМТ супроводжується політравмами, множинними ушкодженнями, що спричиняють значні порушення структури та функцій життєво важливих органів і систем. Додатковим ускладнювальним фактором є високий ризик інфекційних ускладнень, які можуть істотно впливати на загальний стан постраждалого та перебіг відновлення. Особи з набутою ЧМТ часто стикаються з когнітивними та поведінковими порушеннями, залишковим неврологічним дефіцитом, довготривалими фізичними проблемами та іншими медичними наслідками, що формують нові обмеження в повсякденному житті та вимагають комплексного підходу до лікування й реабілітації.

Мета дослідження — всебічне інформування про це явище: його причини, симптоми, методи діагностики та лікування, а також наслідки. Медична спільнота давно визнає черепно-мозкову травму (далі — ЧМТ) однією з провідних причин смертності та інвалідності у світі. Під цим терміном розуміють фізичне ушкодження тканин головного мозку, яке зумовлює тимчасове або постійне порушення його функцій.

Діагностичний процес починається зі збирання анамнезу та проведення фізикального обстеження, що дає змогу запідозрити наявність травми. Для підтвердження діагнозу застосовують методи візуалізації, серед яких комп'ютерна томографія (далі — КТ) є «золотим стандартом» завдяки своїй швидкості, доступності та високій точності у виявленні внутрішньочерепних ушкоджень.

Початкове лікування передбачає забезпечення прохідності дихальних шляхів, підтримання адекватної вентиляції легенів, оксигенації та стабільного артеріального тиску. У разі тяжких травм часто виникає необхідність у хірургічному втручанні — встановленні пристроїв для моніторингу й контролю внутрішньочерепного тиску, проведенні декомпресії або видаленні внутрішньочерепних гематом. У перші дні після травми ключовим є відновлення адекватної перфузії головного мозку та оксигенації, а також профілактика ускладнень, зокрема тих, що пов'язані зі зміною когнітивних функцій і сприйняття. Подальший етап лікування передбачає комплексну реабілітацію, яка є необхідною для більшості пацієнтів. Основні завдання реабілітації — усунення або зменшення фізичних і психічних наслідків травми, профілактика вторинних ускладнень, відновлення м'язової сили, моторних навичок, побутової активності та соціальної адаптації. План і тривалість реабілітаційних заходів залежать від ступеня та характеру ушкодження, а також від індивідуальної реакції пацієнта на лікування. У деяких випадках достатньо відпочинку та обмеження фізичної активності, тоді як інші пацієнти потребують повторного розвитку базових побутових навичок.

Комплексна реабілітація може містити: фізичну терапію — для підвищення сили, покращення координації рухів та гнучкості, ерготерапію — відновлення незалежності в повсякденній діяльності та самообслуговуванні (одягання, купання, приймання їжі тощо), логопедичні заняття — відновлення мовлення та інших комунікативних навичок, психологічну підтримку — з метою стабілізації емоційного стану та зниження рівня тривожності, когнітивну терапію — розвиток пам'яті, уваги, сприйняття, навичок планування та ухвалення рішень.

Пацієнти з тяжкою ЧМТ можуть залишитися зі стійкою інвалідністю. Проте навіть особи у вегетативному стані здатні частково відновити

базові функції, як-от розплющення очей, самостійне дихання чи підтримання травлення.

Відновлення залежить від тяжкості ураження мозку, при легких ЧМТ повернення до звичного рівня функціонування зазвичай відбувається протягом 30–90 днів, при середній та тяжкій ЧМТ більшість пацієнтів досягає значного прогресу протягом першого року, переходячи від виражених неврологічних дефіцитів до самостійного життя. Найпомітніше покращення зазвичай спостерігається в перші 6 місяців після травми, після чого темпи відновлення сповільнюються. Остаточний прогноз щодо ступеня відновлення можливий через рік, але в деяких випадках поступове покращення триває кілька років.

Віддалені наслідки ЧМТ можуть мати фізичні порушення: головний біль, запаморочення, проблеми з рівновагою, параліч, порушення зору, посттравматична епілепсія, а також когнітивні розлади, як-от втрата пам'яті, труднощі з концентрацією, зниження швидкості мислення. Спостерігаються емоційно-поведінкові зміни: коливання настрою, дратівливість, тривожність, депресія. При короткострокових проявах легкої ЧМТ відбувається підвищена чутливість до світла й шуму, швидка втомлюваність, порушення рівноваги. Так, реабілітація після ЧМТ є тривалим і багатокомпонентним процесом, який потребує міждисциплінарного підходу та індивідуальної адаптації методів лікування.

У нещодавніх клінічних випробуваннях, які містили пацієнтів із середньою та тяжкою ЧМТ, початок лікування відбувався в проміжку 4–8 годин після травми. Значна кількість потенційних учасників відхилена саме через неможливість розпочати терапію в межах цього критичного інтервалу. Так, оптимізація часу початку лікування є одним із ключових завдань сучасної нейротравматології, що може суттєво підвищити ефективність майбутніх фармакологічних підходів до лікування ЧМТ.

Станом на сьогодні ефективних лікарських засобів із доведеною здатністю значно покращувати перебіг ЧМТ не існує, що значно пов'язано з невдалими результатами багатоетапних клінічних випробувань. Однією з ключових причин цього є втрата значної частини терапевтичної ефективності препаратів ще до моменту, коли пацієнт отримує перше лікування. Важливу роль у цьому процесі відіграє лікувальний часовий інтервал — проміжок між моментом виникнення

травми та початком терапевтичних заходів. Цей параметр є складною змінною, оскільки ушкодження головного мозку може перебігати як у гострій, так і в хронічній формі, що потребує застосування препаратів із багатовекторною дією та динамікою активності, яка змінюється із часом. Швидка прогресія та комплексність патофізіологічних процесів при ЧМТ призводять до того, що з кожною годиною з моменту травми ефективність медикаментозних втручань різко знижується.

Більшість випадків травм голови становлять ЧМТ легкого ступеня. На відміну від пацієнтів із середньою та тяжкою формою ЧМТ, особи з легкою травмою часто відкладають звернення по медичну допомогу, очікуючи на самостійне зникнення симптомів. Це зумовлює необхідність різного підходу до визначення оптимального терапевтичного вікна. Для пацієнтів із ЧМТ середнього та тяжкого ступеня тяжкості фармакологічні засоби повинні зберігати високу ефективність щонайменше протягом перших 12 годин після травми. Для легкої форми ЧМТ, імовірно, доцільним є подовження допустимого часового інтервалу початку лікування, враховуючи повільніший розвиток патологічних змін та частіше пізні звернення постраждалих.

Травми голови поділяють на відкриті та закриті. Відкриті черепно-мозкові травми характеризуються ушкодженням, яке проникає крізь шкіру голови та кістки черепа, досягаючи мозкових оболонок і тканини головного мозку. Такі поранення зазвичай виникають унаслідок вогнепальних уражень або дії гострих предметів. До відкритих травм також належать переломи кісток черепа з розривом прилеглих м'яких тканин, спричинені силовим впливом тупого предмета.

Закриті черепно-мозкові травми виникають унаслідок прямого удару в голову, удару об твердий предмет або в результаті різкого прискорення та уповільнення, що викликає переміщення головного мозку всередині черепної порожнини. Таке механічне навантаження може призвести: до локального ушкодження тканини в місці удару (*coup*) або в протилежній ділянці (*contrecoup*); до дифузного аксонального ушкодження через надриви або розриви аксонів і кровоносних судин; до формування ділянок забою, внутрішньомозкових або субарахноїдальних крововиливів; до утворення епідуральних та субдуральних гематом. Особливо

вразливими до ушкодження цього типу є лобові та скроневі частки мозку.

Однозначно, будь-яка ЧМТ може спричинити набряк головного мозку та порушення мозкового кровообігу. У пошкодженій ділянці може збільшуватися внутрішньочерепний об'єм завдяки мас-ефекту крові. Без належного втручання, а іноді навіть за умови максимально можливого лікування, компенсаторні механізми організму не справляються, що врешті призводить до патологічного стиснення мозку та смерті.

Череп має фіксовані розміри, обмежені кістками, і заповнений мозковою тканиною та цереброспінальною рідиною (далі — ЦСР). Тому будь-яке збільшення об'єму (набряк, кров) неминує веде до підвищення внутрішньочерепного тиску (далі — ВЧТ), оскільки мозку нікуди розширюватися.

Мозковий кровотік прямо залежить від рівня мозкового перфузійного тиску (далі — МПТ), який визначається як різниця між середнім артеріальним тиском (далі — САТ) і середнім ВЧТ. Зі зростанням ВЧТ чи зниженням САТ зменшується МПТ. Якщо церебральний перфузійний тиск падає нижче 50 мм рт. ст., виникає ішемія мозку. Ішемія та набряк запускають каскад вторинних патологічних процесів: вивільнення збуджувальних нейромедіаторів, накопичення внутрішньоклітинного кальцію, активацію вільних радикалів і цитокінів. Це призводить до прогресувального пошкодження клітин, наростання набряку та подальшого підвищення ВЧТ.

Супутні стани, як-от гіпотензія та гіпоксія, значно поглиблюють ішемічне ушкодження головного мозку, що в клінічній практиці часто визначають як вторинний інсульт. Надмірне підвищення ВЧТ спочатку спричиняє масштабну дисфункцію мозку. Якщо рівень ВЧТ не знижується, можливе вклинення — зміщення тканин мозку через анатомічні отвори, зокрема через паличку мозочка у великий потиличний отвір. Це супроводжується утворенням мозкових гриж, що значно підвищує смертність та ризик тяжких ускладнень.

Критичним є стан, коли ВЧТ дорівнює САТ. У цьому разі стає нульовим, кровотік у мозку припиняється, розвивається МПТ повна ішемія. Відсутність мозкового кровообігу є об'єктивним критерієм смерті мозку.

Підвищений ВЧТ також може зумовлювати вегетативну дисфункцію (коротко- або

довготривалу), що призводить до серйозних гемодинамічних порушень. Особливо високий ризик спостерігається в пацієнтів із: політравмою, ушкодженнями внутрішніх органів, гіповолемією, електролітними порушеннями, коагулопатією, гіпотензією, анемією внаслідок гострої крововтрати. Такі системні зміни значно підвищують рівень летальності серед пацієнтів у перші тижні після ЧМТ, навіть за умов інтенсивного стаціонарного лікування.

Частіше такі ускладнення виникають у виснажених пацієнтів та хворих із політравмою, особливо якщо їм не було своєчасно надано кваліфіковану первинну медичну допомогу. У зоні активних бойових дій ця проблема є особливо актуальною, адже можливість надання адекватної допомоги в перші хвилини чи години після травми часто відсутня. Реабілітація — це комплекс заходів, спрямованих на відновлення втрачених або порушених функцій, адаптацію пацієнтів до подальшого життя та їх соціалізацію. Вона є одним із ключових етапів лікування в неврологічній клініці.

У сучасних умовах в Україні починають активно розвиватися центри фізичної та нейро-реабілітації для пацієнтів після бойових травм, орієнтовані на досвід провідних європейських клінік. Їхня стратегія базується на принципі тривалої та ефективної відновної терапії в спеціалізованих стаціонарах неврологічного профілю. Основна мета медичних команд полягає у відновленні сенсорних, моторних, когнітивних та мовленнєвих функцій. Відновлення мозку відбувається на анатомічному, молекулярному та функціональному рівнях, що потребує системного підходу, тривалого часу та мультидисциплінарної участі фахівців.

Для пацієнтів із ЧМТ важливим етапом лікування є розвиток навичок соціальної адаптації після отриманих ушкоджень. Це підкреслює актуальність пошуку нових терапевтичних підходів, спрямованих на: зменшення проявів неврологічного дефіциту, відновлення когнітивних функцій, поліпшення роботи внутрішніх органів, нормалізацію артеріального та внутрішньочерепного тиску, оптимізацію мозкового кровообігу. Клінічний стан хворого після ЧМТ часто характеризується: загальною астеноїєю, зниженням м'язової сили та дисфункцією рухового апарату, вираженими вестибулярними порушеннями, поєднанням із вегетативними розладами.

Метою реабілітаційних заходів після черепно-мозкової травми є загальне зміцнення організму, подолання астеничних проявів, зменшення м'язової ригідності, поступове привчання до фізичних навантажень і функціональної адаптації, а також підвищення стійкості вестибулярного апарату. Основними механізмами відновлення при ЧМТ є: реституція — процес відновлення діяльності пошкоджених структур організму; регенерація — структурно-функціональне відновлення цілісності травмованих тканин і органів, що відбувається завдяки росту та розмноженню специфічних елементів нервової тканини; компенсація — сукупність різноманітних реакцій головного мозку, спрямованих на зменшення проявів ушкодження та перебудову втрачених функцій.

Залежно від цілей та застосовуваних методів розрізняють такі види реабілітації: медичну, професійну й соціальну.

У гострому періоді ЧМТ основними завданнями є:

- створення максимально сприятливих умов для перебігу реституційно-регенеративних процесів у головному мозку;
- профілактика та лікування ускладнень з боку дихальної і серцево-судинної систем;
- профілактика вторинних контрактур у паретичних кінцівках.

Реабілітаційний процес поділяється на кілька етапів:

1. Ранній період (2–5 доба): фізичне навантаження обмежене; застосовують пасивні та пасивно-активні вправи, велика кількість дихальних вправ, лікування положенням.

2. Проміжний період (5–30 доба): розширюється комплекс вправ, розпочатих у ранньому періоді; велика увага приділяється лікуванню положенням і зміні пози тіла в поєднанні з дихальними вправами різних типів, пасивно-активними та активними рухами. Додатково застосовують загальнозміцнювальний масаж.

3. Пізній відновлювальний період (4–5 тижнів після травми): провідне значення набувають активні вправи, спрямовані на відновлення тимчасово порушених функцій, а за потреби — на перебудову та компенсацію втрачених функцій. Особливу увагу приділяють тренуванню вестибулярного апарату.

У проміжному та віддаленому періодах бойової ЧМТ до реабілітаційних заходів належать: медикаментозна терапія (ноотропні та

нейропротекторні засоби, препарати для деїдратації, вазостабілізатори, нейрометаболичні стимулятори, седативні ліки тощо), фізична терапія, ерготерапія, кінезіотерапія, психотерапія, а також програми відновлення вищих коркових функцій (мовні та когнітивні тренінги), озонотерапія і трудотерапія з елементами профорієнтації.

У неврологічній та нейрохірургічній практиці широко застосовують лікувально-відновлювальні методики, серед яких провідне місце посідає лікувальна фізична культура (далі — ЛФК). Вона забезпечує цілеспрямований терапевтичний вплив при різних клінічних синдромах. У разі ушкодження головного мозку ЛФК має низку особливостей, що підвищують її результативність: ранній початок занять, використання спеціально дібраних засобів і методик для відновлення втрачених функцій, стимулювання вищих коркових процесів для формування та відновлення рухових навичок, добір вправ за патогенетичним принципом у поєднанні із загальнозміцнювальними, відповідність навантаження функціональним можливостям пацієнта та поступове його ускладнення, а також активне розширення рухового режиму.

Особливо важливим елементом реабілітації є відновлення навичок стояння та ходьби. У вертикальному положенні пацієнта навчають рівномірно розподіляти масу тіла на обидві ноги, а згодом — переносити вагу з однієї кінцівки на іншу, досягаючи стійкої рівноваги та узгодженості рухів рук і ніг. Паралельно відпрацьовують складніші рухові дії: повороти на місці та під час руху, пересування по нерівному рельєфу, ходіння сходами, а також формують необхідні побутові та трудові навички. Водночас проводять вправи для тренування вестибулярного апарату (повороти й нахили голови), розвитку уваги, рівноваги та просторово-часової орієнтації.

У резидуальному періоді реабілітаційний процес продовжується з акцентом на формування компенсацій порушених рухових функцій. Заняття стають більш спеціалізованими й спрямованими на вдосконалення побутових та професійних умінь, що забезпечують відновлення самостійності й здатності до самообслуговування.

На заняттях лікувальної гімнастики при спастичних паралічах і парезах основна увага приділяється відновленню сили м'язів та усуненню

патологічних синкінезій. У разі парезів вправи виконують в адекватно полегшених умовах. До комплексу занять обов'язково входять прийоми, спрямовані на відновлення здатності дозувати м'язову напругу, регулювати швидкість й амплітуду рухів із поступовим підвищенням сили та темпу виконання. Важливе місце посідають дихальні вправи (у співвідношенні до загальнорозвивальних 1:3, а при роботі з паретичною кінцівкою — 1:2). За наявності синкінезій методика лікувальної гімнастики відповідає підходам, що застосовують при інсульті. Використовують спеціальні вправи, трудотерапія, заняття на тренажерах та реабілітаційних стендах. Реабілітаційний період у кожного хворого перебігає індивідуально, що зумовлено видом травми та ступенем ушкодження мозку.

Метою реабілітації після черепно-мозкової травми є максимально можливе відновлення втрачених функцій головного мозку. Важливе місце в комплексі лікувально-відновних заходів посідає навчання пацієнта стояння та ходьби. Початок занять може варіювати — від третього тижня після травми й пізніше, залежно від стану хворого. Першочерговим завданням є відновлення біомеханічного стереотипу акту вставання: нахил тулуба вперед у поєднанні з напруженням чотириголового м'яза стегна, розгинання нижніх кінцівок у кульшових і колінних суглобах, синхронний рух рук уперед тощо. У вертикальному положенні пацієнт навчається рівномірно розподіляти масу тіла на обидві ноги, поступово опановує перенесення ваги з однієї кінцівки на іншу, відпрацьовує елементи кроку, а також координовані рухи рук і ніг під час ходьби. Ефективність цього процесу значно залежить від поетапного та адекватного добору вправ, які мають відповідати індивідуальним особливостям клінічної рухової картини кожного хворого.

Особливу увагу приділяють пацієнтам, які перенесли тяжку черепно-мозкову травму з порушенням життєво важливих функцій. Складність рухових дефектів у таких випадках зумовлена комбінованим ураженням пірамідної, екстрапірамідної систем та мозочка в різних поєднаннях і проявленнях. Реабілітаційні заходи проводять з урахуванням поєданого характеру ураження й містять різноманітні методи відновного лікування. Зокрема, при пірамідній патології застосовують навчання поперемінному напруженню м'язів-антагоністів

і відновлення правильного стереотипу кроку; при екстрапірамідних порушеннях — зміну темпу та ритму ходьби, відновлення природних синкінезій, динамічну підтримку голови; при мозочковій патології — вестибулярну та противоатактичну гімнастику. Усі ці методи відновно-компенсаторного лікування використовують у різних поєднаннях, обсязі та послідовності, залежно від стану пацієнта. У більш пізні етапи реабілітації під час навчання стояння та ходьби широко застосовують комбіновані методики, спрямовані на подолання проявів пірамідної, екстрапірамідної недостатності й мозочкової дисфункції. Після стабілізації стану пацієнту призначають курс інтенсивної реабілітаційної терапії, що передбачає комплексне відновлення із залученням спеціалістів різних профілів.

До складу такого курсу входять: фізична терапія, яка спрямована на відновлення м'язової сили, гнучкості, фізичної витривалості, координації рухів і балансу. Вона також допомагає повернути навички, необхідні в повсякденному житті: прийом їжі, ковтання, купання, одягання та виконання інших побутових дій. Мовленнєва терапія — покликана відновити здатність пацієнта висловлювати свої думки та розуміти мовлення інших. Соціальна терапія — завдяки груповим заняттям сприяє розвитку почуття власної цінності, удосконаленню рухових і когнітивних навичок. Психологічна терапія — проводиться психологом, психотерапевтом або психіатром (за потреби) з метою допомоги пацієнтам, зокрема комбатантам, подолати флешбеки, емоційні переживання та посттравматичні прояви.

Важливим етапом відновлення є амбулаторна реабілітація. Її призначають пацієнтам, які вже пройшли початкові етапи нейрореабілітації та майже повернулися до звичного способу життя, але все ще потребують цільової терапії в певних напрямках. Для кожного хворого складають індивідуальну програму реабілітації (далі — ІПР), що дає змогу закріпити та помножити результати, досягнуті під час інтенсивного курсу. Особливе значення має соціальна реабілітація. Одним із ключових її завдань є повернення осіб, які перенесли бойову ЧМТ, до трудової діяльності, навчання або інших повсякденних занять. Для цього передбачають спеціальні курси та програми, спрямовані на відновлення соціальної активності та інтеграцію в суспільство.

Мета лікування набутої черепно-мозкової травми в умовах стихійного лиха тепер виходить далеко за межі виживання та невідкладного лікування, включно з упровадженням реабілітаційних структур, які працюють для реінтеграції людини з набутою черепно-мозковою травмою назад додому та в спільноту. Мінімальні стандарти Всесвітньої організації охорони здоров'я щодо реабілітаційних рекомендацій для лікування пацієнтів із черепно-мозковою травмою після катастроф передбачають: контроль і регулярну оцінку когнітивних та неврологічних змін, раннє направлення до спеціалізованого закладу з використанням реабілітаційних послуг та мереж підтримки в міру необхідності використання послуг для забезпечення допоміжними засобами пересування, призначеними для осіб з дефіцитом мобільності, направлення пацієнтів з тривалим або постійним пошкодженням нерва, які потребують ортопедичних пристроїв, призначених шляхом направлення пацієнтів для мікрохірургії.

Реабілітація є важливим елементом процесу лікування і ведення після черепно-мозкової травми в умовах стихійного лиха. Вона повинна підготувати лікарів, місцевий реабілітаційний персонал, а самих пацієнтів з довгостроковими порушеннями до управління їх поточними потребами в довгостроковій перспективі. Рання реабілітація має бути зосереджена на комплексній оцінці неврологічних і функціональних обмежень та індивідуальних програмах лікування для конкретних функціональних цілей із постійним моніторингом результатів. Метою ранньої реабілітації є покращення функціональних результатів і відновлення якомога більшої незалежності пацієнта, мінімізуючи при цьому вторинні ускладнення, з акцентом на освіті пацієнтів та опікунів щодо реалістичних очікувань та стратегій самоогляду. Люди, які пережили черепно-мозкову травму, потребують підтримки для набуття необхідних навичок для максимального повернення до попереднього рівня функціональної самостійності, незалежно від можливості усунення конкретних порушень здоров'я. Навчання пацієнта чи опікуна, загальна фізіотерапія, практика повсякденної діяльності та безпечне використання обладнання, прямий когнітивний та поведінковий зворотний зв'язок, базова компенсаторна пам'ять та візуальні стратегії, безпечне ковтання, спілкування та психологічна підтримка — ці ключові рекомендації

для реабілітації, були визначені найбільш актуальними для тих, хто пережив набуту травму мозку в умовах катастроф і конфліктів.

Сучасні дослідження доводять, що ЧМТ слід розглядати як хронічний патологічний процес, для якого характерна перманентна течія з незворотними морфологічними та функціональними змінами. Це зумовлює необхідність тривалого медичного спостереження, спеціалізованого догляду та поетапної реабілітації, що вимагає як належної підготовки пацієнта, так і створення умов для його інтеграції в соціальне та професійне життя.

Результати експериментальних та клінічних досліджень, а також упровадження сучасних методів прижиттєвої візуалізації мозку останніми роками суттєво розширили та поглибили уявлення про патофізіологію черепно-мозкових ушкоджень при бойових травмах. Установлено, що структура, характер і ступінь тяжкості уражень головного мозку та кісток черепа значно залежать від виду застосованої зброї, а також від тактичних умов ведення бойових дій, які істотно відрізняються від аналогічних ситуацій у попередніх збройних конфліктах. У сучасній війні провідне місце посідають вибухові травми, за яких ушкоджувальний вплив вибухової хвилі зазнають не лише військовослужбовці, а й цивільне населення. Вибухова хвиля чинить багатовекторний вплив як на структури головного мозку, так і на інші анатомічні зони, що зумовлює формування різних механізмів ушкодження.

Попри специфічність внутрішньочерепних уражень при вибуховій травмі, морфологічні та патофізіологічні процеси в ЦНС характеризуються загальними закономірностями: вони містять як первинні ушкодження (здебільшого незворотні), так і вторинні патологічні зміни, які розвиваються поступово та можуть прогресувати протягом місяців або навіть років.

Висновок. Отже, черепно-мозкова травма є прогресувальним комплексним процесом, що містить широкий спектр патофізіологічних та молекулярних механізмів. Вони формуються внаслідок первинних ушкоджень (переважно незворотних) та вторинних змін, які можуть розвиватися протягом місяців або навіть років і підлягають потенційному впливу терапевтичних втручань. Рання реабілітація може значно збільшити виживання та покращити якість життя поранених. Сучасні досягнення у сфері

реагування та ліквідації наслідків стихійних лих і конфліктів дали змогу підвищити рівень виживання людей з набутими черепно-мозковими травмами. Черепно-мозкова травма є однією з найпоширеніших складних травм після раптової катастрофи, що часто має тривалі фізичні, когнітивні та поведінкові порушення, залишкові неврологічні розлади, медичні ускладнення й наслідки для подальшого життя, які потребують комплексного, міждисциплінарного

лікування, що містить медичні, хірургічні та реабілітаційні складники. Метою ранньої реабілітації в умовах стихійних лих і війни є покращення функціональної незалежності та успішної реінтеграції в суспільство. Фахівці з реабілітації нині вважаються ключовими членами охорони здоров'я, які беруть участь у всіх фазах після стихійних лих і конфліктів, включно з раннім залученням до бригад екстреної медичної допомоги.

Література

1. Chernenko II, Chukhno IA. Methods of psychological therapy of patients with post-traumatic stress disorders in the context of their medical and social significance. *Mezhdunarodnyi Nevrologicheskii Zhurnal*. 2017;6(92):127–131. doi:10.22141/2224-0713.6.92.2017.111596
2. Department of Veterans Affairs, Department of Defense. VA / DoD clinical practice guideline for rehabilitation of individuals with lower limb amputation [Internet]. Washington (DC): VA / DoD; 2017 [cited 2024 Nov 12]. Available from: <https://www.healthquality.va.gov/guidelines/Rehab/amp/VADoDLLACPG092817.pdf>
3. Ghandour HZ, Abou-Abbass H, Al-Hajj S, et al. Traumatic brain injury patient characteristics and outcomes in Lebanon: a multicenter retrospective cohort study. *J Glob Health Rep*. 2022;6:e2022006. doi:10.29392/001c.32364
4. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). *Rehabilitation after traumatic injury: guidance* [Internet]. London: NICE;

2022 Jan 18 [cited 2024 Nov 12]. Available from: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng211>

5. Rosolanka N. Current state of application of means and methods of physical rehabilitation of persons with traumatic brain injury. *Sportyvna Nauka Ukrainy*. 2016;(5):46–49.
6. Shevaga VM, Payenok AV, Zadorozhna BV. *Neurology*. 2nd ed. Kyiv: Medytyna; 2009. 656 p.
7. Teshchuk VY, et al. Early consequences of closed traumatic brain injuries in servicemen of the Armed Forces of Ukraine during the full-scale Russian-Ukrainian war in 2022. *Nauk Zap Mizhnar Hum Univ*. 2023;38:122–126. doi:10.32782/2663-5682/2023/38/26
8. Traumatic brain injuries: pathophysiology and potential therapeutic targets. *Front Cell Neurosci* [Internet]. 2019 [cited 2024 Nov 12]. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fncel.2019.00528/full>
9. Xiong Y, Mahmood A, Chopp M. Animal models of traumatic brain injury. *Nat Rev Neurosci*. 2013;14(2):128–142.

ORCID 0000-0002-8499-9186, natalijabed23@ukr.net

Дата першого надходження статті до видання: 15.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 10.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Оцінка ефективності алгоритму фізичної терапії пацієнтів після перенесеного інфаркту міокарда без елевації сегмента ST

УДК 615.825:616.127-005.8

**А. С. Бойко, В. В. Безугла, О. Е. Івановська,
В. Д. Жученко, О. С. Кедрун**

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. Серцево-судинні захворювання залишаються провідною причиною смертності та стійкої втрати працездатності у світі, формуючи значний медико-соціальний та економічний тягар. Особливу увагу в сучасній кардіологічній практиці привертає інфаркт міокарда без елевації сегмента ST (ІМбпST), поширеність якого невпинно зростає. Зважаючи на специфіку ушкодження міокарда та клінічного перебігу ІМбпST, постає необхідність формування науково обґрунтованих, індивідуалізованих та структурованих алгоритмів фізичної терапії з метою оптимізації раннього та подальшого етапу відновлення пацієнтів. *Мета* – теоретично обґрунтувати та розробити алгоритм фізичної терапії пацієнтів після перенесеного ІМбпST у гострому та підгострому періодах, а також оцінити його клінічну ефективність. *Методи:* теоретичний аналіз сучасної наукової літератури; клініко-інструментальні методи (оцінювання функціонального стану за шкалою Борга, 6-хвилинним тестом ходьби (6MWT), опитувальником MacNew (HRQL) та класифікацією NYHA); математичні методи статистики. Дослідження проведено відповідно до етичних норм Гельсінської декларації. У вибірку внесено 20 пацієнтів віком 50–66 років, рандомізованих на основну та контрольну групи. *Результати.* Установлено, що застосування розробленого алгоритму фізичної терапії забезпечує статистично значуще покращення толерантності до фізичного навантаження (зменшення балів за шкалою Борга; збільшення дистанції 6MWT), підвищення показників якості життя в емоційному, фізичному та соціальному доменах HRQL, а також позитивну динаміку функціонального класу серцевої недостатності за NYHA. Покращення в пацієнтів основної групи перевищували результати контрольної групи, що свідчить про вищу ефективність запропонованого алгоритму, як порівняти з традиційними підходами.

Ключові слова: інфаркт міокарда, фізична терапія, кардіореабілітація, відновний процес, рання мобілізація, навантаження, терапевтичні вправи, якість життя.

Evaluation of the effectiveness of the physical therapy algorithm for patients after myocardial infarction without ST-segment elevation

A. S. Boiko, V. V. Bezugla, O. E. Ivanovska, V. D. Zhuchenko, O. S. Kedrun

National University of Physical Education and Sports of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. Cardiovascular diseases remain the leading cause of mortality and long-term disability worldwide, imposing a substantial medical, social, and economic burden. Particular attention is drawn to non-ST-segment elevation myocardial infarction (NSTEMI), the prevalence of which continues to increase. Considering the specific myocardial injury patterns and distinctive clinical course characteristic of NSTEMI, the development of scientifically grounded, individualized, and structured physical therapy programs aimed at optimizing early and subacute recovery becomes especially rele-

vant. *Aim.* To theoretically substantiate and develop a physical therapy algorithm for patients after NSTEMI during the acute and subacute recovery periods, and to evaluate its clinical effectiveness. *Methods:* theoretical analysis of contemporary scientific literature; clinical and instrumental assessments (functional evaluation using the Borg Scale, the 6-Minute Walk Test (6MWT), the MacNew Heart Disease Health-related Quality of Life Questionnaire (HRQL), and the NYHA functional classification); mathematical statistics. The study was conducted in accordance with the ethical principles of the Declaration of Helsinki. The sample included 20 patients aged 50–66 years, randomized into an intervention and a control group. *Results.* Implementation of the developed physical therapy algorithm resulted in statistically significant improvements in exercise tolerance (reduced Borg scores; increased 6MWT distance), enhanced health-related quality of life across emotional, physical, and social HRQL domains, as well as favorable changes in NYHA functional class. Improvements observed in the intervention group exceeded those of the control group, indicating the superior effectiveness of the proposed algorithm compared with standard rehabilitation protocols. **Keywords:** myocardial infarction, physical therapy, cardiac rehabilitation, recovery process, early mobilisation, exercise, therapeutic exercises, quality of life.

Постановка проблеми. В Україні, як і в багатьох країнах світу, зростає увага до профілактики та своєчасного виявлення серцево-судинних захворювань (далі – ССЗ), що сприяє поступовому покращенню контролю за станом серцево-судинної системи та підвищенню якості надання медичної допомоги. Однією з провідних причин смертності та інвалідизації населення залишається інфаркт міокарда (далі – ІМ), частка якого в структурі ССЗ є однією з найвищих [1]. За оцінками міжнародних епідеміологічних реєстрів, щороку у світі реєструють понад 15 мільйонів нових випадків гострого інфаркту міокарда (далі – ГІМ). В Україні, на жаль, показники смертності та інвалідизації від ІМ залишаються одними з найгірших у Європейському регіоні [2]. Так, згідно з даними МОЗ України, у 2021 році смертність від ІМ зросла на 15,5 % порівняно з 2017 роком, що підтверджує загрозливий характер захворюваності та неефективність дійсних профілактичних і реабілітаційних підходів [3].

Важливо зазначити, що після перенесеного ІМ, який є важливою подією в житті пацієнта, спостерігається тривалий негативний вплив на фізичне, психологічне, емоційне, соціальне та професійне благополуччя, що суттєво обмежує подальшу життєдіяльність пацієнтів. З огляду на високу захворюваність та поширеність ГІМ, зростає потреба в упровадженні ефективних, науково обґрунтованих відновних втручань, які здатні забезпечити довгострокове покращення здоров'я та підвищення якості життя (далі – ЯЖ) постраждалих осіб [4].

Аналіз сучасних практичних досліджень продемонстрував, що ключовим компонентом

відновлення пацієнтів після ІМбпST є кардіореабілітація (далі – КР). Зростання її значущості зумовлене переконливою доказовою базою, яка засвідчує позитивний вплив КР на показники серцево-легеневої функції, психоемоційний стан, якість життя, а також на зниження частоти повторних серцево-судинних подій, госпіталізацій та рівня смертності. Попри наявність вагомих доказів ефективності, КР досі залишається недостатньо використаною в клінічній практиці, а її потенціал – недооціненим багатьма лікарями [4–6]. Необхідність подальшого вивчення та розширення практики КР підтверджено також Кокранівським оглядом 2018 року, в якому наголошено на високій ефективності комплексних програм реабілітації в пацієнтів після ІМ [7].

У контексті зростання частоти ІМбпST і доведених переваг ранньої фізичної терапії виникає потреба розробити чітко структурований, патофізіологічно обґрунтований та клінічно валідований алгоритм фізичної терапії, здатний поліпшити функціональний стан, толерантність до фізичного навантаження та якість життя пацієнтів у гострому й підгострому періодах відновлення.

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати та розробити алгоритм заходів фізичної терапії для пацієнтів після ІМбпST у гострому та підгострому періодах відновлення, а також оцінити його клінічну ефективність.

Методи дослідження: у дослідженні застосовано комплекс теоретичних (аналіз наукових і науково-методичних джерел; синтез та узагальнення даних щодо сучасних підходів до КР та фізичної терапії), клініко-інструментальних методів дослідження й статистичних

методів (статистична обробка отриманих даних для визначення достовірності та клінічної значущості змін, міжгрупове порівняння результатів), що забезпечили системний аналіз проблеми та об'єктивну оцінку ефективності розробленого алгоритму заходів фізичної терапії. Пошук наукових джерел здійснювався через міжнародні та національні бази даних: PubMed, Physiopedia, CJC (Canadian Journal of Cardiology), NCBI (National Center for Biotechnology Information), The Lancet journal та Cochrane Library.

Дослідження проводили на базі ДНП «Інститут серця МОЗ України». У вибірку внесено 20 осіб віком 50–66 років, які перенесли ІМбпСТ відповідно до визначених критеріїв включення та виключення (табл. 1). Серед них – 17 чоловіків і 3 жінки. Учасників рандомно та за їх попередньою інформованою згодою поділено на **основну групу (n = 10)**, що проходила фізичну терапію за розробленим алгоритмом, та **контрольну групу (n = 10)**, яка отримувала стандартну реабілітаційну допомогу.

Визначення ефективності розробленого алгоритму заходів ФТ використано: шкалу Борга, для суб'єктивної оцінки сприйняття пацієнтами фізичного навантаження; [8] тест 6-хвилинної ходьби 6MWT для оцінки витривалості та здатності пацієнтів працювати в аеробній фазі; [9] опитувальник MacNew Heart Disease Health-related Quality of Life для оцінки якості життя [10], а також для кожного пацієнта визначався функціональний клас серцевої недостатності за класифікацією Нью-Йоркської асоціації серця NYHA [11].

Згідно з міжнародними принципами Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації, Загальної декларації з біоетики та прав людини ЮНЕСКО, а також відповідно до Закону України «Основи законодавства України про охорону здоров'я» щодо дотримання етичних норм і правил проведення досліджень з участю людини, кожна особа, що брала участь у цьому дослідженні, була поінформована про зміст та

процедуру проведення дослідження й кожна особа надала згоду на проведення тестувань та використання отриманих персональних даних для написання роботи.

Результати дослідження та їх обговорення. Розробка та впровадження алгоритму заходів фізичної терапії для пацієнтів після ІМбпСТ в основній групі (далі – ОГ) здійснювались з урахуванням сучасних доказових підходів до кардіореабілітації, рекомендацій вітчизняних та зарубіжних фахівців, а також принципів безпечного поступового підвищення фізичного навантаження. Алгоритм, структурований відповідно до фаз перебігу захворювання, містив два ключові етапи: **гострий (1–10 доба)** та **підгострий (11–50 доба)**. Побудова алгоритму ґрунтувалася на принципах пацієнтоорієнтованості, індивідуалізації, поступовості, проблемно орієнтованого підходу та мультипрофільності.

Одним із провідних факторів успішності реабілітації була **рання мобілізація (далі – РМ)**, ефективність якої багаторазово доведена в клінічних дослідженнях і систематичних оглядах [12; 13]. Рання активізація сприяла зниженню ризику ускладнень, прискоренню відновлення функціональної здатності, покращенню толерантності до навантаження та формуванню передумов для подальшої фізичної активності. Також важливим був комплексний підхід до виявлення потенційних ускладнень, їх профілактики та раннього реагування, що забезпечувало мультипрофільну підтримку кожного пацієнта. Впровадження алгоритму відбувалося поетапно, починаючи з первинної діагностики функціонального стану пацієнта, формування реабілітаційних цілей за методологією **SMART**, реалізації індивідуально дібраних фізіотерапевтичних втручань та подальшої оцінки ефективності за допомогою стандартизованих інструментів. Схематична структура застосування алгоритму представлена на рис. 1.

Перший етап (гострий період) відповідав принципу РМ та розпочинався з 24 годин після

ТАБЛИЦЯ 1 – Критерії включення та виключення пацієнтів у дослідження

Критерії включення	Критерії виключення
1. Вік від 50 до 66 років	1. Вік <50 та >66 років
2. Наявність NSTEMI	2. Наявність STEMI
3. Функціональний клас I–III за NYHA	3. Функціональний клас IV за NYHA
4. САТ < 180 мм рт. ст. у стані спокою, ДАТ < 110 мм рт. ст. у стані спокою	4. САТ >180 мм рт. ст. у стані спокою, ДАТ > 110 мм рт. ст. у стані спокою
5. Відсутність гострих метаболічних порушень	5. Наявність гострих метаболічних порушень
6. Відсутність неконтрольованої злоякісної аритмії	6. Наявність неконтрольованої злоякісної аритмії



Рис. 1. Схема алгоритму застосування заходів фізичної терапії для пацієнтів після перенесеного ІМ без елевації сегмента ST

серцевої події та/або проведення хірургічного втручання. Усі реабілітаційні заходи були спрямовані на виконання першочергових завдань:

- запобігання виникнення ускладнень з боку ССС, дихальної системи, шлунково-кишкового тракту та опорно-рухового апарату;
- запобігання виникнення пролежнів;
- зменшення болю та симптомів захворювання;
- покращення переміщення в ліжку, вертикалізація та переміщення в палаті;
- відновлення самообслуговування;
- відновлення рівня ТФН.

Фізіотерапевтичні втручання впроваджували з поступовим збільшенням рівня залучення пацієнта: на початку алгоритму, ФТ втручання виконували в межах ліжка: повороти на бік, зокрема лівий, ковзання стопами поверхнею ліжка, перехід з положення лежачи в сидяче на ліжку з опусканням нижніх кінцівок; далі перехід у положення стоячи, спираючись на спеціальну «табуретку / сходинку»; потім рухова активність розширювалася — у межах палати з використанням таких елементів інвентарю та приладів, як дихальний тренажер Tri-Ball (трикульовий інспіраторний тренажер), кистьовий еспандер, гумова стрічка, страхувальний пояс, ходунки / ролатор, пульсоксиметр, тонометр.

Особлива увага приділялася статичним і динамічним дихальним вправам, а також вертикалізації з поступовим збільшенням її тривалості: починаючи із сидіння на краю ліжка (від 5–10 хв

у перші 24 години до 160 хв загалом на 10 день); стояння та хода (від 5 хв на 2 день та до 60 хв загалом на 10 день). Усі заняття проводили з обов'язковим дотриманням критеріїв припинення тренування, що забезпечувало їх безпечність та ефективність [12].

Другий етап (підгострий період) розпочинався після стабілізації клінічного стану пацієнта. Основною метою підгострого періоду було формування функціональної незалежності, модифікація способу життя та підготовка до повернення до побутової і соціальної активності.

Основні завдання другого етапу: покращення загальної сили та витривалості; покращення витривалості та продуктивності дихальної системи та ССС; покращення рівня ТФН; покращення рівня ЯЖ; адаптація до умов повсякденної активності; адаптація до заняттєвої та спортивної активності; зменшення ризику виникнення повторних серцевих подій та смертності.

ФТ втручання виконували з кожним пацієнтом у межах спеціально обладнаного тренажерного залу. До інвентарю засобів з першого етапу додалися: гантелі, обважнювачі, гімнастична палиця, велотренажер, бігова доріжка, степ-платформи, м'які мати, низькі паралельні бруси. Упродовж 2–3 тижнів другого етапу проводили по одному заняттю на добу (силове тренування нижніх або верхніх кінцівок; кардіотренування (тренування аеробної направленості), а також визначався індивідуальний добовий обсяг ходи. Надалі, двічі на тиждень, додавалося друге

тренування — кардіологічної спрямованості (спеціалізоване кардіотренування). Алгоритм фізичної терапії передбачав структурування тренувального процесу на три фази: **розминку, основну частину та заминку**, що відповідає міжнародним стандартам побудови ФТ-програм [14; 15]. Перед початком та під час тренування постійно контролювали показники АТ, ЧСС і SpO_2 .

Розминка передбачала виконання дихальних вправ та аеробних вправ помірної інтенсивності, щоб поступово підготувати організм до фізичного навантаження, вивести ЧСС до тренувальних показників та забезпечити гарну циркуляцію (прискорена ходьба або їзда на велотренажері без опору); вправ з елементами розтяжки, для активації всіх м'язових груп. Роботу виконували на рівні ЧСС до 40 % від максимального ЧСС (ЧСС_{макс}) за формулою Танака: $208 - 0,7 \cdot \text{вік}$ [16] тривалістю 5–10 хв.

Основна частина передбачала виконання активних та силових вправ в аеробному режимі або інтервальних кардіотренувань, залежно від тематики заняття. Робота виконується на рівні ЧСС до 60–80 % від ЧСС_{макс}, тривалість 25–30 хв.

Заминка передбачала виконання аеробних вправ низької інтенсивності, стретчинг та ДВ для відновлення показників АТ, ЧСС, ЧД та всіх системи організму до стану спокою. Робота виконується рівні ЧСС до 40 % від ЧСС_{макс}, тривалість 5–10 хв.

Оцінювання ефективності розробленого алгоритму заходів фізичної терапії здійснювали шляхом статистичної обробки та інтерпретації отриманих показників функціональних тестувань, проведених на етапах до та після завершення реабілітаційних втручань. Порівняння результатів проводили між **ОГ**, у якій пацієнти проходили реабілітацію відповідно до запропонованого алгоритму, та **КГ**, що отримувала стандартну програму кардіореабілітації, прийняту в умовах лікувального закладу. Загальний аналіз отриманих даних засвідчив наявність **статистично**

значущих відмінностей між групами у динаміці більшості досліджуваних показників після завершення реабілітації, що підтверджує **ефективність та переваги розробленого алгоритму фізичної терапії**, як порівняти зі стандартним.

На початковому етапі дослідження проведено оцінювання суб'єктивного відчуття навантаження пацієнтами з використанням **шкали Борга**, що є доведено ефективним інструментом для кількісного визначення рівня напруження під час фізичної активності. Результати первинного тестування показали відсутність статистично значущої різниці між групами ($p > 0,05$), що свідчило про їх однорідність на початку реабілітаційного процесу. Так, середні значення показника становили: в ОГ — $17,1 \pm 1,0$ бала ($x \pm S$), а у КГ — $17,3 \pm 0,9$ бала ($x \pm S$). Після завершення курсу кардіореабілітації зафіксовано виразне покращення показників у пацієнтів обох груп, проте ступінь позитивної динаміки **статистично вищий в ОГ** ($p < 0,05$). Зокрема, середній показник суб'єктивної оцінки фізичного навантаження в ОГ знизився до $11,5 \pm 1,0$ бала ($x \pm S$), а у КГ — до $13,8 \pm 1,3$ бала ($x \pm S$). Для наочності та систематизації даних результати подано в таблиці 2.

Так, аналіз змін за шкалою Борга в обох групах свідчить про істотне зменшення суб'єктивного відчуття навантаження, що є індикатором підвищення толерантності до фізичної активності та покращення функціональної витривалості пацієнтів. Достовірно кращі результати в основній групі підтверджують перевагу структурованого алгоритму фізичної терапії та його клінічну ефективність для кардіореабілітації.

Впровадження структурованих заходів ранньої мобілізації, передбачених розробленим алгоритмом фізичної терапії, зумовило суттєве покращення показників 6MWT уже після проходження гострого періоду реабілітації. Так, середня дистанція, пройдена за 6 хвилин, становила: в ОГ — $231,2 \pm 24,6$ метра ($x \pm S$),

ТАБЛИЦЯ 2 — Аналіз показників сприйняття пацієнтами фізичного навантаження за шкалою Борга до та після проходження реабілітації у ОГ і КГ, бали

ОГ (n = 10)		КГ (n = 10)	
До проходження реабілітації	Після проходження реабілітації	До проходження реабілітації	Після проходження реабілітації
$x \pm S$	$x \pm S$	$x \pm S$	$x \pm S$
$17,1 \pm 1,0$	$11,5 \pm 1,0^*$	$17,3 \pm 0,9$	$13,8 \pm 1,3^*$

Примітка: * — статистично значима різниця показників після втручання, порівняно з вихідними даними ($p < 0,05$).

у КГ — $193,5 \pm 30,5$ метра ($x \pm S$). Різниця отриманих показників є статистично значущою ($p < 0,05$), при цьому в КГ також спостерігалася збільшення дистанції, що свідчить про загальну користь базових реабілітаційних втручань, проте динаміка приросту в ОГ була суттєво інтенсивнішою, що науково підтверджує вищу ефективність РМ, інтегрованої в запропонований алгоритм, порівняно зі стандартними протоколами лікувального закладу.

Після проходження всього циклу кардіореабілітації пацієнти обох груп продемонстрували подальше покращення результатів, однак темпи приросту в ОГ виявилися істотно вищими. Середні значення становили: ОГ — $322,3 \pm 25,8$ м, КГ — $260,8 \pm 28,9$ м, при статистично значущій різниці ($p < 0,05$). Для наочного порівняння показників, статистичні дані результатів пройденої дистанції за 6MWT в обох групах до реабілітації, після гострого періоду реабілітації та після проходження реабілітації наведено в табл. 3.

Наступним етапом комплексної оцінки ефективності розробленого алгоритму заходів фізичної терапії стало порівняння показників якості життя пацієнтів, отриманих за допомогою опитувальника **HRQL (Health-Related Quality of Life)**. Для аналізу враховували як загальний бал, так і результати окремих доменів: емоційного, фізичного та соціального.

На початковому етапі дослідження між групами не виявлено статистично значущих відмінностей за жодним із доменів ($p > 0,05$), що свідчить про порівнянність клінічного та функціонального стану пацієнтів перед початком реабілітації. Так, середні показники в **основній групі** становили: загального бала — $1,7 \pm 0,4$ ($x \pm S$), емоційного домену — $2,2 \pm 0,4$ ($x \pm S$), фізичного домену — $1,5 \pm 0,3$ ($x \pm S$), соціального домену — $1,4 \pm 0,4$ ($x \pm S$). У **контрольній групі**: загальний бал — $1,8 \pm 0,4$, емоційний — $2,3 \pm 0,3$,

фізичний — $1,6 \pm 0,3$, соціальний — $1,5 \pm 0,4$. Аналіз доменів засвідчив, що найнижчі значення спостерігали у фізичній та соціальній сферах, що відображає значний рівень незадоволеності пацієнтів цими аспектами життя. Особливо критично оцінювалися: **фізичний домен** — задишка, біль у грудній клітці та нижніх кінцівках, обмеження в спортивній та фізичній активності; **соціальний домен** — низька самовпевненість, підвищена залежність від сторонньої допомоги, обмеження в соціальній взаємодії та фізичній активності. Після завершення реабілітаційного курсу в пацієнтів обох груп зафіксовано покращення показників якості життя, проте **статистично значуща перевага спостерігалася в ОГ** ($p < 0,05$). Середні значення в ОГ після проходження алгоритму фізичної терапії становили: загальний бал — $5,6 \pm 0,4$ ($x \pm S$); емоційний домен — $5,6 \pm 0,3$ ($x \pm S$); фізичний домен — $5,7 \pm 0,3$ ($x \pm S$); соціальний домен — $5,5 \pm 0,4$ ($x \pm S$). У КГ показники також покращились, проте залишалися нижчими порівняно з ОГ: загальний бал — $4,5 \pm 0,5$, емоційний — $4,6 \pm 0,3$, фізичний — $4,4 \pm 0,4$, соціальний — $4,5 \pm 0,4$. Важливо відзначити, що після завершення реабілітації пацієнти ОГ демонстрували порівняно високий рівень задоволеності фізичним та соціальним компонентами якості життя, тоді як у КГ ці показники залишалися нижчими, що свідчить про часткову незадоволеність відповідними аспектами. Для наочного порівняння показників, статистичні дані результатів оцінки якості життя за HRQL в обох групах до та після реабілітації наведено в табл. 4.

Аналіз отриманих результатів дає змогу стверджувати, що впроваджений алгоритм заходів фізичної терапії має системний та позитивний вплив на відновлення фізичної працездатності, зменшення симптомів захворювання, підвищення рівня незалежності й самовпевненості пацієнтів, а також сприяє соціальній інтеграції та покращенню загальної якості життя.

ТАБЛИЦЯ 3 — Динаміка показників пройденої дистанції за 6MWT до реабілітації, після гострого періоду реабілітації та після проходження реабілітації у ОГ і КГ, метри

ОГ (n = 10)			КГ (n = 10)		
До проходження реабілітації	Після гострого періоду реабілітації	Після проходження реабілітації	До проходження реабілітації	Після гострого періоду реабілітації	Після проходження реабілітації
$x \pm S$	$x \pm S$	$x \pm S$	$x \pm S$	$x \pm S$	$x \pm S$
$176,5 \pm 32,4$	$231,2 \pm 24,6^*$	$322,3 \pm 25,8^*$	$174,4 \pm 31,2$	$193,5 \pm 30,5^*$	$260,8 \pm 28,9^*$

Примітка: * — статистично значима різниця показників після втручання, порівняно з вихідними даними ($p < 0,05$).

ТАБЛИЦЯ 4 – Порівняння показників оцінки якості життя за HRQL до та після реабілітації в ОГ і КГ, бали

Показники	ОГ (n = 10)		КГ (n = 10)	
	До проходження реабілітації	Після проходження реабілітації	До проходження реабілітації	Після проходження реабілітації
	$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$	$\bar{x} \pm S$
Загальний бал	1,7 $\pm$ 0,4	5,6 $\pm$ 0,4*	1,8 $\pm$ 0,4	4,5 $\pm$ 0,5*
Емоційний бал	2,2 $\pm$ 0,4	5,6 $\pm$ 0,3*	2,3 $\pm$ 0,3	4,6 $\pm$ 0,3*
Фізичний бал	1,5 $\pm$ 0,3	5,7 $\pm$ 0,3*	1,6 $\pm$ 0,3	4,4 $\pm$ 0,4*
Соціальний бал	1,4 $\pm$ 0,4	5,5 $\pm$ 0,4*	1,5 $\pm$ 0,4	4,5 $\pm$ 0,4*

Примітка: * – статистично значуща різниця показників після втручання, порівняно з вихідними даними ($p < 0,05$).

Останнім етапом оцінювання ефективності розробленого алгоритму фізичної терапії було визначення функціонального класу серцевої недостатності (далі – ФК СН) за класифікацією NYHA після проходження реабілітації та його порівняння з показниками, зафіксованими на початку дослідження. На вихідному етапі більшість пацієнтів в обох групах відповідали III ФК NYHA, без статистично значущої різниці між ними ($p > 0,05$); лише один пацієнт в ОГ та двоє в КГ мали II ФК.

Після завершення курсу кардіореабілітації виявлено достовірне покращення функціонального статусу в обох групах ($p < 0,05$), однак із суттєвим переважанням ОГ. Так, в основній групі 7 пацієнтів перекласифіковані до II ФК, а 3 – до I ФК. Натомість у контрольній групі 2 пацієнти залишилися на рівні III ФК, 7 пацієнтів отримали II ФК, і лише 1 – I ФК. Така динаміка свідчить про більш виражений відновлювальний ефект застосування комплексного алгоритму заходів фізичної терапії порівняно зі стандартною програмою лікувального закладу.

Для наочного відображення отриманих результатів статистичні дані розподілу пацієнтів за ФК NYHA до та після реабілітації наведено в таблиці 5.

Отримані результати показників підтверджують покращення толерантності до фізичного навантаження, зменшення вираженості

симптомів серцевої недостатності та позитивний вплив на функціонування серцево-легеневої системи в пацієнтів, які проходили реабілітацію за запропонованим алгоритмом фізичної терапії.

Так, усі зміни продемонстрували переконаливу перевагу запропонованого алгоритму заходів фізичної терапії над стандартною програмою реабілітації. Варто зазначити, що інтеграція сучасних засобів і методів фізичної терапії, ранньої мобілізації та цілеспрямованого мультимодального навантаження довела свою ефективність у відновленні функціональних можливостей, покращенні клінічних показників і підвищенні якості життя пацієнтів після перенесеного ІМбпST.

Висновки. Комплексний аналіз сучасної зарубіжної та вітчизняної наукової літератури, а також даних клінічних і практичних досліджень свідчить про наявність значного досвіду застосування заходів і методів фізичної терапії в структурі кардіореабілітації пацієнтів після перенесеного ІМбпST. Водночас результати огляду однозначно підтверджують наявність суттєвого науково-практичного запиту на подальшу розробку, дослідження, оптимізацію та широке впровадження кардіореабілітаційних програм, що забезпечують більш результативне та стандартизоване лікування цієї категорії осіб.

На основі систематизації та критичного узагальнення доступних наукових даних

ТАБЛИЦЯ 5 – Аналіз показників, статистичні дані класифікації пацієнтів за NYHA до та після проходження реабілітації в ОГ і КГ

Функціональний клас	ОГ (n = 10)		КГ (n = 10)	
	До проходження реабілітації	Після проходження реабілітації	До проходження реабілітації	Після проходження реабілітації
ФК I	0	3	0	1
ФК II	1	7	2	7
ФК III	9	0	8	2
ФК IV	0	0	0	0
		($p < 0,05$)		($p < 0,05$)

сформовано та обґрунтовано структурований алгоритм заходів фізичної терапії, адаптований до клінічних особливостей пацієнтів після перенесеного ІМбпСТ. Алгоритм інтегрує сучасні та доказові методики кардіореабілітації, включно з ранньою мобілізацією, дихальними вправами, аеробними й силовими тренуваннями, інтервальними кардіонавантаженнями на тредмілі та велоергометрі, лікувальною ходьбою, модифікацією способу життя з акцентом на контроль факторів ризику, а також психоемоційною підтримкою. Така багатокомпонентна структура дає змогу забезпечити цілісний, пацієнторієнтований підхід до реабілітації.

Результати оцінювання ефективності запропонованого алгоритму свідчать про статистично значущі переваги його застосування порівняно зі стандартною програмою, впровадженою в лікувальному закладі. Достовірне покращення показників функціонального стану, толерантності до фізичного навантаження, суб'єктивного сприйняття навантаження та якості життя в основній групі підтверджує високу клінічну результативність запропонованого підходу. Порівняно

зі стандартною терапією, розроблений алгоритм забезпечив більш інтенсивну позитивну динаміку ключових клініко-функціональних параметрів та сприяв комплекснішій адаптації пацієнтів до фізичних навантажень.

Отримані результати дають підстави стверджувати, що подальша розробка, стандартизація та широке впровадження сучасних алгоритмів кардіореабілітації є доцільними та науково обґрунтованими. Це сприятиме підвищенню ефективності відновлення пацієнтів кардіологічного профілю, покращенню їх довгострокового прогнозу, зниженню ризику повторних серцево-судинних подій і загальному підвищенню якості життя.

Перспективи подальших досліджень полягають у розширенні вибірки пацієнтів для підвищення доказовості результатів, довготривалому спостереженні за віддаленими ефектами запропонованого алгоритму, порівнянні його ефективності з іншими сучасними моделями кардіореабілітації та вдосконаленні індивідуалізованих підходів до фізичної терапії на основі об'єктивних інструментальних методів оцінки.

Література

1. Tsao CW, Aday AW, Almarazgo ZI, Anderson CAM, Arora P, Avery CL, et al. Heart Disease and Stroke Statistics—2023 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2023 Feb 21;147(8):e93–e621. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001123.
2. Коваленко ВМ, Корнацький ВМ. Стан здоров'я народу України та медичної допомоги третинного рівня: посібник. Київ; 2019. С. 95–6.
3. МОЗ України. Щорічний звіт про стан здоров'я населення України та епідемічну ситуацію за 2022 рік. Київ; 2023. С. 6–7.
4. Bellmann B, Lin T, Greissinger K, Rottner L, Rillig A, Zimmerling S. The beneficial effects of cardiac rehabilitation. *Cardiol Ther*. 2020 Jun;9(1):35–44. DOI: 10.1007/s40119-020-00164-9.
5. Ji H, Fang L, Yuan L, Zhang Q. Effects of exercise-based cardiac rehabilitation in patients with acute coronary syndrome: A meta-analysis. *Med Sci Monit*. 2019 Jul 7;25:5015–27. DOI: 10.12659/MSM.917362.
6. Choo CC, Chew PKH, Lai SM, Soo SC, Ho CS, Ho RC, et al. Effect of cardiac rehabilitation on quality of life, depression and anxiety in Asian patients. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 May 28;15(6):1095. DOI: 10.3390/ijerph15061095.
7. Molloy C, Long L, Mordi IR, Bridges C, Sagar VA, Davies EJ, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for adults with heart failure. *Cochrane Database Syst Rev*. 2024 Mar 7;3(3):CD003331. DOI: 10.1002/14651858.CD003331.pub6.
8. Physiopedia contributors. Borg Rating Of Perceived Exertion. Physiopedia. [Internet]/ Available from: https://www.physio-pedia.com/Borg_Rating_Of_Perceived_Exertion

9. Physiopedia contributors. Six Minute Walk Test. Physiopedia. 2025 Jan 2 [Internet] [cited 2025 Jan 26]. Available from: https://www.physio-pedia.com/index.php?title=Six_Minute_Walk_Test/_6_Minute_Walk_Test&oldid=364601
10. Höfer S, Lim L, Guyatt G, Oldridge N. The MacNew heart disease quality of life instrument. *Health Qual Life Outcomes*. 2004;2(3). DOI: 10.1186/1477-7525-2-3.
11. Caraballo C, Desai NR, Mulder H, Alhanti B, Wilson FP, Fiuzaat M, et al. NYHA classification: clinical implications. *J Am Heart Assoc*. 2019;8(23):e014240. DOI: 10.1161/JAHA.119.014240.
12. Adler J, Malone D. Early mobilization in ICU: a systematic review. *Cardiopulm Phys Ther J*. 2012;23(1):5–13. PMID: 22807649.
13. Peixoto TC, Begot I, Bolzan DW, Douglas W, Machado L, Reis MS, et al. Early exercise rehab post-MI: RCT. *Can J Cardiol*. 2015;31(3):308–13.
14. Zhang Y, Cao H, Jiang P, Tang H. Cardiac rehabilitation in acute myocardial infarction patients after percutaneous coronary intervention: A community-based study. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(8):e9785. DOI: 10.1097/MD.00000000000009785.
15. Gloc D, Nowak Z, Nowak-Lis A, Gabrys T, Szmatlan-Gabrys U, Valach P, et al. Indoor cycling training in rehabilitation of patients after myocardial infarction. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2021;13(1):151. DOI: 10.1186/s13102-021-00379-w.
16. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37(1):153–6. DOI: 10.1016/S0735-1097(00)01054-8.

ORCID 0000-0003-4742-1585, anetorekhovskaya1305@gmail.com
 ORCID 0000-0002-3368-5494, victoriabezugla@gmail.com
 ORCID 0000-0003-4757-5111, olga.iv1994@gmail.com
 ORCID 0009-0008-9059-6392, vzhuchenko@uni-sport.edu.ua
 ORCID 0009-0008-2784-818X, alex.kedrun@gmail.com

Дата першого надходження статті до видання: 16.01.2026
 Дата прийняття статті до друку після рецензування: 10.02.2026
 Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Застосування силових вправ у фізичній терапії осіб із підвищеними рівнями тривожності та депресивності

УДК 615.825:159.942.2

В. Р. Будзин, О. В. Ханікянц, В. З. Максим

Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського, Львів, Україна

Резюме. У роботі представлено узагальнення сучасних наукових даних щодо впливу силових вправ на психоемоційний стан дорослого населення. Розглянуто фізіологічні, психологічні та соціальні ефекти силових тренувань, а також параметри програм, що забезпечують терапевтичний результат. *Мета.* Систематизувати дані сучасних емпіричних досліджень щодо ефективності застосування силових вправ у фізичній терапії осіб із підвищеними рівнями тривожності та депресивності. *Методи.* Аналіз 20 емпіричних досліджень і метааналізів, що оцінювали вплив силових тренувань на показники психічного здоров'я; узагальнення даних щодо тривалості, інтенсивності та частоти занять; аналіз фізіологічних (кортизол, серотонін, дофамін), психологічних (самооцінка, румінації) та соціальних показників (підтримка, ізоляція). *Результати.* Регулярні силові вправи (45–60 хвилин, 2–3 рази на тиждень, 60–70 % 1ПМ) асоціюються зі зниженням рівня кортизолу, покращенням нейрохімічного профілю, зменшенням симптомів тривожності й депресивності, підвищенням самооцінки та соціальної активності. Виявлено стабільність позитивних ефектів у різних групах дорослих.

Ключові слова: психічне здоров'я, тривожність, депресивність, фізична терапія, силові вправи, емоційний стан.

Application of resistance exercises in physical therapy for individuals with elevated anxiety and depressive symptoms

V. R. Budzyn, O. V. Khanikiants, V. Z. Maksym

Lviv State University of Physical Culture named after Ivan Boberskyi, Lviv, Ukraine

Abstract. The article summarizes current scientific data on the influence of resistance exercises on the mental health of adults. The review highlights physiological, psychological, and social effects of resistance training, along with program parameters that ensure therapeutic outcomes. *Objective.* To systematize empirical evidence on the effectiveness of resistance exercises in physical therapy for individuals with elevated anxiety and depressive symptoms. *Methods.* Analysis of 20 empirical studies and meta-analyses; evaluation of program parameters (duration, intensity, frequency); synthesis of data on physiological markers (cortisol, serotonin, dopamine), psychological indicators (self-esteem, rumination), and social outcomes (support, isolation). *Results.* Regular resistance training (45–60 minutes, 2–3 times per week, 60–70% 1RM) is associated with reduced cortisol levels, improved neurochemical balance, decreased anxiety and depressive symptoms, enhanced self-esteem, and increased social engagement. Positive effects were consistent across various adult populations. **Keywords:** mental health, anxiety, depression, physical therapy, resistance training, emotional state.

Постановка проблеми. Поширеність тривожних і депресивних розладів у світі зростає: за даними ВООЗ, понад 280 млн людей страждають від депресії, а тривожні розлади посідають провідне місце серед психічних порушень [20]. Традиційні методи лікування (психотерапія, фармакологія) не завжди є достатньо ефективними чи доступними. Це спонукає до пошуку додаткових немедикаментозних засобів підтримки психічного здоров'я, які могли б доповнити комплексну терапію тривожно-депресивних розладів.

Одним із таких засобів є фізичні вправи, зокрема силові тренування. Накопичені дані свідчать, що силові вправи не лише покращують фізичний стан, а й мають виражений психоемоційний ефект [2–4]. Проте питання оптимальних параметрів таких програм (тривалість, інтенсивність, частота занять) та їх клінічної ефективності залишаються відкритими.

Аналіз сучасних досліджень показав, що силові вправи здатні суттєво знижувати рівень тривожності та депресивності (Таблиця 1). Gordon et al. [7] виявили, що після 12-тижневої програми силових тренувань симптоми депресії знижуються на 40 %. Подібні результати отримали Liu et al. [10] для осіб із підвищеним рівнем тривожності. Stubbs et al. [18] показали, що силові тренування допомагають ветеранам із посттравматичним стресовим розладом зменшувати прояви тривожності та депресивності.

Так, сучасні дослідження підтверджують ефективність силових вправ як складника фізичної терапії психічних розладів. Проте відсутня систематизація даних щодо різних вибірок і параметрів тренувань, що ускладнює практичне застосування цих підходів як засобу зниження тривожності та депресивності.

З огляду на аналіз літератури, висунуто гіпотезу, що силові вправи є ефективним засобом зниження рівня тривожності та депресивності, а їх терапевтичний ефект залежить від параметрів програм (тривалість, інтенсивність, частота виконання).

Зв'язок роботи з важливими науковими програмами або практичними завданнями. Дослідження виконано в межах наукової тематики кафедри фізкультурно-спортивної реабілітації та спортивної медицини Львівського державного університету фізичної культури імені Івана Боберського, що спрямована на розробку та вдосконалення сучасних підходів до фізичної терапії і профілактики психоемоційних розладів. Робота відповідає стратегічним напрямкам розвитку галузі 227 «Терапія та реабілітація» та актуальним практичним завданням щодо підвищення ефективності немедикаментозних методів корекції тривожності й депресивності.

Мета дослідження — систематизувати дані сучасних емпіричних досліджень щодо ефективності застосування силових вправ у фізичній терапії осіб із підвищеними рівнями тривожності та депресивності.

Матеріали і методи. До аналізу включено дані публікацій, присвячених використанню силових вправ у фізичній терапії осіб із підвищеним рівнем тривожності та депресивності. Основна вибірка охоплювала дорослих віком від 18 до 65 років. Усі дослідження, що ввійшли в огляд, повідомляли про отримання інформованої згоди від учасників.

Аналіз проводився шляхом пошуку статей у базах PubMed, Scopus та Google Scholar за ключовими словами: resistance training, strength training, anxiety, depression, mental health, physical therapy. Враховувалися лише емпіричні дослідження, що описували вплив силових вправ на показники психічного здоров'я.

ТАБЛИЦЯ 1 — Основні параметри програм силових вправ у дослідженнях

Автори	Вибірка	Тривалість	Інтенсивність	Частота	Основні результати
Gordon et al. (2018) [7]	33 дорослі з депресією	12 тижнів	70 % 1ПМ	3 р/тиждень	Зниження симптомів депресії на 40 %
Liu et al. (2021) [10]	25 осіб із тривожністю	8 тижнів	60 % 1ПМ	2 р/тиждень	Зменшення тривожності за шкалою HADS
Stubbs et al. (2018) [18]	Ветерани з ПТСР	16 тижнів	60–70 % 1ПМ	3 р/тиждень	Зниження депресивності та тривожності
Gordon et al. (2020) [8]	Молодь без діагнозу	6 тижнів	65 % 1ПМ	2 р/тиждень	Зменшення субклінічної тривожності
O'Connor et al. (2010) [12]	Загальна вибірка дорослих	10 тижнів	Середня інтенсивність	3 р/тиждень	Поліпшення настрою, зниження стресу

До аналізу включали роботи з такими критеріями:

- наявність контрольної або експериментальної групи;
- опис параметрів програми (тривалість, інтенсивність, частота занять);
- кількісні показники змін психоемоційного стану.

Критерії виключення:

- дослідження з дітьми / підлітками;
- статті без статистики;
- дослідження, де силові вправи були другорядним засобом впливу.

Вибірка робіт обмежувалася періодом 2010–2023 рр.

Для систематизації даних застосовували метод якісного синтезу. Порівнювали результати досліджень за основними параметрами програм та показниками ефективності. Окремо враховували фізіологічні (рівень кортизолу, серотоніну, якість сну), психологічні (самооцінка, румінації, соціальна активність) та соціальні ефекти (групова підтримка, рівень ізоляції).

Рівень значущості результатів у включених дослідженнях здебільшого оцінювався при $p < 0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз підтвердив, що силові вправи мають багатовимірний позитивний вплив на психічне здоров'я осіб із підвищеною тривожністю та депресивністю. Виявлено три основні групи ефектів: фізіологічні, психологічні та соціальні, а також визначено ключові характеристики тренувальних програм.

1. Фізіологічний ефект.

У більшості досліджень зафіксовано зниження рівня кортизолу в учасників після 8–12 тижнів регулярних силових тренувань [3]. Також відзначено підвищення концентрації серотоніну та дофаміну, що безпосередньо пов'язано з покращенням емоційного стану [12; 13]. Регулярні силові навантаження асоціюються з покращенням якості сну, що додатково зменшує рівень тривожності [14].

2. Психологічний ефект.

Учасники програм повідомляли про зростання самооцінки та впевненості у власних силах [15]. Спостерігалось зниження схильності до румінацій і безпорадності завдяки відчуттю прогресу під час тренувань [16]. Також фіксувалося зростання мотивації до соціальної активності [17].

3. Соціальний ефект.

Групові заняття із застосуванням силових вправ сприяли формуванню атмосфери підтримки та підвищенню відчуття соціальної інтеграції [18]. Зокрема, відзначалося зменшення соціальної ізоляції, характерної для людей із депресивними станами [19].

4. Характеристики програм.

Найбільш ефективними виявилися програми тривалістю 45–60 хвилин, що проводили 2–3 рази на тиждень із навантаженням середньої інтенсивності (60–70 % від 1ПМ). Саме такий режим забезпечував стабільне зниження тривожності та депресивності [12;17].

Узагальнені ефекти силових програм на ментальне здоров'я учасників подано в Таблиці 2.

Отримані результати підтверджують дедалі вищий науковий консенсус щодо ефективності силових вправ як важливого інструмента фізичної терапії при тривожних і депресивних розладах. Наш аналіз узгоджується з даними міжнародних досліджень, які вказують на багатовимірний вплив силових тренувань — від фізіологічних змін до психологічних і соціальних ефектів [1–3; 10–13].

Фізіологічні механізми пояснюються зниженням рівня кортизолу та підвищенням концентрації серотоніну й дофаміну, що безпосередньо корелює з покращенням настрою та зниженням тривожності [12–13]. Подібні результати відзначали й інші автори, що підкреслює вираженість та сталість позитивного ефекту силових вправ на психічне здоров'я особистості [2; 5].

З психологічного боку, силові вправи сприяють формуванню позитивної самооцінки, зниженню румінацій і підвищенню почуття контролю над власним емоційним станом [15–17]. Це особливо важливо для осіб із високим рівнем депресивності, де відчуття безпорадності часто є ключовим бар'єром до одужання.

Соціальний вимір також виявився суттєвим. Групові заняття силовими вправами формують атмосферу підтримки, зменшують почуття ізоляції і стимулюють інтеграцію в соціальне середовище [18; 19]. Так, силові навантаження виконують не лише терапевтичну, а й профілактичну функцію, запобігаючи зростанню рівнів тривожності та депресивності, інших негативних симптомів у сфері психічного здоров'я.

Особливої уваги заслуговує виявлена оптимальна характеристика програм: тривалість 45–60 хвилин, частота 2–3 рази на тиждень,

ТАБЛИЦЯ 2 – Узагальнення основних ефектів силових програм

Категорія ефектів	Показники	Вплив силових вправ
Фізіологічні	Кортизол, серотонін, дофамін, сон	↓ кортизол, ↑ серотонін і дофамін, покращення сну
Психологічні	Самооцінка, румінації, мотивація	↑ самооцінка, ↓ румінації, ↑ соціальна мотивація
Соціальні	Групова підтримка, ізоляція	↑ підтримка, ↓ ізоляція
Характеристики програм	Тривалість, інтенсивність, частота	45–60 хв, 2–3 р/тиждень, 60–70 % 1ПМ

інтенсивність 60–70 % від 1ПМ [12; 17]. Цей режим є доступним для більшості пацієнтів та може бути інтегрований у практику фізичної терапії без значних ресурсних витрат.

Водночас необхідно вказати на низку обмежень. Більшість досліджень, включених у наш аналіз, мали відносно невеликі вибірки, що обмежує можливість узагальнення результатів. Крім того, різниця в методології оцінки психічного стану (HADS, BDI, шкала стресу тощо) ускладнює пряме порівняння даних. Майбутні дослідження мають бути спрямовані на стандартизацію протоколів та перевірку ефективності силових вправ на ширших і більш різноманітних вибірках.

Наш аналіз показує, що силові вправи можуть і повинні розглядатися як важливий компонент комплексної фізичної терапії при тривожності та депресивності. Вони не замінюють традиційних методів лікування (психотерапію, медикаментозну терапію), але можуть значно підсилити їх ефективність і сприяти довготривалій ремісії.

Висновки. 1. Силові вправи є ефективним засобом фізичної терапії для осіб із підвищеною тривожністю та депресивністю, забезпечуючи позитивний фізіологічний, психологічний і соціальний вплив.

2. Найбільш виражені фізіологічні ефекти пов'язані зі зниженням рівня кортизолу та підвищенням концентрації серотоніну й дофаміну, що сприяє стабілізації емоційного стану.

Література

1. Arent SM, Landers DM, Etner JL. The effects of exercise on mood in older adults: a meta-analytic review. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2000;8(4):407–430.
2. Blumenthal JA, Babyak MA, Doraiswamy PM, et al. Exercise and pharmacotherapy in the treatment of major depressive disorder. *Psychosomatic Medicine*. 2007;69(7):587–596. doi:10.1097/PSY.0b013e318148c19a
3. Cooney GM, Dwan K, Greig CA, et al. Exercise for depression. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2013;(9):CD004366. doi:10.1002/14651858.CD004366.pub6
4. Dinas PC, Koutedakis Y, Flouris AD. Effects of exercise and physical activity on depression. *Irish Journal of Medical Science*. 2011;180(2):319–325. doi:10.1007/s11845-010-0633-9
5. Dishman RK, O'Connor PJ. Lessons in exercise neurobiology: the case of endorphins. *Mental Health and Physical Activity*. 2009;2(1):4–9.

3. Психологічний ефект полягає в зростанні самооцінки, зменшенні румінацій і безпорадності, а також у формуванні стійкої мотивації до соціальної активності.

4. Групові силові програми відіграють важливу роль у зниженні соціальної ізоляції та формуванні атмосфери підтримки.

5. Оптимальними параметрами терапевтичних програм, спрямованих на зниження рівнів тривожності та депресивності є:

- тривалість 45–60 хвилин;
- частота занять 2–3 рази на тиждень;
- інтенсивність навантаження 60–70 % від 1ПМ.

6. Подальші дослідження мають бути спрямовані на перевірку ефективності стандартизованих протоколів силових вправ у великих і різноманітних вибірках.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку стандартизованих протоколів силових тренувань для різних груп пацієнтів із тривожно-депресивними розладами, а також на вивчення довгострокових ефектів таких програм. Перспективним є проведення рандомізованих контрольованих досліджень із великою вибіркою, що дасть змогу уточнити оптимальні параметри навантажень. Також потребує уваги вивчення нейропсихологічних механізмів впливу силових вправ на емоційну регуляцію.

6. Eyre HA, Papps E, Baune BT. Treating depression and depression-like behavior with physical activity: an immune perspective. *Frontiers in Psychiatry*. 2013;4:3. doi:10.3389/fpsy.2013.00003

7. Gordon BR, McDowell CP, Hallgren M, Meyer JD, Lyons M, Herring MP. Association of efficacy of resistance exercise training with depressive symptoms: meta-analysis and meta-regression of randomized clinical trials. *JAMA Psychiatry*. 2018;75(6):566–576. doi:10.1001/jamapsychiatry.2018.0572

8. Gordon BR, McDowell CP, Lyons M, Herring MP. Resistance exercise training for anxiety and worry symptoms among young adults: a randomized controlled trial. *Scientific Reports*. 2020;10:17548. doi:10.1038/s41598-020-74672-3

9. Harvey SB, Øverland S, Hatch SL, Wessely S, Mykletun A, Hotopf M. Exercise and the prevention of depression: results of the HUNT cohort study. *American Journal of Psychiatry*. 2018;175(1):28–36. doi:10.1176/appi.ajp.2017.16111223

10. Liu Y, Zhang H, Wang J, Li Y. Effects of resistance training on anxiety in adults: a systematic review and meta-analysis. *Psychiatry Research*. 2021;295:113618. doi:10.1016/j.psychres.2020.113618
11. Meeusen R, De Meirleir K. Exercise and brain neurotransmission. *Sports Medicine*. 1995;20(3):160–188.
12. O'Connor PJ, Herring MP, Carvalho A. Mental health benefits of strength training in adults. *American Journal of Lifestyle Medicine*. 2010;4(5):377–396.
13. Phillips SM, Winett RA. Uncomplicated resistance training and health-related outcomes: evidence for a public health mandate. *Current Sports Medicine Reports*. 2010;9(4):208–213.
14. Rethorst CD, Wipfli BM, Landers DM. The antidepressive effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials. *Sports Medicine*. 2009;39(6):491–511. doi:10.2165/00007256-200939060-00004
15. Schuch FB, Vancampfort D, Firth J, Rosenbaum S, Ward PB, Silva ES, et al. Physical activity and incident depression: a meta-analysis of prospective cohort studies. *American Journal of Psychiatry*. 2018;175(7):631–648. doi:10.1176/appi.ajp.2018.17111194
16. Singh NA, Clements KM, Fiatarone MA. A randomized controlled trial of the effect of progressive resistance training on depression in older adults. *American Journal of Geriatric Psychiatry*. 1997;5(4):324–332.
17. Stanton R, Reaburn P. Exercise and the treatment of depression: a review of the exercise program variables. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2014;17(2):177–182. doi:10.1016/j.jsams.2013.03.010
18. Stubbs B, Vancampfort D, Rosenbaum S, Ward PB, Richards J, Soundy A, et al. Exercise as a treatment for severe mental illness: meta-review and guidance. *European Psychiatry*. 2018;54:124–144. doi:10.1016/j.eurpsy.2018.07.004
19. Toups M, Carmody T, Greer T, et al. Exercise is an effective treatment for positive valence symptoms in major depressive disorder. *Journal of Affective Disorders*. 2017;209:188–194. doi:10.1016/j.jad.2016.11.038
20. World Health Organization. Depression and Other Common Mental Disorders: Global Health Estimates. Geneva: WHO; 2017.

ORCID 0000-0002-4250-9695, virabudzyn@ukr.net
ORCID 0000-0001-7518-3532, olena07lviv@gmail.com
ORCID 0009-0004-2639-5730, vokhaable@gmail.com

Дата першого надходження статті до видання: 17.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Ефективність тренувань інспіраторних м'язів у пацієнтів з хронічною серцевою недостатністю

УДК 616.12-039-089.8:615.825

**В. В. Вітомський, М. В. Вітомська,
Ю. Г. Малишко, В. В. Джевага,
Д. М. Решетник, В. В. Волторніст**

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. *Мета.* Дослідити ефективність тренувань інспіраторних м'язів для пацієнтів з хронічною серцевою недостатністю. *Методи.* Аналіз медичних карт, спірографія. Тренування інспіраторних м'язів використовувалися ізольовано, застосування інших методів фізичної терапії протокол не передбачав. Контрольна група не отримувала тренування інспіраторних м'язів. Пацієнти основної групи виконували тренування інспіраторних м'язів, котре складалося з п'яти підходів по 10 повторень. Тренування виконувалося двічі на день, 7 днів на тиждень, упродовж 8 тижнів. *Результати.* Початкові результати спірографії не відрізнялися у групах. Статистично значущу різницю було виявлено під час порівняння початкових і остаточних результатів пацієнтів основної групи для показників життєвої ємності легень, ємності вдиху, резервного об'єму видиху, форсованої життєвої ємності легень, об'єму форсованого видиху за першу секунду, пікової об'ємної швидкості, миттєвої об'ємної швидкості у момент видиху 75 % від ФЖЄЛ, середньої об'ємної швидкості на ділянці видиху 25–75 % форсованої життєвої ємності легень. Під час завершального вимірювання значення життєвої ємності легень, пікової об'ємної швидкості видиху та вдиху були кращими в основній групі. *Висновки.* Тренування інспіраторних м'язів призвели до покращення низки показників спірографії. Статистично кращі результати основна група мала у ряді показників після проходження програми тренувань інспіраторних м'язів.

Ключові слова: кардіореабілітація, легенева реабілітація, фізична терапія, дихальні вправи, терапевтичні вправи, навантаження, задишка, витривалість, якість життя, толерантність до фізичних навантажень.

Effectiveness of inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure

**V. V. Vitomskyi, M. V. Vitomska, Yu. G. Malyshko, V. V. Dzhevaha,
D. M. Reshetnyk, V. V. Voltornist**

National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

Abstract. *Objective.* To evaluate the effectiveness of inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure. *Methods.* Analysis of medical records, spirometry. Inspiratory muscle training was used in isolation, the protocol did not include the use of other physical therapy methods. The control group did not receive inspiratory muscle training. Patients in the main group performed inspiratory muscle training, which consisted of five sets of 10 repetitions. The training was performed twice a day, 7 days a week, for 8 weeks. *Result.* The initial results of spirometry did not differ between groups. A statistically significant difference was found when comparing the initial and final results of patients in the main group for vital capacity, inspiratory capacity, expira-

tory reserve volume, forced vital capacity, forced expiratory volume in the first second, peak volumetric flow, instantaneous volumetric flow at the moment of expiration 75 % of FVC, and average volumetric flow in the expiratory region 25-75% of forced vital capacity. At the final measurement, the values of vital capacity, peak expiratory volumetric flow and peak inspiration volumetric flow inspiration were better in the main group. *Conclusion.* Inspiratory muscle training led to improvements in a number of spirometry parameters. The main group had statistically better results in a number of parameters after completing the inspiratory muscle training program.

Keywords: cardiac rehabilitation, pulmonary rehabilitation, physical therapy, breathing exercises, therapeutic exercises, exercise, shortness of breath, endurance, quality of life, exercise tolerance.

Постановка проблеми. Одним із важливих елементів реабілітації пацієнтів із серцево-судинною патологією є фізична терапія [1; 18; 19; 20; 21]. Втручання фізичного терапевта, котрі включають освіту, терапевтичні вправи з опором, аеробні вправи, тренування інспіраторних м'язів, електростимуляцію м'язів та стратегії модифікації поведінки, можуть позитивно вплинути на функціональну здатність, силу та якість життя у пацієнтів із серцевою недостатністю, а також сприяти зменшенню кількості повторних госпіталізацій [5; 11; 13; 14; 15]. Водночас проблематика фізичної терапії у пацієнтів із хронічною серцевою недостатністю (ХСН) не є остаточно вирішеною. У наукових дослідженнях точаться багато дискусій стосовно ефективності фізичної терапії з огляду на тривалість програм, тип фізичного навантаження та його інтенсивність, тривалість занять, показник фракції викиду (ФВ) лівого шлуночка серця та безпосередньо критерії ефективності. М'язова слабкість у разі ХСН, котра часто пов'язана із задишкою, може викликати втому, зниження функціональної здатності та підвищену непереносимість фізичних навантажень [2; 7]. У цьому разі тренування інспіраторних м'язів можуть використовуватися як додаткове втручання та як ізольоване втручання для покращення переносимості фізичних навантажень [2; 6; 9]. Слід відзначити, що дослідження ефективності методик легеневої реабілітації серед пацієнтів кардіологічного профілю є популярними серед науковців, котрі досліджують ефективність фізичної терапії у кардіореабілітації [16; 17].

Зв'язок роботи з науковими планами і темами. Роботу виконано згідно з планом НДР НУФВСУ на 2021–2025 рр. з теми «Відновлення функціональних можливостей, діяльності та участі осіб різних нозологічних, професійних та вікових груп засобами фізичної терапії» (№ державної реєстрації 0121U107926).

Мета дослідження. Дослідити ефективність тренувань інспіраторних м'язів для пацієнтів із хронічною серцевою недостатністю.

Методи дослідження. Дослідження проводилося на базі центру фізичної реабілітації «Фенікс» (м. Київ, Україна) у 2023 та 2024 роках. У дослідженні взяли участь 10 пацієнтів. Від усіх учасників було отримано письмову інформовану згоду на участь у дослідженні.

Пацієнти відбиралися з урахуванням критеріїв включення та виключення. Для формування критеріїв включення та виключення було проаналізовано ряд досліджень [3; 10]. Пацієнти мали право на включення, якщо вони відповідали таким критеріям: вік > 18 років; симптоматична ХСН будь-якої етіології, спричинена систолічною дисфункцією лівого шлуночка; ФВ лівого шлуночка серця < 45 %; II–III функціональний клас за NYHA; клінічно стабільний стан, без погіршення серцевої недостатності або змін у лікуванні серцевих захворювань за попередні 3 місяці та під час дослідження; відсутність когнітивних порушень. Критерії виключення: будь-яке хронічне респіраторне захворювання в анамнезі; відсутність участі пацієнтів у програмах навчання (загального та/або респіраторного) протягом попередніх 3 місяців; наявність гострого інфаркту міокарда протягом попередніх трьох місяців; наявність складних аритмій; наявність неконтрольованої артеріальної гіпертензії; наявність стенокардії; наявність нещодавніх вірусних інфекцій (за 6 місяців до дослідження); гідроторакс; наявність ревматологічних захворювань; лікування стероїдами, гормонами або хіміотерапією раку; імплантація кардіостимулятора впродовж останніх 6 місяців.

Аналіз медичних карт проводився з метою дослідження таких показників: демографічні дані (вік і стать), довжина та маса тіла, індекс маси тіла, функціональний NYHA, наявність цукрового діабету, куріння, а також результати

ультразвукового дослідження серця, а саме ФВ лівого шлуночка серця.

Для оцінки функції зовнішнього дихання використовувався спірограф Spirodoc MIR (рис. 2.1) та програма Winspiro PRO (Італія). Індивідуальні норми розраховувалися відповідно до Knudson / European Respiratory Society. Досліджувалися такі показники: ЖЄЛ — життєва ємність легень; $E_{\text{вд}}$ — ємність вдиху; $PO_{\text{вд}}$ — резервний об'єм видиху; ДО — дихальний об'єм; ЧД — частота дихання; ХВЛ — хвилинна вентиляція легень; ФЖЄЛ — форсована життєва ємність легень; $ОФВ_1$ — об'єм форсованого видиху за першу секунду; ЧФВ — час форсованого видиху; ІТ — індекс Тіфно; ПОШ — пікова об'ємна швидкість видиху; $МОШ_{25}$ — миттєва об'ємна швидкість у момент видиху 25 % від ФЖЄЛ; $МОШ_{50}$ — миттєва об'ємна швидкість у момент видиху 50 % від ФЖЄЛ; $МОШ_{75}$ — миттєва об'ємна швидкість у момент видиху 75 % від ФЖЄЛ; $СОШ_{25-75}$ — середня об'ємна швидкість на ділянці видиху 25–75 % ФЖЄЛ; $ФЖЄЛ_{\text{вд}}$ — форсована життєва ємність легень вдиху; $ОФВ_{\text{д1}}$ — об'єм форсованого вдиху за першу секунду; $ОФВ_{\text{д1}}/ФЖЄЛ_{\text{вд}}$ — співвідношення $ОФВ_{\text{д1}}$ до $ФЖЄЛ_{\text{вд}}$; $ПОШ_{\text{вд}}$ — пікова об'ємна швидкість форсованого вдиху.

Математична обробка даних виконувалася з використанням методів варіаційної статистики. Для математичної обробки числових даних використовували прикладну програму IBM SPSS Statistics 21.

Протокол тренувань інспіраторних м'язів. Пацієнти були розподілені на дві групи. Перед рандомізацією всі пацієнти пройшли клінічне та ехокардіографічне обстеження. Основна група (ОГ) брала участь у тренуваннях інспіраторних м'язів. Тренування інспіраторних м'язів використовувалися ізольовано, застосування інших методів фізичної терапії протокол не передбачав. Контрольна група (КГ) не отримувала тренування інспіраторних м'язів.

Пацієнти ОГ виконували тренування інспіраторних м'язів, котре складалося з п'яти підходів по 10 повторень. Підходи чергувалися з 1–2 хвилинами відпочинку (ненавантаженого відновлювального дихання без тренажеру). Тренування виконувалося двічі на день, 7 днів на тиждень, упродовж 8 тижнів. Пацієнтів ОГ було проінструктовано щодо підтримування адекватного вдиху і видиху під час виконання тренувань інспіраторних м'язів із використанням

тренажеру Respironics Threshold IMT із частотою дихання 15–20 вдихів за хвилину. Пацієнти були проінструктовані щодо особливостей використання тренажеру та техніки виконання дихання через тренажер.

Тренувальне навантаження в ОГ коригували щотижня за показником тиску на вдиху, котрий дозволяв пацієнтам виконати 10 послідовних максимальних повторень. Відповідно інтенсивність тренування інспіраторних м'язів становила 100 % від їх 10 максимальних повторень. Зазначимо, що 1 раз на тиждень тренування інспіраторних м'язів проводили під наглядом фізичного терапевта. Того ж дня корегувалося навантаження відповідно до 10 послідовних максимальних повторень. Варто вказати, що згідно з даними Е. Марко [10] здорові суб'єкти виявляються здатними виконувати 10 максимальних повторень при навантаженні біля 80 % від МІТ.

Усі пацієнти добре переносили програму тренування інспіраторних м'язів: не було зафіксовано жодних скарг чи побічних ефектів під час терапії та оцінювання.

Результати дослідження та їх обговорення. У ОГ налічувалося шість чоловіків та чотири жінки. У КГ налічувалося п'ять чоловіків та п'ять жінок. Проведений статистичний аналіз не встановив значущої відмінності між групами за цим показником ($\chi^2 = 0,202$; $p = 0,653$). Основні характеристики груп наведені у таблиці 1.

У ОГ налічувалося троє пацієнтів із другим функціональним класом NYHA та сім — із третім. У КГ налічувалося четверо пацієнтів із другим функціональним класом NYHA та шість — із третім. Проведений статистичний аналіз не встановив значущої відмінності між групами за цим показником ($\chi^2 = 0,220$; $p = 0,639$). Серед пацієнтів ОГ було троє пацієнтів із цукровим діабетом другого типу. Серед пацієнтів КГ було четверо пацієнтів із цукровим діабетом другого типу. Проведений статистичний аналіз не встановив значущої відмінності між групами за цим показником ($\chi^2 = 0,220$; $p = 0,639$).

Серед пацієнтів ОГ було троє курців, п'ятеро мали стаж куріння, а двоє не курили. Серед пацієнтів КГ було п'ятеро курців, троє мали стаж куріння, а двоє не курили. Проведений статистичний аналіз не встановив значущої відмінності між групами за цим показником ($\chi^2 = 1,000$; $p = 0,607$).

Групи не відрізнялися за початковими результатами тесту життєвої ємності легень (табл. 2).

ТАБЛИЦЯ 1 – Основні характеристики груп

Показник		Групи пацієнтів		Критерій*	p
		ОГ (n = 10)	КГ (n = 10)		
Вік, роки	Me(25 %; 75 %)	67 (63; 71,5)	66 (61,5; 71,5)	0,198	0,845
	$\bar{x} \pm SD$	67,4 $\pm$ 5,56	66,9 $\pm$ 5,74		
Маса тіла, кг	Me(25 %; 75 %)	80 (74,5; 86,25)	79 (73,75; 85)	0,160	0,875
	$\bar{x} \pm SD$	78,9 $\pm$ 12,21	78,1 $\pm$ 10,1		
Довжина тіла, см	Me(25 %; 75 %)	168,5 (161,5; 176)	166,5 (159,5; 174)	0,532	0,601
	$\bar{x} \pm SD$	168,4 $\pm$ 8,41	166,4 $\pm$ 8,41		
Індекс маси тіла, кг·м ⁻²	Me(25 %; 75 %)	28,4 (24,9; 31,99)	27,74 (25,8; 31,66)	-0,231	0,820
	$\bar{x} \pm SD$	27,85 $\pm$ 4,21	28,26 $\pm$ 3,68		
Фракція викиду лівого шлуночка, %	Me(25 %; 75 %)	39,5 (37,75; 42,3)	40 (38; 42)	-0,287	0,778
	$\bar{x} \pm SD$	39,8 $\pm$ 2,7	40,1 $\pm$ 1,91		

Примітка: * – критерій Стьюдента для незалежних груп.

ТАБЛИЦЯ 2 – Початкові результати тесту життєвої ємності легень у групах пацієнтів

Показник		Групи пацієнтів		Критерій	p
		ОГ (n = 10)	КГ (n = 10)		
ЖЄЛ, % норми	Me(25 %; 75 %)	87 (81; 89)	86 (80; 88,5)	0,239*	0,814
	$\bar{x} \pm SD$	85,4 $\pm$ 8,22	84,6 $\pm$ 6,67		
Є _{вд} , % норми	Me(25 %; 75 %)	93 (79; 103,5)	92 (78,5; 100)	0,695*	0,496
	$\bar{x} \pm SD$	94,8 $\pm$ 20,08	89,8 $\pm$ 10,7		
РО _{вд} , % норми	Me(25 %; 75 %)	52 (37,5; 76,75)	61 (42; 85,75)	-0,480*	0,637
	$\bar{x} \pm SD$	59,4 $\pm$ 32,54	66 $\pm$ 28,78		
ДО, л	Me(25 %; 75 %)	0,66 (0,46; 0,84)	0,55 (0,47; 0,79)	0,408*	0,688
	$\bar{x} \pm SD$	0,67 $\pm$ 0,22	0,63 $\pm$ 0,21		
ХВЛ, л·хв. ⁻¹	Me(25 %; 75 %)	10,35 (9,97; 12,73)	10,24 (8,79; 10,98)	1,182*	0,253
	$\bar{x} \pm SD$	10,97 $\pm$ 1,57	10,12 $\pm$ 1,65		
ЧД, вд.·хв. ⁻¹	Me(25 %; 75 %)	16,7 (12,52; 21,37)	15,8 (13,43; 20,10)	0,300*	0,767
	$\bar{x} \pm SD$	17,51 $\pm$ 4,84	16,91 $\pm$ 3,98		

Примітка: * – критерій Стьюдента для незалежних груп.

Групи не відрізнялися за більшістю фінальних результатів тесту життєвої ємності легень (табл. 3), відмінність встановлена лише за завершальними значеннями ЖЄЛ. Водночас статистично значущу різницю було виявлено під час порівняння початкових і завершальних результатів ОГ для ЖЄЛ ($t = -45,316$; $p < 0,001$), Є_{вд} ($t = -30,984$; $p < 0,001$), РО_{вд} ($t = -50,408$; $p < 0,001$).

Групи не відрізнялися за початковими результатами форсованого видиху тесту форсованої життєвої ємності легень (табл. 4). Зокрема, порівняння груп пацієнтів за початковими значеннями ФЖЄЛ не встановило значущої відмінності у результатах. Показники $\bar{x} \pm SD$ для ФЖЄЛ в ОГ становили $83,4 \pm 9,75$ % норми, а у КГ – $82,3 \pm 10,58$ % норми ($t = 0,242$; $p = 0,812$).

Групи не відрізнялися за більшістю завершальних результатів форсованого видиху тесту форсованої життєвої ємності легень

(табл. 5), відмінність встановлена лише за завершальними значеннями ПОШ. Показники $\bar{x} \pm SD$ для ПОШ у ОГ становили $98,3 \pm 7,69$ % норми, а у КГ – $88 \pm 9,4$ % норми ($t = 2,681$; $p = 0,015$). Водночас статистично значущу різницю було виявлено під час порівняння початкових і завершальних результатів ОГ для ФЖЄЛ ($t = -33,468$; $p < 0,001$), ОФВ₁ ($t = -39,000$; $p < 0,001$), ПОШ ($t = -26,239$; $p < 0,001$), СОШ₂₅₋₇₅ ($t = -35,667$; $p < 0,001$), МОШ₂₅ ($Z = -2,831$; $p = 0,005$).

Групи не відрізнялися за початковими результатами форсованого видиху тесту форсованої життєвої ємності легень (табл. 6). Зокрема, порівняння груп пацієнтів за початковими значеннями ФЖЄЛ_{вд} не встановило значущої відмінності у результатах. Показники $\bar{x} \pm SD$ для ФЖЄЛ_{вд} в ОГ становили $83,6 \pm 9,56$ % норми, а у КГ – $82,9 \pm 10,27$ % норми ($t = 0,158$; $p = 0,876$).

ТАБЛИЦЯ 3 – Завершальні результати тесту життєвої ємності легень у групах пацієнтів

Показник		Групи пацієнтів		Критерій	p
		ОГ (n = 10)	КГ (n = 10)		
ЖЄЛ, % норми	Me(25 %; 75 %)	93,5 (88; 96,25)	87,5 (81,75; 89,5)	2,132*	0,047
	$\bar{x} \pm SD$	92,8 $\pm$ 8,07	85,7 $\pm$ 6,77		
Є _{вд} , % норми	Me(25 %; 75 %)	100 (87; 110,75)	93,5 (79,75; 102)	1,652*	0,116
	$\bar{x} \pm SD$	102,8 $\pm$ 19,71	91,1 $\pm$ 10,62		
PO _{вд} , % норми	Me(25 %; 75 %)	60 (44,75; 84,5)	63 (42; 87,75)	-0,022*	0,983
	$\bar{x} \pm SD$	67,1 $\pm$ 32,62	67,4 $\pm$ 29,46		
ДО, л	Me(25 %; 75 %)	0,64 (0,39; 0,81)	0,60 (0,39; 0,76)	0,229*	0,821
	$\bar{x} \pm SD$	0,65 $\pm$ 0,30	0,62 $\pm$ 0,27		
ХВЛ, л·хв. ⁻¹	Me(25 %; 75 %)	9,19 (7,27; 11,83)	8,94 (6,62; 12,94)	-0,356*	0,726
	$\bar{x} \pm SD$	9,21 $\pm$ 2,67	9,69 $\pm$ 3,29		
ЧД, вд.·хв. ⁻¹	Me(25 %; 75 %)	13,8 (11,43; 19,37)	15,3 (12,68; 19,56)	-0,456*	0,654
	$\bar{x} \pm SD$	15,51 $\pm$ 4,84	16,41 $\pm$ 3,99		

Примітка: * – критерій Стьюдента для незалежних груп.

ТАБЛИЦЯ 4 – Початкові результати форсованого видиху тесту форсованої життєвої ємності легень у групах пацієнтів

Показник		Групи пацієнтів		Критерій	p
		ОГ (n = 10)	КГ (n = 10)		
ФЖЄЛ, % норми	Me(25 %; 75 %)	82,5 (78,5; 90,25)	81,5 (77,5; 89,25)	0,242*	0,812
	$\bar{x} \pm SD$	83,4 $\pm$ 9,75	82,3 $\pm$ 10,58		
ОФВ ₁ , % норми	Me(25 %; 75 %)	83 (75; 86,25)	80,5 (76; 85,5)	0,141*	0,889
	$\bar{x} \pm SD$	82 $\pm$ 6,45	81,6 $\pm$ 6,2		
ІТ, %	Me(25 %; 75 %)	80,7 (74; 84,32)	79,6 (75; 84,33)	0,142*	0,889
	$\bar{x} \pm SD$	79,99 $\pm$ 5,28	79,63 $\pm$ 6,02		
ПОШ, % норми	Me(25 %; 75 %)	88 (81,25; 93,5)	86,5 (79; 93)	0,272*	0,789
	$\bar{x} \pm SD$	88,1 $\pm$ 8,23	87,1 $\pm$ 8,21		
СОШ ₂₅₋₇₅ , % норми	Me(25%; 75%)	83 (59,5; 95,75)	81,5 (44,5; 95,85)	0,345*	0,734
	$\bar{x} \pm SD$	77,5 $\pm$ 23,7	73,7 $\pm$ 25,52		
ЧФВ, с	Me(25 %; 75 %)	2,8 (2,29; 2,85)	2,9 (2,31; 3,28)	-0,278 [#]	0,781
	$\bar{x} \pm SD$	3,04 $\pm$ 1,32	3,17 $\pm$ 1,36		
МОШ ₂₅ , % норми	Me(25 %; 75 %)	78,5 (71,75; 83,25)	77 (75; 82,5)	-0,114 [#]	0,909
	$\bar{x} \pm SD$	75,5 $\pm$ 18,13	76,2 $\pm$ 17,32		
МОШ ₅₀ , % норми	Me(25 %; 75 %)	79 (78,25; 87,75)	82,5 (71; 86,75)	-0,077 [#]	0,939
	$\bar{x} \pm SD$	82,8 $\pm$ 8,16	80 $\pm$ 13,22		
МОШ ₇₅ , % норми	Me(25%; 75 %)	81 (52,5; 95)	80 (53; 96)	-0,182*	0,858
	$\bar{x} \pm SD$	74,4 $\pm$ 20,97	76,1 $\pm$ 20,84		

Примітка: [#] – критерій Манна-Уїтні; * – критерій Стьюдента для незалежних груп.

ТАБЛИЦЯ 5 – Завершальні результати форсованого видиху тесту форсованої життєвої ємності легень у групах пацієнтів

Показник		Групи пацієнтів		Критерій	p
		ОГ (n = 10)	КГ (n = 10)		
ФЖЄЛ, % норми	Me(25 %; 75 %)	89,5 (85,5; 98,25)	84 (78,75; 91)	1,653*	0,116
	$\bar{x} \pm SD$	90,8 $\pm$ 9,77	83,2 $\pm$ 10,77		
ОФВ ₁ , % норми	Me(25 %; 75 %)	88 (80,75; 91,25)	81,5 (77,75; 86,5)	1,570*	0,134
	$\bar{x} \pm SD$	87,2 $\pm$ 6,53	82,8 $\pm$ 6		
ІТ, %	Me(25 %; 75 %)	80,7 (75; 85,33)	80,7 (75; 85,33)	0,220*	0,828
	$\bar{x} \pm SD$	80,49 $\pm$ 5,17	79,93 $\pm$ 6,16		
ПОШ, % норми	Me(25 %; 75 %)	98 (92; 104,25)	88,5 (80; 95,5)	2,681*	0,015
	$\bar{x} \pm SD$	98,3 $\pm$ 7,69	88 $\pm$ 9,4		
СОШ ₂₅₋₇₅ , % норми	Me(25 %; 75 %)	93 (70,75; 106,5)	84,5 (47; 93,25)	1,203*	0,245
	$\bar{x} \pm SD$	88,2 $\pm$ 23,45	75 $\pm$ 25,59		

Продовження таблиці 5

ЧФВ, с	Me(25 %; 75 %)	2,9 (2,39; 3,05)	2,95 (2,39; 3,40)	-0,384 [#]	0,701
	$\bar{x} \pm SD$	3,18 $\pm$ 1,34	3,3 $\pm$ 1,36		
МОШ ₂₅ , % норми	Me(25 %; 75 %)	86,5 (81; 92,5)	78,5 (77; 83)	-1,703 [#]	0,089
	$\bar{x} \pm SD$	84,2 $\pm$ 17,74	77,3 $\pm$ 18,32		
МОШ ₅₀ , % норми	Me(25 %; 75 %)	81,5 (80,5; 88)	83,5 (73; 88,5)	-,114 [#]	0,909
	$\bar{x} \pm SD$	84,8 $\pm$ 7,79	81,5 $\pm$ 12,9		
МОШ ₇₅ , % норми	Me(25 %; 75 %)	79 (54,25; 93,5)	80 (51,25; 96,25)	-0,139 [*]	0,891
	$\bar{x} \pm SD$	75,1 $\pm$ 20,24	76,4 $\pm$ 21,53		

Примітка: # – критерій Манна–Уїтні; * – критерій Стюдента для незалежних груп.

ТАБЛИЦЯ 6 – Початкові результати форсованого вдиху тесту форсованої життєвої ємності легень у групах пацієнтів

Показник		Групи пацієнтів		Критерій	p
		ОГ (n = 10)	КГ (n = 10)		
ФЖЄЛ _{вд} , % норми	Me(25 %; 75 %)	82,5 (79; 90,25)	83 (79,75; 89,25)	0,158 [*]	0,876
	$\bar{x} \pm SD$	83,6 $\pm$ 9,56	82,9 $\pm$ 10,27		
ОФВд ₁ , % норми	Me(25 %; 75 %)	83 (75; 86,25)	80,5 (76; 85,5)	0,141 [*]	0,889
	$\bar{x} \pm SD$	82 $\pm$ 6,45	81,6 $\pm$ 6,2		
ОФВд ₁ /ФЖЄЛ _{вд} , %	Me(25 %; 75 %)	103 (100,28; 104)	102,15 (98,85; 103,78)	-0,611 [#]	0,541
	$\bar{x} \pm SD$	101,36 $\pm$ 4,07	100,74 $\pm$ 3,96		
ПОШ _{вд} , % норми	Me(25 %; 75 %)	63 (60,25; 70)	61 (54,5; 67,75)	0,722 [*]	0,480
	$\bar{x} \pm SD$	63,8 $\pm$ 9,62	60 $\pm$ 13,59		

Примітка: # – критерій Манна–Уїтні; * – критерій Стюдента для незалежних груп.

Групи не відрізнялися за більшістю завершальних результатів форсованого вдиху тесту форсованої життєвої ємності легень (табл. 7), відмінність встановлена лише за завершальними значеннями ПОШ_{вд}. Показники $\bar{x} \pm SD$ для ПОШ_{вд} у ОГ становили 76,5 $\pm$ 9,94 % норми, а у КГ – 61,6 $\pm$ 13,72 % норми ($t = 2,781$; $p = 0,012$). Водночас статистично значущу різницю було виявлено під час порівняння початкових і завершальних результатів ОГ для ФЖЄЛ_{вд} ($t = -32,873$; $p < 0,001$), ОФВд₁ ($t = -39,000$; $p < 0,001$), ПОШ_{вд} ($t = -22,729$; $p < 0,001$).

Дискусія. Початкові результати спірографії не відрізнялися у групах. Зокрема, початкові значення $\bar{x} \pm SD$ показника для ЖЄЛ у ОГ становили 85,4 $\pm$ 8,22 % норми, а у КГ – 84,6 $\pm$ 6,67 % норми. Початкові показники $\bar{x} \pm SD$ для ПОШ у ОГ становили 88,1 $\pm$ 8,23 % норми, а у КГ – 87,1 $\pm$ 8,21 % норми. Аналіз завершальних результатів виявив декілька відмінностей між групами на користь ОГ, а також покращення ряду показників серед пацієнтів ОГ. Так відмінності на користь ОГ були встановлено за показниками ЖЄЛ, ПОШ та ПОШ_{вд}. Зокрема, завершальні показники $\bar{x} \pm SD$ для ЖЄЛ у ОГ були кращими і становили

92,8 $\pm$ 8,07 % норми, а у КГ – 85,7 $\pm$ 6,77 % норми. Завершальні показники $\bar{x} \pm SD$ для ПОШ також були кращими у ОГ і становили 98,3 $\pm$ 7,69 % норми, а у КГ – 88 $\pm$ 9,4 % норми. Встановлені відмінності засвідчили користь від тренувань інспіраторних м'язів. Результати інших досліджень також вказують на позитивний вплив інспіраторних м'язових тренувань на пацієнтів із ХСН.

Систематичний огляд та метааналіз, котрий був проведений дослідниками на чолі із Sadek Z [12], встановив, що типові протоколи тренувань інспіраторних м'язів передбачали тренування три, шість або сім разів на тиждень з інтенсивністю від 30 % до 60 % і тривалістю програми від 6 до 12 тижнів. Відповідно до результатів цього дослідження, значення максимального інспіраторного тиску (MIT), дистанція ходьби та задишка покращувалися в усіх проаналізованих дослідженнях, а найбільше у тих, де навантаження становило 60 % MIT, тренування виконувалися 6 разів на тиждень упродовж 12 тижнів. Водночас було зазначено, що невелика кількість досліджень і різномірність досліджень можуть обмежувати отримані результати.

ТАБЛИЦЯ 7 – Завершальні результати форсованого вдиху тесту форсованої життєвої ємності легень у групах пацієнтів

Показник		Групи пацієнтів		Критерій	p
		ОГ (n = 10)	КГ (n = 10)		
ФЖЄЛ _{вд} , % норми	Me(25 %; 75 %)	90,5 (87,25; 99,25)	83,5 (79,75; 89,5)	1,916*	0,071
	$\bar{x} \pm SD$	91,8 $\pm$ 9,87	83,2 $\pm$ 10,2		
ОФВ _д , % норми	Me(25 %; 75 %)	88 (80,75; 91,25)	81,5 (77,75; 86,5)	1,570*	0,134
	$\bar{x} \pm SD$	87,2 $\pm$ 6,53	82,8 $\pm$ 6		
ОФВ _д /ФЖЄЛ _{вд} , %	Me(25 %; 75 %)	103,6 (100,28; 104,78)	102,15 (99,6; 104)	-1,101#	0,271
	$\bar{x} \pm SD$	101,86 $\pm$ 4,39	101,04 $\pm$ 4,03		
ПОШ _{вд} , % норми	Me(25 %; 75 %)	76,5 (72,5; 80,5)	64 (56,25; 68)	2,781*	0,012
	$\bar{x} \pm SD$	76,5 $\pm$ 9,94	61,6 $\pm$ 13,72		

Примітка: # – критерій Манна-Уїтні; * – критерій Стюдента для незалежних груп.

Ізольоване використання тренувань інспіраторних м'язів досліджувалося у ряді досліджень. У одному з досліджень [3] встановлено значне покращення функціональної здатності і рівноваги, сили дихальних і периферичних м'язів, ОФВ₁, ФЖЄЛ, ПОШ, задишки та депресії серед пацієнтів із ХСН. Р. Dall'Ago та співавтори [4] також вивчали ефективність тренувань інспіраторних м'язів і встановили збільшення МІТ, пікового поглинання кисню і дистанції шестихвилинного тесту ходьби. Водночас Р. Н. Johnson та співавтори [8] зробили висновок про те, що домашня програма тренувань інспіраторних м'язів із використанням порогового навантаження 30 % МІТ не призвела до значного покращення толерантності до фізичних навантажень та якості життя пацієнтів із ХСН, незважаючи на збільшення сили інспіраторних м'язів. Ефективність і безпека 4-тижневого високоінтенсивного тренування інспіраторних м'язів вивчалася у роботі Е. Marco та співавторів [10]. Відповідно до результатів пацієнти групи високоінтенсивних тренувань

продемонстрували значне покращення сили і витривалості порівняно з контрольною групою.

Таким чином, отримані дані підтверджують та доповнюють результати попередніх досліджень.

Висновки. Тренування інспіраторних м'язів призвели до покращення ряду показників спірографії у пацієнтів із ХСН. Статистично значущу різницю було виявлено під час порівняння початкових і завершальних результатів ОГ для показників ЖЄЛ, $\epsilon_{вд}$, $PO_{вид}$, ФЖЄЛ, ОФВ₁, ПОШ, $CO_{ш\ 25-75}$, $МОШ_{25}$. Статистично кращі результати ОГ мала у ряді показників після проходження програми тренувань інспіраторних м'язів. Під час завершального вимірювання значення ЖЄЛ, ПОШ та $ПОШ_{вд}$ були кращими в ОГ.

Перспективи подальших розвідок полягають у дослідженні ефективності впливу тренувань інспіраторних м'язів на якість життя пацієнтів з ХСН.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Література

- Вітомський ВВ, Вітомська МВ, Малишко ЮГ, Джевага ВВ, Решетник ДМ. Тренування інспіраторних м'язів у пацієнтів із хронічною серцевою недостатністю [Training of the inspiratory muscles in patients with chronic heart failure]. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2025;1:60–66. DOI: 10.32782/spmed.2025.1.9.
- Azambuja ACM, de Oliveira LZ, Sbruzzi G. Inspiratory Muscle Training in Patients With Heart Failure: What Is New? Systematic Review and Meta-Analysis. Phys Ther. 2020 Dec 7;100(12):2099–2109. DOI: 10.1093/ptj/pzaa171.
- Bosnak-Guclu M, Arian H, Savci S, Inal-Ince D, Tulumen E, Aytemir K, Tokgözoğlu L. Effects of inspiratory muscle training in patients with heart failure. Respir Med. 2011 Nov;105(11):1671–81. DOI: 10.1016/j.rmed.2011.05.001.
- Dall'Ago P, Chiappa GR, Guths H, Stein R, Ribeiro JP. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial. J Am Coll Cardiol. 2006 Feb 21;47(4):757–63. DOI: 10.1016/j.jacc.2005.09.052.
- Fisher S, Smart NA, Pearson MJ. Resistance training in heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. Heart Fail Rev. 2022 Sep; 27(5): 1665–1682. DOI: 10.1007/s10741-021-10169-8.
- Hosseini Pour AH, Gholami M, Saki M, Birjandi M. The effect of inspiratory muscle training on fatigue and dyspnea in patients with heart failure: A randomized, controlled trial. Jpn J Nurs Sci. 2020 Apr;17(2):e12290. DOI: 10.1111/jjns.12290.
- Jaenisch RB, Bertagnoli M, Borghi-Silva A, Arena R, Lago PD. Respiratory muscle training improves diaphragm citrate synthase activity and hemodynamic function in rats with heart failure. Braz J Cardiovasc Surg. 2017;32:104–110.
- Johnson PH, Cowley AJ, Kinnear WJ. A randomized controlled trial of inspiratory muscle training in stable chronic heart failure. Eur Heart J. 1998 Aug;19(8):1249–53. DOI: 10.1053/euhj.1998.1024.
- Lin SJ, McElfresh J, Hall B, Bloom R, Farrell K. Inspiratory muscle training in patients with heart failure: a systematic review. Cardiopulm Phys Ther J. 2012;23:29–36.

10. Marco E, Ramírez-Sarmiento AL, Coloma A, Sartor M, Comin-Colet J, Vila J, Enjuanes C, Bruguera J, Escalada F, Gea J, Orozco-Levi M. High-intensity vs. sham inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure: a prospective randomized trial. *Eur J Heart Fail*. 2013 Aug;15(8):892–901. DOI: 10.1093/eurjhf/hft035.
 11. Prabhu S, Nayak K, Kadiyali A, Devasia T, Varadaraju R, Moodukudru M. Physical and psychological impact of yoga therapy in improving heart failure. *Trop Doct*. 2023 Oct;53(4):455–459. DOI: 10.1177/00494755231180633.
 12. Sadek Z, Salami A, Joumaa WH, Awada C, Ahmaidi S, Ramadan W. Best mode of inspiratory muscle training in heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol*. 2018;25:1691–1701.
 13. Shoemaker MJ, Dias KJ, Lefebvre KM, Heick JD, Collins SM. Physical Therapist Clinical Practice Guideline for the Management of Individuals With Heart Failure. *Phys Ther*. 2020 Jan 23;100(1):14–43. DOI: 10.1093/ptj/pzz127.
 14. Taylor JL, Myers J, Bonikowske AR. Practical guidelines for exercise prescription in patients with chronic heart failure. *Heart Fail Rev*. 2023 Nov; 28(6):1285–1296. DOI: 10.1007/s10741-023-10310-9.
 15. Vacca A, Wang R, Nambiar N, Capone F, Farrelly C, Mostafa A, Sechi LA, Schiattarella GG. Lifestyle interventions in cardiometabolic HFpEF: dietary and exercise modalities. *Heart Fail Rev*. 2024; Sep 16. DOI: 10.1007/s10741-024-10439-1.
 16. Vitomskyi V, Al-Hawamdeh K, Vitomska M, Lazareva O, Haidai O. The effect of incentive spirometry on pulmonary function recovery and satisfaction with physical therapy of cardiac surgery patients. *Adv Rehab*. 2021;35(1):9–16. DOI: 10.5114/areh.2020.102020.
 17. Vitomskyi V, Balazh M, Vitomska M, Lazareva O, Sokolowski D, Muszkiet R, Napierała M, Hagner-Derengowska M, Zukow W. Effect of incentive spirometry and inspiratory muscle training on the formation of the therapeutic alliance between physical therapists and cardiac surgery patients. *J Phys Educ Sport*. 2021;21(4):1929–34. DOI: 10.7752/jpes.2021.04245.
 18. Vitomskyi V, Balazh M, Vitomska M, Martseniuk I, Lazareva O. Assessment of the relationship between therapeutic alliance and pulmonary function recovery in cardiac surgery patients undergoing physical therapy. *Sport mont*. 2021;19(S2):165–9. DOI: 10.26773/smj.210928.
 19. Vitomskyi V. Critical review of the justification of limitations in physical therapy and activities of daily living in cardiac surgery patients. *Physiother Quart*. 2022;30(2):51–8. DOI: 10.5114/pq.2021.108676.
 20. Vitomskyi V. The impact of mobilization and other factors on pleural effusion in patients undergoing cardiac surgical procedures. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020;20 (Supplement issue 3):2167–2173. DOI: 10.7752/jpes.2020.s3291.
 21. Vitomskyi VV, Klavina A, Mruga MR, Molik B, Gavreliuk SV, Reklaitiene D, Lazareva OB, Kovelska AV, Vitomska MV, Morgulec-Adamowicz N, Kwok Ng, Pozeriene J, Campa M. Physical therapy graduate students' and examiners' perception of objective structured clinical examination: a feedback for process improvement. *Health, Sport, Rehabilitation*. 2022;8(2):63–77. DOI: 10.34142/HSR.2022.08.02.06.
- ORCID 0000-0002-4582-6004, vitomskiyvova@gmail.com
 ORCID 0000-0002-5163-3954, marinavitomskaya@gmail.com
 ORCID 0009-0008-2016-0331, ylia.dylbo@gmail.com
 ORCID 0000-0002-8114-0085, dzhe.vv@gmail.com
 ORCID 0009-0003-4235-7243, vitomskiyvova@gmail.com
 ORCID 0000-0001-8590-2457, voltornist.vivo@gmail.com
- Дата першого надходження статті до видання: 19.01.2026
 Дата прийняття статті до друку після рецензування: 13.02.2026
 Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Кардіореабілітація учасників бойових дій у санаторно-реабілітаційних закладах України

УДК 616.03

В. І. Горошко

Національний університет водного господарства та природокористування,
Рівне, Україна

Резюме. *Мета.* Обґрунтувати та розробити аналітичну модель кардіореабілітації учасників бойових дій у санаторно-реабілітаційних закладах України з урахуванням клінічного профілю, функціональних порушень за МКФ та регіональних ресурсних можливостей. *Методи.* Дослідження виконано як аналітико-оглядове з елементами порівняльного аналізу. Проведено систематизований пошук і якісний синтез даних міжнародних наукових баз (PubMed, Scopus, Web of Science) та офіційних українських джерел. Дані узагальнювали із застосуванням описових і порівняльних статистичних методів. Частотні показники поширеності серцево-судинних, психотравматичних, метаболічних і респіраторних порушень аналізували у відсотках та діапазонах з урахуванням гетерогенності досліджень. Функціональні порушення структурували відповідно до доменів МКФ (b та d). На основі узагальнених даних розроблено аналітичну модель регіональної стратифікації кардіореабілітації з прив'язкою до ресурсних можливостей санаторно-реабілітаційних закладів Полтавської та Рівненської областей. *Результати.* Установлено, що учасники бойових дій характеризуються гетерогенним функціональним профілем із поєднанням порушень функцій серця (b410), толерантності до фізичного навантаження (b455), емоційних (b152), метаболічних (b540) та респіраторних функцій (b440), що супроводжується обмеженнями активності й участі (d450, d455, d240, d570). Запропонована модель дає змогу диференціювати маршрути кардіореабілітації залежно від домінантних порушень: післягострі та субгострі програми доцільно реалізовувати в санаторно-реабілітаційних закладах Полтавської області, тоді як довготривалі підтримувальні програми для пацієнтів із мультикоморбідністю – у закладах Рівненської області. *Висновки.* Функціонально орієнтована модель кардіореабілітації з використанням МКФ забезпечує обґрунтований вибір етапу, інтенсивності та середовища реабілітації для учасників бойових дій. Регіональна стратифікація санаторно-реабілітаційних закладів створює умови для індивідуалізованого планування довготривалої кардіореабілітації та може бути використана для оптимізації реабілітаційної допомоги в Україні.

Ключові слова: кардіореабілітація, учасники бойових дій, санаторно-реабілітаційні заклади, Міжнародна класифікація функціонування (МКФ), післягострий та довготривалий етап, регіональна стратифікація, серцево-судинні захворювання, фізична терапія.

Cardiac rehabilitation of combat veterans in sanatorium-rehabilitation facilities of Ukraine

V. I. Horoshko

National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine

Abstract. *Objective.* To substantiate a function-oriented model of cardiac rehabilitation for combat veterans in sanatorium-rehabilitation facilities of Ukraine at the post-acute

and long-term stages through regional stratification of patients, considering clinical profiles and functioning impairments according to the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). *Methods.* The study was conducted as an analytical narrative review with elements of comparative analysis. A systematic search and qualitative synthesis of data from international scientific databases (PubMed, Scopus, Web of Science) and official Ukrainian sources were performed. Data were summarized using descriptive and comparative statistical methods. The prevalence of cardiovascular, psychotraumatic, metabolic, and respiratory disorders was analyzed as percentages and ranges, considering the heterogeneity of study designs and sample sizes. Functional impairments were structured according to ICF domains (b and d). Based on the synthesized evidence, an analytical model of regional stratification of cardiac rehabilitation was developed, linked to the resource capacities of sanatorium-rehabilitation facilities in the Poltava and Rivne regions. *Results.* Combat veterans were found to exhibit a heterogeneous functional profile characterized by combined impairments of cardiac functions (b410), exercise tolerance (b455), emotional functions (b152), metabolic functions (b540), and respiratory functions (b440), accompanied by limitations in activity and participation (d450, d455, d240, d570). The proposed model enables differentiation of cardiac rehabilitation pathways according to dominant functional impairments: post-acute and subacute rehabilitation programs are most appropriate in sanatorium-rehabilitation facilities of the Poltava region, whereas long-term supportive programs for patients with multimorbidity are better implemented in facilities of the Rivne region. *Conclusions.* A function-oriented cardiac rehabilitation model based on the ICF provides a substantiated framework for selecting the stage, intensity, and rehabilitation environment for combat veterans. Regional stratification of sanatorium-rehabilitation facilities creates conditions for individualized planning of long-term cardiac rehabilitation and may be used to optimize rehabilitation care in Ukraine.

Keywords: cardiac rehabilitation, combat veterans, sanatorium-rehabilitation facilities, International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF), post-acute and long-term stages, regional stratification, cardiovascular diseases, physical therapy.

Постановка проблеми. Військова агресія проти України значно збільшила кількість ветеранів, які потребують тривалої медичної та реабілітаційної допомоги. Ветерани, які брали участь у бойових діях, мають підвищений ризик розвитку серцево-судинних захворювань через комбінований вплив хронічного стресу, посттравматичних реакцій, дисрегуляції вегетативної нервової системи, змін способу життя та супутніх метаболічних і психічних / емоційних розладів. У цьому контексті кардіологічна реабілітація є особливо важливою як ключовий компонент комплексного відновлення здоров'я та функціональної спроможності для цієї категорії пацієнтів.

Сучасна кардіологічна реабілітація вважається багатокомпонентним процесом, що містить фізичну терапію, управління факторами серцево-судинного ризику, психосоціальну підтримку, освітні втручання та розвиток навичок саморегуляції. Для ветеранів бойових дій ці підходи необхідно адаптувати з урахуванням специфічних особливостей бойового досвіду, високої частоти супутніх захворювань і необхідності комбінованої медичної та реабілітаційної допомоги в спеціалізованих закладах.

В Україні спеціалізовані санаторно-реабілітаційні центри відіграють важливу роль у впровадженні програм кардіологічної реабілітації. Ці центри працюють у межах системи охорони здоров'я та підтримують поступове відновлення пацієнтів після гострих та хронічних серцево-судинних подій. Такі заклади поєднують медичний нагляд, фізичну терапію, міждисциплінарну співпрацю і використання нефармакологічних компонентів реабілітації, що дає змогу створювати індивідуальні реабілітаційні програми, адаптовані до кожного учасника бойових дій. Водночас регіональні відмінності в забезпеченні ресурсами, організації реабілітаційного процесу та практиці фізичної терапії можуть суттєво впливати на доступність та якість кардіологічної реабілітаційної допомоги. Аналіз й узагальнення досвіду спеціалізованих реабілітаційних закладів у різних регіонах України має вагомe значення для вдосконалення підходів до кардіологічної реабілітації учасників бойових дій та побудови ефективної моделі відновлення, яка відповідає сучасним викликам воєнного часу.

Попередній аналіз наукових публікацій, міжнародних баз даних та офіційних українських

порталів показав, що учасники бойових дій становлять унікальну клінічну групу з високим ризиком розвитку довгострокових фізичних та кардіометаболічних захворювань. Сучасні бойові дії характеризуються високою частотою мінно-вибухових травм, політравм та ампутацій, які не лише спричиняють значні функціональні порушення, а й призводять до тривалого зниження фізичної активності (далі – ФА), змін способу життя та хронічних стресових розладів. У довгостроковій перспективі ці травми пов'язані з розвитком вторинних ускладнень, включно із серцево-судинними захворюваннями.

Посттравматичний стресовий розлад є значним фактором довгострокових ризиків для здоров'я ветеранів. Дані українських та міжнародних досліджень показують високу поширеність симптомів посттравматичного стресового розладу (далі – ПТСР) серед ветеранів бойових дій. Рівень поширеності варіюється залежно від вибірки, часу тестування та інструменту оцінки, але в деяких групах може перевищувати 40–50 %, на базі первинної ланки охорони здоров'я імовірний ПТСР в окремих групах пацієнтів, що зверталися по допомогу, досягав 56,67 % за PCL-5 [13; 14; 17]. Активізація механізмів стресу, дисрегуляції вегетативної нервової системи, зміненими нейроендокринними реакціями та підвищеним рівнем запалення провокують розвиток серцево-судинних патологій [2; 4].

Міжнародні дослідження, особливо серед ветеранів зі Сполучених Штатів та Ізраїлю, переконливо продемонстрували зв'язок між ПТСР та підвищеним ризиком серцево-судинних захворювань [21]. Масштабні когортні дослідження показали, що наявність ПТСР пов'язана зі статистично значущим збільшенням ішемічної хвороби серця, інфаркту міокарда, інсульту та смертності від серцево-судинних захворювань (далі – ССЗ) з усіх причин. Ізраїльські вчені, аналізуючи довгострокові наслідки бойового досвіду у ветеранів Армії оборони Ізраїлю, наголосили, що ПТСР слід уважати незалежним фактором поганого прогнозу ССЗ й що комплексні психосоціальні та фізичні реабілітаційні заходи необхідні протягом багатьох років після звільнення з дійсної служби [1; 15; 21].

Міжнародні дані підтверджують зв'язок ПТСР із кардіометаболічною патологією та серцево-судинними подіями, що обґрунтовує

розгляд учасників бойових дій як групи високого довготривалого ризику [3]. К. С. Коенен et al. узагальнюють докази того, що ПТСР асоціюється з підвищеним ризиком ССЗ і цукрового діабету другого типу, а цей ризик часто недооцінюють у «традиційній» кардіологічній стратифікації [12]. У великій когорті ветеранів (дані США) ПТСР був пов'язаний зі статистично значущим підвищенням ризику інцидентних серцево-судинних подій; зокрема, у дослідженні ветеранів зрілого віку показано підвищення ризику інфаркту міокарда й цереброваскулярних захворювань приблизно на 45–49 % порівняно з ветеранами без ПТСР. Дані досліджень військових операцій в Афганістані [15] та Іраку [6] вказують на підвищену поширеність метаболічного синдрому, інсулінорезистентності, абдомінального ожиріння та дисліпідемії, особливо в поєднанні з ПТСР та зниженою ФА. Ці зміни вважають ознаками прискореного біологічного старіння та призводять до більш раннього початку ССЗ порівняно із загальною популяцією [11; 15].

Так, поєднання та психологічної травми, метаболічних розладів створює стабільний профіль підвищеного ризику ССЗ у ветеранів, який зберігається протягом усього процесу реабілітації. Це обґрунтовує необхідність переходу від короткострокових реабілітаційних інтервенцій до довгострокової моделі кардіологічної реабілітації, яка містить фізичну терапію з прогресивно контрольованими навантаженнями, моніторинг серцево-судинного та метаболічного статусу, а також інтеграцію психологічної та емоційної підтримки. У цьому контексті санаторно-реабілітаційні заклади вважаються важливими елементами безперервної допомоги учасникам бойових дій з високим ризиком ССЗ.

Мета дослідження — розробити та обґрунтувати аналітичну модель кардіореабілітації учасників бойових дій у санаторно-реабілітаційних закладах України з урахуванням клінічного профілю, функціональних порушень за МКФ та регіональних ресурсних можливостей.

Матеріали і методи. Це дослідження проведено як наративне, засноване на доказах дослідження з елементом порівняльного аналізу, з метою узагальнення міжнародних та національних даних щодо довгострокового ризику серцево-судинних захворювань у комбатантів та демонстрації регіонально специфічних підходів до кардіологічної реабілітації

в спеціалізованих санаторіях та реабілітаційних закладах України.

Ідентифікацію та добір джерел здійснювали відповідно до принципів PRISMA для оглядових досліджень. Пошук літератури в міжнародних базах даних PubMed/MEDLINE, Scopus та Web of Science дав змогу ідентифікувати загалом 312 публікацій, з яких 148 отримано з PubMed, 104 зі Scopus та 60 з Web of Science. Після видалення дублікатів шляхом автоматизованої перевірки та ручного контролю виключено 87 записів, унаслідок чого до подальшого аналізу внесено 225 унікальних публікацій.

На етапі скринінгу назв і анотацій виключено 143 публікації з чітко визначених причин. Зокрема, 58 публікацій стосувалися виключно гострої фази лікування без аналізу віддалених наслідків; 41 дослідження не містило вибірки учасників бойових дій або ветеранів; 27 публікацій не мали кількісних даних щодо серцево-судинних, психотравматичних або метаболічних показників; 17 робіт представлені у форматі поодиноких клінічних випадків, експертних думок або оглядових матеріалів без аналітичної частини. Після цього до повнотекстового аналізу відібрано 82 публікації. Під час повнотекстової оцінки додатково виключено 36 публікацій. Причинами виключення на цьому етапі стали: відсутність чіткого опису методів або структури вибірки ($n = 14$), тривалість спостереження менш ніж 6 місяців після бойової травми або завершення служби ($n = 11$), а також неможливість виокремити дані щодо серцево-судинного або кардіометаболічного ризику окремо від інших клінічних результатів ($n = 11$). У підсумку до фінального якісного синтезу вміщено 46 наукових публікацій.

Окрім цього, з метою відображення національного та організаційного контексту додатково проаналізовано 9 офіційних українських джерел та 7 міжнародних аналітичних звітів, які не вносили до основного PRISMA-потoku наукових публікацій, але використовували для інтерпретації результатів і побудови регіонально диференційованої моделі довготривалої кардіореабілітації.

Дані оброблено та узагальнено за допомогою описових та порівняльних статистичних методів, прийнятих для аналітичних й оглядових досліджень. На основі узагальнених статистичних даних розроблено аналітичну модель з регіональною стратифікацією, яка дала змогу

корелювати клінічний профіль ветеранів (тип бойової травми, наявність ПТСР, метаболічних та респіраторних захворювань) з оптимальним етапом та умовами кардіологічної реабілітації в спеціалізованих санаторіях та реабілітаційних центрах Полтавської та Рівненської областей. Дослідження базувалося виключно на аналізі опублікованих і загальнодоступних джерел, тому схвалення етичної комісії та інформована згода не вимагалися.

Результати дослідження. На основі попереднього огляду літератури визначено, що характеристики сучасних бойових травм створюють довгострокові кардіометаболічні ризики та вимагають тривалої кардіологічної реабілітації в спеціалізованих реабілітаційних закладах [3].

По-перше, бойові ураження в Україні часто пов'язані з мінно-вибуховими травмами, що мають серйозні наслідки та ускладнюють повернення до ФА. За оцінками Reuters, з початку повномасштабного вторгнення приблизно від 20 000 до 50 000 бійців ЗСУ втратили кінцівки внаслідок вибухів на мінах, артилерії та атак безпілотників. У клінічних зразках поранених бійців є додатковим фактором, що сприяє хронізації функціональної інвалідності. J.P. DeBlois et al. відмітили у своєму дослідженні, що біль став хронічним у 83,3 % випадків серед ветеранів після травм від вибухів наземних мін [8; 14].

По-друге, травматичний компонент є значним та клінічно релевантним для довгострокових наслідків ССЗ. Дослідження первинної медичної допомоги, проведене N. P. Masik et al. (2025) виявили, що рівень підозри на ПТСР серед військовослужбовців становив 53,33 % за шкалою скринінгу та 40,0 % за шкалою PCL-5, що демонструє високе навантаження симптомів навіть у неспеціалізованих психіатричних вибірках [17]. Важливо, що зв'язок між ПТСР та серцево-судинними подіями підтверджено у великих міжнародних дослідженнях. У проспективному дослідженні ветеранів Boscarino J. A. (2008) продемонстровано зв'язок між ПТСР та підвищеним ризиком раннього початку ССЗ після звільнення [5]. Нещодавні систематичні огляди та метааналізи послідовно демонстрували статистично значуще підвищений ризик ССЗ при ПТСР [9]. Крім того, Американська асоціація серця (Circulation: Cardiovascular Outcomes, 2024) показала, що підвищені бали за шкалою PCL пов'язані

з підвищеним ризиком серцевої недостатності (зокрема, кожні 10 пунктів у контрольному списку симптомів пов'язані з приблизно 30 % збільшенням ризику) [7; 16].

По-третє, кардіометаболічний профіль ветеранів з ПТСР є важливою ланкою з «передчасним старінням». У вибірці ветеранів з ПТСР B. W. Palmer et al. (2021) задокументували значно вищу поширеність метаболічного синдрому (41,7 % проти 26,0 %) порівняно з даними популяції NHANES [19]. Чіткий «кардіометаболічний кластер» симптомів ПТСР простежено в досвіді ветеранів війни в Афганістані. E. Ossadchaya et al (2025) продемонстрували, що частота гіпертензії 3 ступеня становила 45,2 % (проти 21,3 % у контрольній групі), ішемічної хвороби серця – 45,5 % (проти 13,4 % у контрольній групі), а діабету 2 типу – 20,3 % (проти 6,1 % у контрольній групі) у ветеранів із симптомами ПТСР [18]. Водночас накопичені дані свідчать про те, що ПТСР пов'язаний з біомаркерами прискореного біологічного старіння. K. J. Bourassa et al. (2024) продемонстрували прискорений темп біологічного старіння у ветеранів з ПТСР у когорті

з 2 309 ветеранів [6]. Kim et al. (2017) також продемонстрували зв'язок між ПТСР та вкороченням теломер, маркером клітинного старіння, у ветеранів бойових дій [6; 13].

У сукупності ці висновки підтверджують доцільність розгляду ветеранів бойових дій як групи з довгостроковим серцево-судинним ризиком. Поєднання наслідків бойової травми, високої частоти ПТСР та метаболічних порушень формує основу для інтегрованої довгострокової програми кардіологічної реабілітації з регулярним моніторингом кардіометаболічних параметрів та психосоціальною підтримкою [10; 12; 20; 21] та застосування регіонального контенту.

Стратифікація клінічних профілів за доменами Міжнародної класифікації функціонування (далі – МКФ) дає змогу перейти від нозологічного підходу до функціонально орієнтованого планування кардіореабілітації. Використання доменів МКФ забезпечує обґрунтований вибір етапу реабілітації, інтенсивності фізичної терапії та оптимального реабілітаційного середовища.

ТАБЛИЦЯ 1 – Аналітична модель регіональної стратифікації кардіореабілітації учасників бойових дій з урахуванням порушень за МКФ

Клінічний профіль ветерана	Домінантні порушення за МКФ (ICF)	Оптимальний етап кардіореабілітації	Регіон	Приклади спеціалізованих санаторно-реабілітаційних закладів	Основний реабілітаційний фокус
Післягострі серцево-судинні стани без вираженої коморбідності	b410 (функції серця), b420 (функції кров'яного тиску), d450 (ходьба), d455 (пересування)	Післягострий / субгострий	Полтавська область	«Миргородкурорт» (санаторії «Миргород», «Полтава», «Хорол», «Березовий Гай», ім. М. Гоголя)	Медичний контроль, стандартизована кардіореабілітація, поступова прогресія фізичних навантажень
Кардіологічна патологія з помірними психоемоційними порушеннями	b410, b130 (енергія та драйв), b152 (емоційні функції), d240 (стрес і психоемоційне навантаження)	Субгострий	Полтавська область	«Миргородкурорт», санаторій «Сосновий Бір»	Фізична терапія + стабілізація вегетативної та психоемоційної регуляції
Кардіометаболічний профіль	b410, b530 (контроль маси тіла), b540 (метаболічні функції), d570 (турбота про здоров'я)	Довготривалий підтримувальний	Рівненська область	Санаторії «Червона Калина», «Горинь»	Низько- та помірно інтенсивна ФТ, корекція способу життя, метаболічна реабілітація
Кардіореспіраторна коморбідність	b410, b440 (функції дихання), b455 (толерантність до фізичного навантаження), d455	Довготривалий	Рівненська область	«Червона Калина», санаторій «Хрінники»	Поєднання кардіо- та дихальної фізичної терапії, дозовані аеробні навантаження
Поєднана кардіологічна патологія, ПТСР і метаболічні порушення	b410, b152, b130, b540, d240, d570, d920 (дозволя та участь у житті)	Довготривалий підтримувальний	Рівненська область	«Червона Калина», «Горинь», «Хрінники»	Інтегрована кардіо-, метаболічна та психосоціальна реабілітація з тривалим супроводом



Рис. 1. Регіональна маршрутизація пацієнтів

Так, результати описового та порівняльного аналізу підтверджують доцільність регіонально диференційованого підходу до довготривалої кардіореабілітації учасників бойових дій.

Дискусія. Отримані результати підтверджують, що ветерани бойових дій становлять гетерогенну клінічну групу з різними профілями серцево-судинного ризику, що вказує на необхідність диференційованого підходу до довгострокової кардіологічної реабілітації. Поєднаний вплив бойової травми, ПТСР та високої поширеності метаболічних порушень призводить до складного кардіометаболічного фенотипу, який неможливо ефективно вирішити за допомогою універсальних або короткострокових реабілітаційних програм. Регіональні відмінності, виявлені під час описового та порівняльного аналізу, узгоджуються із сучасним мисленням щодо етапів кардіологічної реабілітації. Полтавська область характеризується великою популяцією пацієнтів після гострої або підгострої серцево-судинної події без тяжких супутніх метаболічних або респіраторних захворювань. Це створює оптимальні умови для впровадження структурованої програми кардіологічної реабілітації після гострої події з медичним наглядом, стандартизованою фізичною терапією та акцентом на вторинній профілактиці. Цей підхід відповідає міжнародним рекомендаціям, що підкреслюють ефективність контрольованої аеробної реабілітації в пацієнтів після інфаркту міокарда

або кардіохірургії, після того, як їхній клінічний стан стабілізується. Натомість результати досліджень з Рівненської області демонструють доцільність використання цього регіону для довгострокової підтримуючої кардіологічної реабілітації в пацієнтів із супутніми захворюваннями. Висока поширеність ПТСР, метаболічних розладів та респіраторних захворювань виправдовує необхідність довгострокових програм, що поєднують фізичну терапію низької та середньої інтенсивності, дихальні вправи, зміну способу життя та психосоціальну підтримку. Цей підхід узгоджується з даними ізраїльських досліджень, які свідчать, що ПТСР є незалежним фактором низьких позитивних результатів лікування ССЗ і вимагає інтегрованої стратегії реабілітації, орієнтованої на довгострокове спостереження.

Важливим аспектом регіональної диференціації є раціональне використання природних лікувальних засобів як допоміжних до реабілітації. У Полтавській області хлоридно-натрієві мінеральні води з помірною мінералізацією підходять для пацієнтів без декомпенсованих серцево-судинних та метаболічних захворювань, що відповідає класичній бальнеотерапії. Водночас у Рівненській області широкий спектр мікроелементного складу мінеральних вод, зокрема магній- та йодовмісних, створює передумови для їх помірного використання в межах довгострокових програм, спрямованих на покращення харчових та метаболічних

розладів. Водночас ці результати підкреслюють необхідність чіткого медикаментозного ведення пацієнтів та індивідуалізованого лікування, оскільки високий рівень мінералізації може обмежувати використання цих засобів у пацієнтів з артеріальною гіпертензією або серцевою недостатністю.

Результати дослідження свідчать, що довготривала кардіореабілітація учасників бойових дій потребує переходу від нозологічно орієнтованих підходів до функціонально орієнтованих моделей, заснованих на принципах МКФ. Поєднання серцево-судинних порушень із психотравматичними, метаболічними та респіраторними дисфункціями формує багатовимірний функціональний дефіцит, який не може бути адекватно скоригований короткотривалими або уніфікованими реабілітаційними програмами. Використання доменів МКФ (зокрема, b410, b420, b440, b455, b540, b152, d450, d455, d240, d570) дало змогу чітко структурувати клінічні профілі ветеранів та співвіднести їх із відповідними етапами кардіореабілітації. Для пацієнтів із домінуючими порушеннями функцій серця та артеріального тиску без вираженої коморбідності (b410, b420) доцільними є програми післягострої та субгострої кардіореабілітації з акцентом на відновлення мобільності та толерантності до навантаження (d450, d455). Саме ці функціональні характеристики узгоджуються з ресурсними можливостями санаторно-курортного кластеру Полтавської області, який забезпечує контрольовану прогресію фізичних навантажень і медичний нагляд.

Натомість у ветеранів із поєднанням серцево-судинної патології та психоемоційних порушень домінують обмеження в доменах b152 (емоційні функції) та d240 (керування стресом), що потребує більш гнучких реабілітаційних стратегій. У таких випадках ефективність кардіореабілітації значно залежить від стабілізації вегетативної регуляції та поступового повернення до фізичної активності, що також підтверджує доцільність реалізації цих програм у межах субгострого етапу з використанням ресурсів Полтавської області.

Особливої уваги потребує група ветеранів із кардіометаболічним та кардіореспіраторним профілем, для яких характерні порушення доменів b540 (метаболічні функції), b440 (функції дихання) та b455 (толерантність до фізичного навантаження), у поєднанні з обмеженнями

активності та участі (d455, d570). Для цієї категорії пацієнтів короткотривалі втручання є недостатніми, що узгоджується з даними міжнародних досліджень ветеранів бойових дій, зокрема ізраїльських та афганських когорт, де довготривалі мультидисциплінарні програми демонструють кращі функціональні результати та зниження кардіометаболічного ризику.

У цьому контексті Рівненська область демонструє значний потенціал для реалізації довготривалої підтримувальної кардіореабілітації. Наявність кількох санаторно-реабілітаційних закладів, зокрема «Червона Калина», «Горинь» і «Хрінники», створює можливості для індивідуалізованого поєднання фізичної терапії, дихальної реабілітації та корекції способу життя. Така регіональна спеціалізація дає змогу впроваджувати програми, орієнтовані не лише на відновлення функцій серцево-судинної системи, а й на покращення участі в повсякденному житті та соціальній активності (d920).

Запропонована аналітична модель регіональної стратифікації кардіореабілітації, інтегрована з МКФ, забезпечує логічний зв'язок між клінічним профілем ветерана, функціональними обмеженнями та вибором оптимального реабілітаційного середовища. Такий підхід дає змогу розглядати санаторно-реабілітаційні заклади не як універсальні оздоровчі установи, а як спеціалізовані середовища для реалізації різних етапів і цілей кардіореабілітації, що є принципово важливим у контексті довготривалої підтримки учасників бойових дій.

Так, результати обговорення підтверджують, що регіонально диференційований підхід до кардіореабілітації учасників бойових дій є обґрунтованим як з клінічного, так і з організаційного боку. Визначення оптимального регіону та етапу реабілітації з урахуванням профілю ризиків пацієнта може підвищити ефективність довготривалого відновлення, зменшити навантаження на систему охорони здоров'я та сприяти покращенню якості життя ветеранів.

Дослідження має низку обмежень, притаманних аналітико-оглядовому дизайну. По-перше, узагальнення результатів базується на вторинному аналізі публікацій із різними дизайнами, критеріями включення та методами оцінки посттравматичного стресового розладу й серцево-судинного ризику, що зумовлює гетерогенність наведених показників. По-друге, відсутність первинних клінічних даних не дає змоги здійснити

метааналітичне об'єднання результатів або оцінити причинно-наслідкові зв'язки. По-третє, регіональний аналіз ґрунтується на доступних відкритих джерелах і профільних описах санаторно-реабілітаційних закладів, що може обмежувати повноту відображення локальних організаційних особливостей. Водночас ці обмеження не знижують значущості отриманих висновків, оскільки дослідження спрямоване на формування концептуальної моделі довготривалої кардіореабілітації.

Висновки. 1. Учасники бойових дій формують окрему клінічну групу з підвищеним довготривалим серцево-судинним ризиком, зумовленим поєднанням бойової травми, посттравматичного стресового розладу та метаболічних порушень.

2. Аналіз міжнародних і національних джерел підтверджує, що короткотривалі реабілітаційні втручання є недостатніми для цієї категорії пацієнтів та потребують доповнення моделями довготривалої кардіореабілітації.

3. Описові та порівняльні результати свідчать про доцільність регіонально диференційованого підходу до кардіореабілітації з урахуванням клінічного профілю та етапу відновлення пацієнтів.

4. Полтавська область більш придатна для реалізації програм післягострої та субгострої кардіореабілітації в пацієнтів без виражених супутніх метаболічних і дихальних порушень.

Література

1. Almuwaqqat Z, Liu C, Ko YA, Elon L, Moazzami K, Wang M, Murrah N, Shallenberger L, Lewis TT, Shah AJ, Raggi P, Bremner JD, Quyyumi AA, Vaccarino V. Posttraumatic Stress Disorder and the Risk of Heart Failure Hospitalizations Among Individuals With Coronary Artery Disease. *Circulation* [Інтернет]. 20 листоп. 2024 [цитовано 27 січ. 2026]. DOI: <https://doi.org/10.1161/circoutcomes.124.011040>
2. Beristianos MH, Yaffe K, Cohen B, Byers AL. PTSD and Risk of Incident Cardiovascular Disease in Aging Veterans. *Am J Geriatr Psychiatry* [Інтернет]. Берез. 2016 [цитовано 27 січ. 2026];24(3):192–200. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2014.12.003>
3. Boos CJ, De Villiers N, Dyball D, McConnell A, Bennett AN. The Relationship between Military Combat and Cardiovascular Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Vasc Med* [Інтернет]. 22 груд. 2019 [цитовано 27 січ. 2026]; 2019:1–14. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/9849465>
4. Boos CJ, Schofield S, Cullinan P, Dyball D, Fear NT, Bull AM, Pernet D, Bennett AN. Association between combat-related traumatic injury and cardiovascular risk. *Heart* [Інтернет]. 25 листоп. 2021 [цитовано 27 січ. 2026];108(5):367–74. DOI: <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2021-320296>
5. Boscarino JA. A Prospective Study of PTSD and Early-Age Heart Disease Mortality Among Vietnam Veterans: Implications for Surveillance and Prevention. *Psychosom Med* [Інтернет]. Лип. 2008 [цитовано 27 січ. 2026];70(6):668–76. DOI: <https://doi.org/10.1097/psy.0b013e31817bcbaf>
6. Bourassa KJ, Garrett ME, Caspi A, Dennis M, Hall KS, Moffitt TE, Taylor GA, Beckham JC, Calhoun PS, Dedert E, Elbogen EB, Hurley RA, Kilts JD, Kimbrel NA, Kirby A, Martindale SL, Marx CE, McDonald SD,

Рівненська область має більший потенціал для довготривалої підтримувальної кардіореабілітації в пацієнтів із поєднаними кардіометаболічними, дихальними та психотравматичними порушеннями.

5. Раціональне використання природних лікувальних чинників як допоміжного компонента реабілітації можливе лише за умов чіткої стратифікації пацієнтів та медичного контролю.

Отримані результати мають практичну цінність для вдосконалення системи реабілітації учасників бойових дій в Україні. Запропонована модель регіональної маршрутизації може бути використана при плануванні направлення пацієнтів до спеціалізованих санаторно-реабілітаційних закладів з урахуванням етапу відновлення та профілю ризиків. Впровадження довготривалих програм кардіореабілітації з акцентом на фізичну терапію, моніторинг кардіометаболічних показників і психосоціальну підтримку дасть змогу підвищити ефективність реабілітаційної допомоги та зменшити ризик прогресування серцево-судинних захворювань у ветеранів. Диференційоване використання ресурсів Полтавської та Рівненської областей може слугувати прикладом регіональної спеціалізації в межах національної системи реабілітації та бути масштабованим на інші регіони України з урахуванням їхніх природних й організаційних можливостей.

- Moore SD, Morey RA, Naylor JC, Rowland JA, Shura R, Swinkels C, Van Voorhees EE, Wagner HR, Magnante AT, O'Connor VL, Aurora P, Martinez BS, Halverson TF, Ashley-Koch AE, Beckham JC, Kimbrel NA. Posttraumatic stress disorder, trauma, and accelerated biological aging among post-9/11 veterans. *Transl* [Інтернет]. 6 січ. 2024 [цитовано 27 січ. 2026];14(1). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41398-023-02704-y>

7. Cohen BE. Association of Cardiovascular Risk Factors With Mental Health Diagnoses in Iraq and Afghanistan War Veterans Using VA Health Care. *JAMA* [Інтернет]. 5 серп. 2009 [цитовано 27 січ. 2026];302(5):489. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2009.1084>

8. DeBlois JP, London AS, Heffernan KS. Hypertension at the nexus of veteran status, psychiatric disorders, and traumatic brain injury: Insights from the 2011 Behavioral Risk Factor Surveillance System. *PLOS ONE* [Інтернет]. 18 берез. 2024 [цитовано 27 січ. 2026];19(3): e0298366. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0298366>

9. Dyball D, Bennett AN, Schofield S, Cullinan P, Boos CJ, Bull AM, Wessely S, Stevelink SA, Fear NT. Mental health outcomes of male UK military personnel deployed to Afghanistan and the role of combat injury: analysis of baseline data from the ADVANCE cohort study. *Lancet Psychiatry* [Інтернет]. Лип. 2022 [цитовано 27 січ. 2026];9(7):547–54. DOI: [https://doi.org/10.1016/s2215-0366\(22\)00112-2](https://doi.org/10.1016/s2215-0366(22)00112-2)

10. Horoshko VI, Horoshko AI. Innovative technologies of mobile applications in rehabilitation practice: personalised approach to restoring body functions. *Ukr S Health* [Інтернет]. 2025 [цитовано 29 січ. 2026];(3):174–84. DOI: <https://doi.org/10.32782/2077-6594/2025.3/20>

11. Howard JT, Janak JC, Santos-Lozada AR, McEvilla S, Ansley SD, Walker LE, Spiro A, Stewart IJ. Telomere Shortening and Accelerated Aging in US Military Veterans. *Int J Environ Res Public Health* [Інтернет]. 11 лют. 2021 [цитовано 27 січ. 2026];18(4):1743. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18041743>

12. Koenen KC, Sumner JA, Gilsanz P, Glymour MM, Ratanatharathorn A, Rimm EB, Roberts AL, Winning A, Kubzansky LD. Post-traumatic stress disorder and cardiometabolic disease: improving causal inference to inform practice. *Psychol Med* [Інтернет]. 4 жовт. 2016 [цитовано 27 січ. 2026];47(2):209–25. DOI: <https://doi.org/10.1017/s0033291716002294>

13. Kuchyn IL, Posternak HI, Govsieiev DO, Gybalo RV. FACTORS THAT INFLUENCE THE NEGATIVE RESULTS OF TREATMENT OF COMBATANTS' PAIN AFTER MINE-BLAST WOUNDS DURING THE WAR IN UKRAINE. *Clin Prev Med* [Інтернет]. 22 листоп. 2023 [цитовано 27 січ. 2026];(5):34–41. DOI: <https://doi.org/10.31612/2616-4868.5.2023.05>

14. Lau PY, Nakajima M, Kim JG, Kubo H, Chang CY, Kema Q, редак-тори. *Front Matter: Volume 13164. Y: International Workshop on Advanced Imaging Technology (IWAIT) 2024* [Інтернет]; 7-8 січ. 2024; Langkawi, Malaysia. [місце невідоме]: SPIE; 2024 [цитовано 27 січ. 2026]. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.3033443>

15. Lolley R, Forman DE. Cardiac Rehabilitation and Survival for Ischemic Heart Disease. *Curr Cardiol Rep* [Інтернет]. 6 листоп. 2021 [цитовано 27 січ. 2026];23(12). DOI: <https://doi.org/10.1007/s11886-021-01616-x>

16. Maqsood R, Khattab A, Bennett AN, Boos CJ. Association between non-acute Traumatic Injury (TI) and Heart Rate Variability (HRV) in adults: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE* [Інтернет]. 23 січ. 2023 [цитовано 27 січ. 2026];18(1):e0280718. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280718>

17. Masik NP, Kylymchuk VV, Masik OI, Matviichuk MV, Mazur OI, Terekhovska OI, Barabash IL. Study of the incidence and signs of post-traumatic stress disorder at the stage of primary medical care in military personnel and forcibly displaced people during a full-scale invasion. *INT NEUROL J* [Інтернет]. 20 берез. 2025 [цитовано 27 січ. 2026];21(1):1–8. DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-0713.21.1.2025.1144>

18. Ossadchaya E, Tatayeva R, Sembayeva Z, Nursafina A, Zhakenova M, Slamkhanova G. Long-Term Consequences of Combat Stress in Afghan War Veterans: Comorbidity of PTSD and Physical and Mental Health Conditions. *Psychiatry Int* [Інтернет]. 6 листоп. 2025 [цитовано 27 січ. 2026];6(4):141. DOI: <https://doi.org/10.3390/psychiatryint6040141>

19. Palmer BW, Shir C, Chang H, Mulvaney M, Hall JM, Shu IW, Jin H, Lohr JB. Increased prevalence of metabolic syndrome in Veterans with PTSD untreated with antipsychotic medications. *Int J Ment* [Інтернет]. 25 серп. 2021 [цитовано 27 січ. 2026];1–16. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207411.2021.1965398>

20. Sakakibara M, Kaneda M, Oikawa LO. Efficacy of Paced Breathing at the Low-frequency Peak on Heart Rate Variability and Baroreflex Sensitivity. *Appl Psychophysiol* [Інтернет]. 28 листоп. 2019 [цитовано 27 січ. 2026];45(1):31–7. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10484-019-09453-z>

21. Zohar J, Fostick L. Mortality rates between treated post-traumatic stress disorder Israeli male veterans compared to non-diagnosed veterans. *Eur Neuropsychopharmacol* [Інтернет]. Січ. 2014 [цитовано 27 січ. 2026];24(1):117–24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2013.10.009>

ORCID 0000-0002-5244-5648, talgardat@gmail.com

Дата першого надходження статті до видання: 19.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Вплив колового тренування на покращення функціональної мобільності в процесі фізичної терапії осіб із наслідками гострого порушення мозкового кровообігу

УДК 615.825:616.831-005.1

**К. Л. Калінкін^{1,2}, Г. Є. Кожухар^{1,2}, С. А. Волкова^{1,2},
П. П. Чередніченко¹, І. В. Онопрієнко¹**

¹Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

²Центр фізичної реабілітації "Fenix", Київ, Україна

Резюме. *Мета.* Проаналізувати сучасний стан питання застосування колового тренування в процесі фізичної терапії осіб із наслідками гострого порушення мозкового кровообігу. *Методи.* Проаналізовано дані рандомізованих клінічних досліджень і сучасних оглядів, що описують застосування послідовного виконання вправ різної спрямованості в умовах регульованого навантаження та структурованих інтервалів відпочинку, а також оцінено зміни функціональної мобільності, витривалості та здатності до виконання повсякденних активностей порівняно з традиційними реабілітаційними підходами. *Результати.* Колове тренування продемонструвало достовірне підвищення швидкості й дистанції ходьби, покращення статичної та динамічної рівноваги, посилення мотивації та залученості пацієнтів, водночас забезпечуючи безпечний рівень інтенсивності та можливість індивідуальної адаптації. Воно чинить комплексний вплив на моторні, сенсорні, когнітивні та психоемоційні аспекти відновлення, сприяє підвищенню функціональної незалежності та якості життя. Отримані дані свідчать, що включення колового тренування до програми нейрореабілітації є науково обґрунтованим і клінічно ефективним рішенням, яке забезпечує комплексний вплив на моторні, когнітивні та психоемоційні аспекти відновлення після інсульту.

Ключові слова: фізична терапія, колове тренування, інсульт, реабілітація, нейро-реабілітація, клієнтоорієнтованість, якість життя, відновлення функціональної незалежності.

The impact of circuit training on improving functional mobility in the physical therapy of individuals with acute cerebrovascular accident

**K. L. Kalinkin^{1,2}, H. Ye. Kozhukhar^{1,2}, S. A. Volkova^{1,2}, P. P. Cherednichenko¹,
I. V. Onopriienko¹**

¹National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

²"Fenix" Physical Rehabilitation Center, Kyiv, Ukraine

Abstract. *Objective.* To analyze the current state of the issue of applying circuit training in the physical therapy process for individuals with the consequences of acute cerebrovascular accident. *Methods.* Data from randomized clinical trials and contemporary reviews were analyzed, describing the use of sequentially performed exercises of various orientations under regulated loading and structured rest intervals. Changes in functional mobility, endurance, and the ability to perform daily activities were assessed and compared with traditional rehabilitation approaches. *Results.* Circuit

training demonstrated significant improvements in gait speed and walking distance, enhanced static and dynamic balance, and increased patient motivation and engagement, while maintaining a safe intensity level and allowing individual load adjustment. It provides a comprehensive impact on the motor, sensory, cognitive, and psycho-emotional aspects of recovery, contributing to improved functional independence and quality of life. The findings indicate that integrating circuit training into neurorehabilitation programs is a scientifically grounded and clinically effective approach that provides a comprehensive impact on motor, cognitive, and psycho-emotional aspects of post-stroke recovery.

Keywords: physical therapy, circuit training, stroke, rehabilitation, neurorehabilitation, client-centeredness, quality of life, restoration of functional independence.

Постановка проблеми. Інсульт посідає друге місце серед провідних причин смертності у світі та водночас є основною причиною довготривалої інвалідності серед дорослого населення. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, щороку гостре порушення мозкового кровообігу фіксується у мільйонів людей, значна частина з яких стикається із серйозними наслідками, що обмежують їхню фізичну, когнітивну та соціальну активність [8]. Така висока поширеність інвалідизуючих ускладнень після інсульту зумовлює не лише суттєві індивідуальні втрати у якості життя, а й накладає серйозне фінансове навантаження на системи охорони здоров'я, соціального захисту, а також на родини пацієнтів. У зв'язку з цим реабілітація після інсульту є надзвичайно актуальним напрямом сучасної медицини та нейрореабілітації [14]. Однією з ключових функціональних цілей відновлення після інсульту є повернення здатності до функціональної мобільності, оскільки вона є критичним чинником забезпечення автономності пацієнта в побуті та суспільстві. Незважаючи на широке використання традиційних підходів до фізичної терапії, результати багатьох клінічних досліджень свідчать про те, що їх застосування сприяє покращенню показників функціональної мобільності лише у певній частині пацієнтів. Водночас близько 50 % осіб, які перенесли інсульт, продовжують страждати від помірних або тяжких рухових порушень, що істотно обмежує їхню повсякденну активність, знижує рівень незалежності та суттєво погіршує якість життя [18].

Мета дослідження. Проаналізувати сучасний стан питання застосування колового тренування в процесі фізичної терапії осіб із наслідками гострого порушення мозкового кровообігу.

Для вирішення поставленої мети було сформульовано такі завдання дослідження:

1. Аналіз сучасних наукових джерел щодо ефективності колового тренування у фізичній терапії осіб із наслідками гострого порушення мозкового кровообігу.

2. Оцінити переваги та обмеження колового тренування порівняно з традиційними методами фізичної терапії після інсульту.

3. Визначити перспективи інтеграції колового тренування у комплексні програми нейрореабілітації для осіб після інсульту.

Методи дослідження. Аналіз науково-методичної літератури й інтернет-ресурсів та узагальнення отриманої інформації.

Результати дослідження та їх обговорення. Інсульт є однією з головних причин інвалідності серед дорослих у світі. Хоч і звичайні методи фізичної терапії за результатами багатьох досліджень покращують якість функціональної мобільності, близько половини пацієнтів залишаються з функціональними порушеннями, значною мірою знижуючи якість життя. Значна кількість осіб із наслідками гострого порушення мозкового кровообігу мають незворотні зміни стану здоров'я та більше не можуть повернутися до соціальної активності в суспільстві. Особи, що перенесли інсульт, втрачають можливість до пересування у 80 % випадків [19].

В осіб після інсульту ходьба набуває патологічних змін, внаслідок чого знижується швидкість ходьби, може виникати потреба у допомозі однієї або кількох осіб для переміщення та пересування, зростає втомлюваність, підвищується ризик втрати рівноваги, призводячи до падіння [1].

Ходьба є складною багатокомпонентною функцією, яка включає скоординовану роботу центральної нервової системи, опорно-рухового апарату, сенсорних систем та когнітивних механізмів контролю руху. Після інсульту у більшості пацієнтів формуються характерні

зміни патерну ходьби: зниження швидкості, вкорочення довжини кроку, асиметрія між паретичною та непошкодженою стороною, а також порушення постурального контролю.

До найважливіших механізмів, що лежать в основі порушень ходьби після інсульту, належать парез та слабкість паретичних м'язів нижньої кінцівки, особливо чотириголового м'язу стегна та клубово-поперекового м'язу, а також спастичність та/або контрактури литкового м'язу, що призводять до еквінусного положення стопи, порушення перенесення маси тіла та компенсаторних стратегій [17]. На безпечну та ефективну здатність до пересування також впливають сенсорні порушення (зниження пропріоцепції, тактильної чутливості), що обмежують здатність точно контролювати фазу опори й перенесення, а також порушення постурального контролю та інтеграції вестибулярної, зорової й соматосенсорної інформації. Важливо враховувати і когнітивні фактори (увага, виконавчі функції, страх падіння), які суттєво впливають на безпечність та впевненість під час ходьби [22].

Ранні проспективні дослідження підкреслюють, що саме зміни параметрів ходьби та здатності до мобільності в перші місяці після інсульту є важливими предикторами довгострокової функціональної незалежності. Поліпшення швидкості ходьби та дистанції (6-хвилинний тест) на ранніх етапах корелює з кращою участю у повсякденній активності через 6–12 місяців [17].

Реабілітація є невід'ємним складником відновлення після гострого порушення мозкового кровообігу, відіграючи важливу роль у розширенні функціонального потенціалу пацієнта, зниженні факторів ризику виникнення рецидиву захворювання, покращуючи стан серцево-судинної системи [3].

Під функціональною мобільністю розуміється здатність людини безпечно, ефективно та самостійно змінювати положення тіла і переміщуватися в просторі для виконання повсякденних завдань, включно з пересуванням у межах ліжка, переходом у положення сидячи чи стоячи, ходьбою, поворотами, підйомом і спуском сходами. Вона охоплює поєднання моторних, сенсорних і когнітивних навичок, необхідних для підтримання незалежності та участі в житті [4].

Сучасні нейрофізіологічні моделі стверджують, що відновлення рухової функції після

інсульту залежить від рівня активності залишкових нейронних мереж, здатності кори до реорганізації та регулярного отримання високоінтенсивного сенсомоторного вхідного сигналу. Механізми нейропластичності, включно з формуванням нових синаптичних з'єднань, корковим ремапінгом та зміною ефективності нейронних контурів, активуються переважно тоді, коли тренування є досить частим, повторюваним, функціонально релевантним і викликом для пацієнта [18]. Колове тренування забезпечує саме такі умови: велика кількість повторень, короткі цикли завдань, мінімальні паузи та чітка фокусованість на завданнях, важливих для ADL. Дослідження показали, що саме повторюваність і різноманітність завдань сприяють формуванню адаптивних моторних стратегій [15].

Низка сучасних оглядів та клінічних настанов підкреслюють, що для корекції патологічних патернів ходьби та зменшення асиметрії необхідні спеціалізовані, цілеорієнтовані та інтенсивні втручання, спрямовані саме на тренування ходьби, рівноваги та функціональної мобільності, а не лише на загальне зміцнення м'язів. У цьому контексті колове тренування, яке включає велику кількість повторень функціональних завдань, може розглядатися як оптимальний формат реалізації таких принципів [11].

Колове тренування являє собою вид тренування, що включає комплекси різних терапевтичних вправ, які виконуються по порядку одна за одною, і в контексті покращення функціональної мобільності являє собою специфічні терапевтичні вправи та функціональне тренування, індивідуально адаптоване та розподілене за часом виконання.

Теорія Шмідта (Schema Theory) та підхід динамічних систем (Dynamic Systems Approach) підкреслюють важливість варіативності рухів, сенсомоторного досвіду та активного вирішення задач пацієнтом. Усі ці елементи інтегровані в колове тренування, а саме: зміна станцій передбачає варіативність умов, а активна участь пацієнта сприяє формуванню внутрішнього зворотного зв'язку.

Згідно із сучасними моделями, моторне навчання не відбувається при пасивних, маловимогливих або надто простих втручаннях, тому колове тренування є значно ефективнішим за традиційні вправи низької інтенсивності [2].

Фізіологічний підхід базується на комплексному підході до втручання, який спрямовано на конкретні порушення сили, рівноваги, витривалості. Фізичний терапевт забезпечує оптимальний рівень допомоги пацієнту під час колового тренування, однак більшість зворотного зв'язку забезпечується підбором кожного завдання таким чином, щоб воно забезпечувало конкретну мету та внутрішній зворотний зв'язок щодо його правильного виконання [12].

Колове тренування після інсульту зазвичай реалізується у форматі цілеорієнтованого тренування, яке поєднує цілеорієнтовані терапевтичні вправи та завдання, високу інтенсивність та, за можливості, групову організацію. Форма колового тренування включає послідовне виконання функціональних завдань на декількох станціях; зазвичай це 6–10 станцій, кожна з яких триває 3–5 хвилин. Втручання, які мають на меті покращення функціональної мобільності можуть включати: пересування з ліжка чи стільця (ходьба на певну відстань, включаючи розвороти та подолання перешкод, рівновага, координація). Тренування можуть проходити в індивідуальному або груповому форматі (за умови високого рівня функціональної незалежності і низького ризику падіння) під наглядом фізичного терапевта. Інтенсивність і складність вправ поступово зростають відповідно до стану пацієнта [20].

Згідно з результатами клінічних досліджень і систематичних оглядів, колове тренування у фізичній терапії пацієнтів після інсульту зазвичай включає низку цілеорієнтованих станцій, спрямованих на відновлення різних компонентів функціональної мобільності. Одним із ключових складників є станція ходьби по прямій, яка передбачає пересування визначеним коридором або доріжкою з маркованою дистанцією (зазвичай 10–20 метрів) з обов'язковими розворотами на кінцевих точках. Використання варіацій, таких як зміна швидкості, орієнтація на візуальні мітки або виконання подвійного завдання (наприклад, рахування чи вербальна генерація слів), дозволяє підвищити когнітивне навантаження та наблизити тренування до умов реального середовища.

Важливим елементом є станція подолання перешкод, яка передбачає ходьбу з переступанням невисоких бар'єрів, обхід конусів або зміну напрямку руху. Таке втручання сприяє розвитку динамічної рівноваги, покращенню координації

та формуванню здатності адаптувати крок до різних зовнішніх умов, що є критичним для безпечного пересування поза клінічним середовищем.

Не менш значущою є станція переходу «сидячи—стоячи», де пацієнт виконує багаторазові вставання зі стільця без використання рук або з частковою опорою за потреби. Зазвичай дозування становить 10–15 повторень за підхід, а особлива увага приділяється контролюваному виконанню ексцентричної фази сідання. Це завдання є одним із найважливіших у контексті тренування функціональної незалежності, оскільки воно прямо пов'язане з повсякденною активністю та корелює з рівнем якості життя [9].

До структури колового тренування також входить станція для тренування сходів, яка може включати підйом і спуск кількома сходинками з використанням поручня або без нього. Прогресія забезпечується шляхом збільшення кількості сходинок, зміни швидкості руху або додаванням маніпуляції з предметом під час підйому. Таке втручання дозволяє не лише покращити силу та координацію нижніх кінцівок, а й відпрацювати критично важливі навички пересування у реальному середовищі.

Окреме місце займає станція для тренування статичної та динамічної рівноваги. Пацієнт може виконувати вправи стоячи на різних поверхнях (твердих або м'яких), у положеннях із вузькою базою опори. Для підвищення складності додаються рухи верхніх кінцівок, повороти голови або маніпуляції з предметами. Такі вправи спрямовані на покращення інтеграції сенсорних систем і підвищення стійкості в умовах зовнішніх викликів.

Також широко застосовується станція тренування нижніх кінцівок у закритому та відкритому кінематичному ланцюзі. Сюди входять присідання, кроки на платформу та інше. Цей компонент спрямований на збільшення сили, покращення симетрії навантаження та формування моторного контролю, необхідного для безпечної ходьби [5].

Завершальним елементом найчастіше виступає кардіо-станція, яка може включати тренування на велотренажері, степ-платформі або ходьбу на місці з підйомом колін. Основною метою цієї станції є підтримання цільової інтенсивності тренування відповідно до частоти серцевих скорочень та суб'єктивної шкали

сприйняття навантаження. Такий компонент сприяє розвитку витривалості, покращує кардіореспіраторну функцію та підсилює загальний тренувальний ефект програми [13].

У комплексі ці станції забезпечують багатокомпонентну стимуляцію моторної, сенсорної, когнітивної та кардіореспіраторної систем, що робить колове тренування одним із найбільш функціонально орієнтованих і доказово обґрунтованих підходів реабілітації осіб після інсульту.

Кожна станція адаптується під індивідуальні можливості пацієнта (висота перешкод, швидкість, обсяг підтримки, використання допоміжних засобів), що дозволяє одночасно тренувати пацієнтів із різним рівнем функціональної незалежності [21].

Сучасні клінічні рекомендації щодо покращення моторної функції після інсульту наголошують, що тренування ходьби має проводитися з помірно високою інтенсивністю (moderate-to-vigorous), з достатньою кількістю повторень [11].

У контексті колового тренування це реалізується через збільшення тривалості роботи на станціях, зменшення часу відпочинку між станціями, ускладнення завдань (менше опори, складніші перешкоди, додавання подвійних задач), а також завдяки поступовому підвищенню цільової швидкості ходьби та дистанції. Таким чином, ССТ поєднує принципи специфічності, достатньої дозованості та прогресії, які вважаються ключовими для стимуляції нейропластичності та стійкого функціонального покращення [16].

Колові тренування є більш ефективними за звичайні методи втручання для збільшення дистанції, швидкості та незалежності ходьби. Проте не було виявлено значущих змін порівняно з ізольованим однокомпонентним тренуванням під час проведення тесту TIMED UP & GO (TUG), але був значний вплив для Step Test та помірний ефект для Berg Balance Scale (BBS). Позитивний ефект колового тренування зберігається як у людей, що перенесли інсульт більше року тому, так і у тих, які перенесли інсульт протягом року. Найбільший вплив на швидкість ходьби колове тренування справляє під час втручання протягом перших шести місяців [11].

Результати досліджень демонструють, що порівняння колового тренування з будь-яким

іншим втручанням свідчить про клінічно важливі переваги в результатах проведеного тесту шестихвилинної ходьби після втручання. Повідомлялося про наявні переваги застосування колового тренування у показниках рухових функцій, швидкості ходьби та повсякденної активності, причому деякі результати повідомляли про клінічно важливі переваги, а інші не виявляли клінічно значущих відмінностей [7].

Під час аналізу результатів досліджень чітко простежується кореляція між спрямуванням інструменту обстеження та напрямом функціональних завдань, які виконувались пацієнтами. Так, наявні дослідження демонструють позитивні результати ходьби на користь колового тренування, які можна пояснити в аспекті змісту втручання. Втручання передбачало сильний акцент на безперервній практиці ходьби, що призвело до покращення 6MWT.

Для того, щоб швидкість ходьби зростала в осіб після інсульту, необхідно спеціалізоване тренування. Жодне дослідження, що не повідомляло про спеціальне тренування швидкості ходи як частину втручання, не мало за результатами оцінювання зростання швидкості ходьби [6].

Важливий аспект колового тренування, орієнтованого на завдання, полягає в тому, що воно пропонується в групах від двох до восьми пацієнтів, що свідчить про те, що це економічно ефективно втручання після інсульту завдяки зниженню співвідношення кількості персоналу до пацієнтів.

Окрім впливу на моторні показники, колове тренування має виразний **когнітивний та психоемоційний компонент**, що особливо важливо для осіб після інсульту, які часто мають супутні порушення уваги, виконавчих функцій, пам'яті, а також наявні симптомами тривоги та депресії.

Багато протоколів колового тренування включають елементи **подвійного завдання** (dual-task), коли під час ходьби або виконання рухових завдань пацієнт одночасно виконує когнітивне завдання: лічба, називання слів, орієнтація у просторі, робота з інструкціями. Це сприяє тренуванню вибіркової та розподіленої уваги, швидкості обробки інформації, виконавчих функцій (планування, організація переходу між завданнями), здатності

безпечно ходити в умовах реального середовища (вуличний рух, магазини тощо). Окремі дослідження показали, що тренування ходьби та колові програми, які включають когнітивні елементи та орієнтовані на задачі, можуть покращувати не лише показники 6MWT і швидкість ходьби, але й окремі домени когнітивних функцій та здатність виконувати складні повсякденні активності [10].

Групова форма колового тренування створює соціальне середовище підтримки, що допомагає зменшити відчуття ізоляції та безпорадності, характерні для значної частини осіб після інсульту. Пацієнти відзначають підвищення впевненості у власних можливостях, зниження страху падіння під час ходьби, покращення настрою та загального рівня задоволеності процесом реабілітації. Регулярне включення колового тренування у програму реабілітації сприяє формуванню поведінкових звичок до фізичної активності, що має довгостроковий профілактичний ефект щодо повторних серцево-судинних подій та сприяє підтриманню досягнутого функціонального рівня після завершення інтенсивної реабілітації [5].

Таким чином, колове тренування впливає не лише на рухові функції, але й на когнітивні процеси, такі як увага, планування руху, здатність виконувати подвійні задачі, а також на емоційно-мотиваційні фактори підвищуючи впевненість, соціальну взаємодію під час групових занять. Пацієнти, які проходять реабілітацію із застосуванням принципів колового тренування, за даними кількох досліджень, демонструють вищий рівень внутрішньої мотивації, що підсилює ефект від реабілітації [15].

Висновки. Інсульт спричиняє втрату функціональних навичок внаслідок дефіциту м'язової сили, порушення рівноваги, зниження витривалості та погіршення якості життя. Колове тренування є ефективним методом і може бути рекомендованим як складова частина плану фізичної терапії для осіб після інсульту, сприяючи скороченню часу відновлення функціональних можливостей та підвищенню рівня соціальної адаптації.

Колове тренування демонструє високу ефективність як формат реабілітаційної програми, що поєднує принципи моторного навчання, нейропластичності та прогресивного навантаження. Завдяки структурованій

системі станцій, які включають тренування ходьби, переходів, рівноваги, подолання перешкод, роботу зі сходами, тренування сили та витривалості, колове тренування забезпечує високу щільність повторень та функціональну релевантність, що є ключовими чинниками формування стійких змін у моторних функціях. Важливим є також включення когнітивних компонентів, таких як подвійні завдання, що додатково сприяють поліпшенню виконавчих функцій, уваги та стійкості до сенсорних і когнітивних викликів середовища.

Аналіз доказової бази свідчить, що колове тренування сприяє суттєвому покращенню швидкості та дистанції ходьби, підвищенню статичної та динамічної рівноваги, зменшенню асиметрії патернів руху та поліпшенню показників функціональної незалежності. Порівняно з традиційними методами втручання колове тренування часто забезпечує більш виражені результати щодо мобільності, а також краще перенесення тренуваних навичок у реальні побутові ситуації.

Аналіз наукових джерел свідчить про переваги колового тренування над традиційними методами втручання, зокрема у досягненні клінічно значущих покращень у тестах 6-хвилинної ходьби, Step Test та Berg Balance Scale. Найбільший ефект колове тренування демонструє у разі застосування в перші шість місяців після інсульту, однак позитивні зміни спостерігаються і на пізніх етапах реабілітації. Формат колового тренування дозволяє адаптувати інтенсивність та складність вправ до індивідуальних можливостей пацієнта, а групове проведення робить цей підхід економічно доцільним та сприяє соціальній взаємодії.

Груповий формат колового тренування забезпечує додаткові психоемоційні та соціальні переваги: підвищення мотивації, впевненості, зменшення страху падіння та розвиток позитивного ставлення до процесу реабілітації. Це формує поведінкові зміни, сприяє підтриманню активності після завершення програми та зменшує ризик рецидиву серцево-судинних захворювань.

Таким чином, колове тренування є ефективним, доказово підтвердженим та практично доцільним елементом сучасних програм нейрореабілітації. Воно забезпечує комплексний вплив на моторні, сенсорні, когнітивні та психоемоційні компоненти мобільності.

Література

1. Batchelor FA, Mackintosh SF, Said CM, Hill KD. Falls after stroke. *Int J Stroke*. 2012;7(6):482–490.
2. Boyd LA, et al. Motor learning principles for neurorehabilitation. *Lancet Neurol*. 2023;22(2):166–176.
3. Buch A, Kis O, Carmeli E, et al. Circuit resistance training is an effective means to enhance muscle strength in older and middle-aged adults: a systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev*. 2017;37:16–27.
4. Buvarp D, Rafsten L, Sunnerhagen KS. Predicting longitudinal progression in functional mobility after stroke: a prospective cohort study. *Stroke*. 2020;51(7):2179–2187.
5. English C, Hillier SL. Circuit class therapy for improving mobility after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010;(7):CD007513.
6. English C, Hillier SL, Lynch EA. Circuit class therapy for improving mobility after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;6:CD007513.
7. Evidence reviews for circuit training for walking: Stroke rehabilitation in adults (update). London: National Institute for Health and Care Excellence (NICE); 2023.
8. Feigin VL, Brainin M, Norrving B, et al. World Stroke Organization: Global Stroke Fact Sheet 2025. *Int J Stroke*. 2025;20(2):132–144.
9. Grefkes C, Fink GR. Recovery from stroke: current concepts and future perspectives. *Neurol Res Pract*. 2020;2:17.
10. Halimah N, et al. The effect of task-oriented gait training on balance, endurance, walking speed, cognitive function and functional ability in people with stroke. *Int J Clin Invest Sci Technol*. 2022;8(1):15–24.
11. Hornby TG, Reisman DS, Ward IG, et al. Clinical practice guideline to improve locomotor function following chronic stroke, incomplete spinal cord injury, and brain injury. *J Neurol Phys Ther*. 2020;44(1):49–100.
12. Kim SM, Han EY, Kim BR, Hyun CW. Clinical application of circuit training for subacute stroke patients: a preliminary study. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(1):169–174.
13. Krakauer JW, Carmichael ST. *Broken movement: the neurobiology of motor recovery after stroke*. Cambridge (MA): MIT Press; 2019.
14. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. *Lancet*. 2011;377:1693–1702.
15. Miyai I, et al. Task-specific training in neurological rehabilitation. *Curr Opin Neurol*. 2020;33(6):671–677.
16. Moore JL, et al. Implementing high-intensity gait training in stroke rehabilitation: from evidence to practice. *J Clin Med*. 2025;14(15):5409.
17. Norvang OP, et al. Associations between changes in gait parameters, balance and walking capacity during the first 3 months after stroke. *Physiother Theory Pract*. 2022;38(5):657–666.
18. Selves C, Stoquart G, Lejeune T. Gait rehabilitation after stroke: predictors, clinical outcomes and timing for interventions. *Acta Neurol Belg*. 2020;120(4):783–790.
19. Veerbeek JM, Kwakkel G, van Wegen EE, Ket JC, Heymans MW. Early prediction of outcome of activities of daily living after stroke: a systematic review. *Stroke*. 2011;42:1482–1488.
20. Verma R, Arya KN, Garg RK, Singh T. Task-oriented circuit class training with motor imagery for gait rehabilitation after stroke. *Top Stroke Rehabil*. 2011;18(Suppl 1):620–632.
21. Wevers L, van de Port I, Vermue M, Mead G, Kwakkel G. Effects of task-oriented circuit class training on walking competency after stroke: a systematic review. *Stroke*. 2009;40(7):2450–2459.
22. Xu J, et al. Stroke-related factors associated with gait asymmetry in individuals with subacute stroke. *Gait Posture*. 2025;116:240–247.

ORCID 0000-0003-0668-2906, kalinkin.pt@gmail.com
 ORCID 0009-0005-7201-6639, gordiy.kozuhar@gmail.com
 ORCID 0009-0002-7941-1955, sofiiavolkova3@icloud.com
 ORCID 0009-0008-2472-865X, pashka31.05.92@gmail.com
 ORCID 0000-0003-0830-1652, x53d@i.ua

Дата першого надходження статті до видання: 18.01.2026
 Дата прийняття статті до друку після рецензування: 10.02.2026
 Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

DOI <https://doi.org/10.32782/spmed.2026.1.17>

Роль функціональної когніції у процесі реабілітації осіб після черепно-мозкової травми: потенціал Allen Cognitive Level Screen

УДК 616.8-009:615.8

О. Д. Калінкіна, Д. О. Колос

Національний університет фізичного виховання та спорту України, Київ, Україна

Резюме. *Мета.* Метою статті є аналіз сучасних наукових підходів до оцінювання когнітивних порушень після ЧМТ з особливим акцентом на концепції функціональної когніції та ролі ерготерапії у відновленні пацієнтів, а також обґрунтування доцільності валідації шкали Allen Cognitive Level Screen (ACLS) для використання в Україні. *Методи.* Дослідження проведено у форматі наративного огляду літератури з використанням теоретичного аналізу, структурного порівняння підходів до оцінювання когнітивних порушень та аналізу міжнародних моделей когнітивної реабілітації. *Результати.* Встановлено, що когнітивні порушення після ЧМТ мають характер прихованої інвалідності та суттєво обмежують заняттєву участь. Сучасні наукові дані підтверджують ключову роль функціональної когніції як основи для реального повсякденного функціонування. Ерготерапія розглядається як провідна професія у відновленні когнітивних навичок завдяки заняттєво орієнтованим підходам і здатності інтегрувати оцінювання когніції у виконання повсякденних завдань. Аналіз міжнародного досвіду демонструє, що ACLS є ефективним інструментом короткого заняттєвого скринінгу та може стати важливим компонентом української системи реабілітації після ЧМТ. Інтеграція цього інструменту має потенціал покращення діагностики, індивідуалізації реабілітаційних програм та підтримки розвитку ерготерапевтичної практики, яка заснована на доказах в Україні.

Ключові слова: черепно-мозкова травма, когнітивні порушення, функціональна когніція, ерготерапія, заняттєва участь, Allen Cognitive Level Screen, когнітивна реабілітація.

The Role of Functional Cognition in the Rehabilitation Process of Individuals After Traumatic Brain Injury: The Potential of the Allen Cognitive Level Screen

O. D. Kalinkina, D. O. Kolos

National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

Abstract. *Objective.* The purpose of this article is to analyze contemporary scientific approaches to the assessment of cognitive impairments following traumatic brain injury, with particular emphasis on the concept of functional cognition and the role of occupational therapy in patient rehabilitation, as well as to substantiate the feasibility of validating the Allen Cognitive Level Screen (ACLS) for use in Ukraine. *Methods.* The study was conducted as a narrative literature review using theoretical analysis, structural comparison of approaches to cognitive assessment, and examination of international models of cognitive rehabilitation. *Results.* It was established that cognitive impairments after TBI constitute a form of hidden disability and significantly limit occupational participation. Contemporary scientific evidence confirms the central role of functional cognition as the foundation for real-life everyday functioning. Occupational

therapy is identified as a leading profession in cognitive rehabilitation due to its occupation-based approaches and its capacity to integrate cognitive assessment into the performance of daily activities. Analysis of international experience demonstrates that the ACLS is an effective brief performance-based screening tool and may become an important component of the Ukrainian rehabilitation system for individuals with TBI. The integration of this instrument has the potential to enhance diagnostic accuracy, improve the individualization of rehabilitation programs, and support the development of evidence-based occupational therapy practice in Ukraine.

Keywords: traumatic brain injury, cognitive impairment, functional cognition, occupational therapy, occupational participation, Allen Cognitive Level Screen, cognitive rehabilitation.

Постановка проблеми. Черепно-мозкова травма (ЧМТ) є серйозною глобальною проблемою громадського здоров'я та однією з провідних причин смерті й інвалідності внаслідок травм у світі [4]. За оцінками, щорічний рівень ЧМТ становить близько 349 випадків на 100 000 людино-років, і прогнозується, що майже половина населення світу протягом життя зазнає принаймні однієї ЧМТ [15]. ЧМТ часто називають «тихою епідемією» та прихованою інвалідністю, оскільки наслідки травми не завжди помітні оточенню [6]. Навіть за відсутності видимих фізичних дефектів постраждалі можуть стикатися з тривалими когнітивними та психічними порушеннями, що суттєво впливають на їхнє життя [6; 21]. Наслідки можуть тривати все життя, позначаючись на широкому спектрі когнітивних функцій та якості життя постраждалих і їхніх родин [6].

Когнітивні порушення — серед найбільш поширених і стійких наслідків ЧМТ [3]. Дослідження показують, що у потерпілих можуть спостерігатися порушення пам'яті, уваги, швидкості обробки інформації, мовлення, планування та вирішення проблем [4]. Нерідко виникають і пов'язані поведінкові труднощі: втрата ініціативи, дратівливість, імпульсивність та емоційна нестабільність [4]. Хоча частина цих порушень із часом може компенсуватися завдяки нейропластичності мозку, у багатьох пацієнтів когнітивні дефіцити зберігаються роками після травми [4]. Саме ці приховані когнітивні дефіцити суттєво обмежують здатність людини самостійно жити і виконувати звичні ролі, навіть якщо фізичний дефіцит відсутній. Таким чином, постійне оцінювання когнітивного статусу та індивідуально підібрані втручання є вирішальними для ефективного ведення пацієнтів із ЧМТ [4]. Когнітивні розлади після ЧМТ безпосередньо впливають на функціональну незалежність та заняттєву участь постраждалих. Під

заняттєвою участю мається на увазі залученість людини до значущих для неї видів активності (роботи, навчання, побутових справ, дозвілля тощо) у повсякденному житті, які відповідають її соціокультурному контексту і цінностям [17]. Іншими словами, це здатність ініціювати та підтримувати участь у повсякденних заняттях, що мають особистісний зміст [26]. Когнітивні функції — як основні, так і виконавчі — є фундаментом для успішного виконання цих занять [14]. Втрата або зниження когнітивних здібностей після ЧМТ часто призводить до того, що людина не може ефективно виконувати повсякденні дії, потребує сторонньої допомоги в побуті, втрачає працездатність і соціальні зв'язки. Глобально близько 76 % осіб, які пережили ЧМТ, щоденно відчують проблеми саме через такі приховані когнітивні порушення [20]. Отже, функціональні когнітивні здібності пацієнта визначають рівень його автономії та участі в житті суспільства не меншою мірою, ніж фізичні можливості [9; 10].

Актуальність проблеми когнітивної реабілітації після ЧМТ зростає і в Україні, особливо з огляду на збільшення кількості пацієнтів із черепно-мозковими травмами внаслідок бойових дій та інших травматичних подій останніх років [15]. Зважаючи на це, українська система медичної та соціальної реабілітації стикається з викликом — забезпечити ефективне відновлення когнітивних функцій або компенсацію когнітивного дефіциту і реінтеграцію постраждалих у повсякденне життя. У цьому контексті особливого значення набуває впровадження сучасних методик оцінювання функціонального когнітивного статусу, адаптованих до української мовно-культурної сфери, а також розвиток професії ерготерапевта, який відіграє ключову роль у відновленні заняттєвої активності пацієнтів із когнітивними порушеннями.

Зв'язок роботи з важливими науковими програмами або практичними завданнями. Роботу

виконано відповідно до плану науково-дослідної роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2021–2025 рр. з теми 4.1 «Підвищення рівня функціональної незалежності та заняттєвої активності осіб різних нозологічних груп за допомогою програм ерготерапевтичних втручань».

Мета дослідження. Проаналізувати сучасні наукові підходи до оцінювання когнітивних порушень після ЧМТ з особливим акцентом на концепції функціональної когніції та ролі ерготерапії у відновленні пацієнтів, а також обґрунтувати доцільність валідації шкали Allen Cognitive Level Screen (ACLS) для використання в Україні.

Методи дослідження. У рамках цієї роботи було проведено огляд сучасної літератури з проблеми когнітивних порушень після ЧМТ та їх оцінювання. Здійснено пошук наукових публікацій 2015–2025 рр. у базах даних PubMed, Web of Science, Scopus за ключовими словами: traumatic brain injury, cognitive impairment, functional cognition, occupational therapy, Allen Cognitive Level Screen тощо. Відібрано найбільш релевантні статті, у тому числі систематичні огляди, експериментальні дослідження та клінічні настанови, що висвітлюють оцінювання когнітивних функцій, функціональну когніцію та ерготерапевтичні підходи до реабілітації після ЧМТ. Огляд має наративний характер; результати літературного аналізу узагальнено і структуровано за основними тематичними напрямками: поширеність і характер когнітивних порушень при ЧМТ, поняття функціональної когніції, методи оцінювання когнітивних функцій (традиційні та функціонально орієнтовані), роль ерготерапії та міжнародний досвід упровадження інструментів оцінювання когніції, зокрема шкали ACLS.

Результати дослідження та їх обговорення. ЧМТ здатна спричиняти дифузні пошкодження мозку, що проявляються порушеннями різних когнітивних доменів. Найбільш уразливими є увага, пам'ять, виконавчі функції, а також швидкість обробки інформації. Наприклад, за даними Д. Арсін'єгаса та співавт., розлади уваги, пам'яті та виконавчого контролю є найпоширенішими нейрокогнітивними наслідками ЧМТ будь-якого ступеня тяжкості [3]. Інші автори підтверджують, що після травми головного мозку часто відзначаються дефіцити пам'яті, уваги та виконавчих функцій [4; 14].

У пацієнтів із середнім та тяжким ступенями ЧМТ також нерідко спостерігається порушення мовлення, зниження швидкості мислення, труднощі з вирішенням проблем [3; 25]. Такі когнітивні розлади можуть поєднуватися з емоційно-поведінковими змінами — втратою мотивації, депресією, тривожністю, дратівливістю чи агресивністю, що додатково ускладнює соціальну реінтеграцію [4].

Когнітивні дефіцити після ЧМТ безпосередньо впливають на здатність людини до самостійного життя [10]. Дефіцит уваги та пам'яті унеможливорює ефективне виконання навіть простих послідовностей дій, а порушення виконавчих функцій призводять до труднощів у плануванні дня, веденні фінансових справ, прийнятті обґрунтованих рішень у побуті [5]. Як наслідок, обмежується заняттєва участь: людина може втратити здатність працювати за фахом, підтримувати сімейні та соціальні ролі, займатися улюбленими справами. У моделі МОНО (Model of Human Occupation) поняття «occupational participation» визначається як участь у роботі, іграх або повсякденних активностях, що є частиною соціокультурного контексту людини та відповідає її особистим прагненням [13; 17]. Втрата такої участі через когнітивні порушення істотно знижує якість життя людини. За даними нещодавнього огляду, ризик розвитку когнітивних порушень та деменції вищий у осіб, які зазнали навіть легкої ЧМТ, а повторні або тяжкі ЧМТ значно підвищують цей ризик [15]. Таким чином, когнітивні наслідки ЧМТ мають не лише гострий, але й віддалений ефект, збільшуючи ймовірність когнітивного занепаду у майбутньому. Це підкреслює важливість довготривалого моніторингу когнітивного статусу та превентивних реабілітаційних заходів.

Ерготерапевти є невід'ємними членами мультидисциплінарної команди реабілітації пацієнтів після ЧМТ, зокрема, коли йдеться про когнітивну реабілітацію та повернення до повсякденного життя. Їхня унікальна експертиза полягає у поєднанні знань про когнітивні процеси із розумінням того, як ці процеси забезпечують успішне заняттєве виконання. Ерготерапія приділяє увагу не лише відновленню порушених функцій, а й адаптації середовища та модифікації активності під можливості людини, навчання стратегіям компенсації. Наприклад, у разі порушень пам'яті ерготерапевт навчить користуватися зовнішніми нагадуваннями, у разі дефіциті

уваги — оптимізувати робоче місце, зменшувати відволікаючі фактори, у разі виконавчих дисфункцій — складати чек-листи й алгоритми дій для складних завдань. Важливим принципом є те, що когнітивні вправи мають бути пов'язані з реальними завданнями пацієнта. Сучасні підходи відходять від ізольованих терапевтичних вправ без прив'язки до життя [2; 24]. У фахових рекомендаціях зазначається, що когнітивні втручання мають бути безпосередньо пов'язані з виконанням значущих для пацієнта занять-вих активностей, тоді як ізольовані когнітивні вправи без такого зв'язку вважаються мало-ефективними [2]. Це офіційна рекомендація АОТА, що підкреслює пріоритетність заняттєво орієнтованих втручань. У процесі реабілітації після ЧМТ ерготерапевти разом із пацієнтом визначають, які життєві ролі та заняття є найбільш значущими та потребують відновлення. Далі, у процесі ерготерапії, практикують саме ці сфери заняттєвої активності або їх елементи, поступово підвищуючи їхню складність. Такий підхід забезпечує генералізацію навичок, тобто перенесення поліпшення когнітивних функцій у повсякденну активність. Дослідження свідчать, що ерготерапевтичні втручання, побудовані на навчанні стратегій та адаптації активності, здатні покращувати як когнітивне функціонування, так і здатність до самостійного виконання повсякденних завдань [5; 11; 12; 18]. Наприклад, було показано, що поєднання когнітивної реабілітації з орієнтування на професійні навички сприяє швидшому поверненню до роботи після ЧМТ [12; 22]. Хоча в цілому доказова база когнітивної реабілітації є неоднорідною, загальний висновок метааналізів полягає в тому, що реабілітаційні заходи дають користь у таких сферах, як увага, пам'ять, виконавчі функції, а також сприяють покращенню незалежності в повсякденному житті і соціальної інтеграції [5]. Ерготерапевти застосовують як відновлювальні підходи (тренування порушених функцій через спеціальні завдання), так і компенсаційні (навчання обходити наявні обмеження за допомогою асистивних технологій або через формування нових навичок).

В усьому світі ерготерапія визнається ключовим складником нейрореабілітації. Наприклад, у США стандарти медичної допомоги при ЧМТ передбачають обов'язкове залучення ерготерапевта для оцінювання когнітивних та функціональних потреб пацієнта ще у гострому періоді

[2]. В Австралії проведено низку досліджень практики ерготерапевтів у гострому стаціонарі, які виявили потребу у ширшому застосуванні стандартизованих методів оцінювання функціональної когніції [7; 8]. У відповідь на ці виклики досвідчені ерготерапевти розробляють модифіковані версії заняттєво орієнтованих інструментів оцінювання або поєднують оцінювання з навчанням у межах одного сеансу, щоб підвищити ефективність роботи [8]. У багатьох країнах впроваджуються спеціальні тренінги для ерготерапевтів із когнітивної реабілітації, а професійні асоціації (такі як АОТА, WFOT) розробляють рекомендації та освітні програми з цієї тематики [2]. В Україні ерготерапія як професія ще набирає розвитку, але вже створено освітні програми та клінічні настанови в лікарнях. Перенесення на український ґрунт найкращих міжнародних практик, таких як використання інструментів на зразок ACLS та заняттєво орієнтованих підходів, сприятиме підвищенню якості реабілітації за умови врахування локального контексту.

Традиційно оцінювання когнітивних функцій після ЧМТ здійснювалася клінічним психологом або неврологом за допомогою нейропсихологічних тестів (наприклад, тестів пам'яті, уваги, виконавчих функцій) або коротких скринінгових інструментів оцінювання (таких як MMSE чи MoCA). Ці методики цінні для виявлення та кількісного оцінювання окремих когнітивних дефіцитів. Однак результати таких тестів не відображають, як саме когнітивні порушення впливають на здатність пацієнта виконувати реальні повсякденні завдання. Останніми роками у сфері реабілітації набуває популярності концепція функціональної когніції, що фокусується на інтегрованій здатності людини застосовувати когнітивні навички під час виконання заняттєвої активності [2]. Згідно з визначенням Американської асоціації ерготерапії (АОТА), функціональна когніція — це когнітивна здатність виконувати щоденні завдання завдяки поєднанню метакогніції, виконавчих функцій, навичок виконання та поведінкових шаблонів [2]. Ерготерапевти підходять до оцінювання когніції саме з функціональної точки зору, аналізуючи, як когнітивні порушення впливають на здатність людини робити те, що вона хоче і повинна робити щодня [2; 7; 8]. На відміну від інструментів оцінювання, які орієнтовані безпосередньо на оцінювання порушення

когнітивної функції, оцінювання функціональної когніції передбачає спостереження за виконанням людиною значущих для неї активностей або моделювання такої активності у контрольованих умовах [8]. Дослідження показують, що використання заняттєво орієнтованих інструментів оцінювання дає більш точне уявлення про те, як особа справляється з повсякденними завданнями, ніж ті, які ізольовано мають фокус оцінювання відповідної когнітивної функції [5]. Заняттєво орієнтовані інструменти оцінювання в ерготерапії дозволяють оцінити не лише наявність когнітивного дефіциту, а і його практичні наслідки: які помилки людина робить під час завдання, які стратегії використовує, ступінь допомоги, якого потребує людина, ефективність та безпеку виконання активності [8]. Наприклад, проведення аналізу виконання занять із приготування простого блюда або організації покупок може виявити проблеми, непомітні під час стандартизованого оцінювання. Важливо, що результати таких заняттєво орієнтованих інструментів оцінювання краще прогнозують, чи зможе пацієнт самостійно впоратися вдома після виписки, порівняно з результатами стандартних когнітивних скринінгів [9; 10].

У міжнародній практиці розроблено низку стандартизованих заняттєво орієнтованих інструментів оцінювання функціональної когніції: тест приготування кави (Kettle Test), тест багатьох доручень (Multiple Errands Test), оцінювання моторно-процесуальних навичок (AMPS), система PRPP (Perceive, Recall, Plan, Perform) тощо. Проте ці комплексні методи потребують багато часу та спеціально обладнаного середовища, що не завжди придатно для гострих стаціонарних умов. Дослідження австралійських науковців виявило, що в реаліях стаціонару більшість ерготерапевтів (понад 90 %) оцінюють когніцію пацієнтів з ЧМТ шляхом неформалізованого спостереження за виконанням буденних завдань та опитування пацієнта / родичів [7]. Хоча ерготерапевти позитивно ставляться до аналізу виконання занять, їх застосування обмежене через брак часу, ресурсів та пристосованого середовища в умовах лікарні [7; 8]. Попри ці труднощі, міжнародні рекомендації наполягають, що стандартизовані тести функціонального виконання активності мають залишатися пріоритетним методом для оцінювання функціональної когніції пацієнта [2; 5]. З метою подолання розриву між потребою

у функціональній оцінці та практичними обмеженнями було створено кілька скорочених заняттєво орієнтованих скринінг-тестів, придатних для швидкого використання [8]. Одним із найпоширеніших серед них є шкала когнітивних рівнів Аллен — Allen Cognitive Level Screen (ACLS), яка набула популярності як швидкий інструмент оцінювання глобального когнітивного функціонування в контексті повсякденних занять [1; 11; 16].

Allen Cognitive Level Screen (ACLS) — це стандартизований скринінговий інструмент оцінювання, розроблений ерготерапевтом Клаудією Аллен та колегами, який дозволяє швидко оцінити загальний рівень когнітивного функціонування та навчального потенціалу особи з підозрою на когнітивні порушення [1; 16]. Шкала унікальна тим, що для оцінювання когніції замість традиційних запитань пропонує виконати практичне завдання — серію швейних стібків на спеціальному шматку шкіри з отворами по периметру [1]. Пацієнту демонструють і пропонують повторити три види швів із наростаючою складністю: простий «строчний» або «біговий» (running stitch) шов, шов «через край» (whipstitch), а також складний шов «кордован» (single cordovan stitch) [1]. Кожний наступний етап вимагає від пацієнта більшого розуміння інструкцій, здатності до навчання та самокорекції помилок. Наприклад, на етапі виконання шву «через край» (whipstitch) потрібно не лише повторити новий вид стібка, а й дотримуватися додаткових правил (щоб стрічка не скручувалася і світла сторона стрічки була зверху), що перевіряє увагу до деталей та робочу пам'ять [1]. На останньому етапі — шов «кордован» (cordovan stitch) — пацієнт має самостійно, без демонстрації, зрозуміти по готовому зразку, як виконати складний вузол, і відтворити його, що вимагає абстрактного мислення, ініціативи та навички вирішення проблем [1; 16]. Результат ACLS оцінюється за шкалою когнітивних рівнів Аллен від 0 до 6, де кожен рівень відповідає певній здатності до функціонування [1]. Шість рівнів Аллен відображають поступову ієрархію когнітивних навичок: від важкого порушення (рівень 1 — автоматичні дії) до норми (рівень 6 — планування дій) [1; 16]. Скринінг ACLS охоплює діапазон від 3.0 до 5.8 балів, тобто мінімальний функціональний рівень, який можна виявити інструментом оцінювання, — це 3.0 (примітивні маніпулятивні дії), а максимальний — 5.8

(незначні порушення, близькі до норми) [1; 11; 16]. Показник, нижчий за 3, означає, що людина не здатна виконувати навіть простий «біговий» шов (running stitch), що відповідає глибоким когнітивним порушенням, при яких потрібен постійний нагляд. Показники 4–5 відображають різні ступені когнітивних обмежень: наприклад, рівень 4 (goal-directed actions) припускає, що людина може виконувати зрозумілі рутинні завдання з опорою на наочні підказки, тоді як рівень 5 (exploratory actions) – вже здатність до навчання шляхом спроб і помилок, нехай із деякими неточностями. Рівень 6 (planned actions) – це умовна норма, здатність передбачати наслідки своїх дій і безпомилково виконувати нові складні завдання. Цей рівень у скринінгу ACLS безпосередньо не перевіряється (оскільки завдання шва «кордован» (single cordovan stitch) максимально відповідає рівню 5.8). Таким чином, ACLS орієнтований на виявлення середніх та помірно тяжких когнітивних порушень, що мають значення для самостійного життя [1; 11; 16].

Шкала Аллен вирізняється серед інших когнітивних інструментів оцінювання своєю функціональною спрямованістю та стислістю. Тест триває близько 15–20 хвилин, максимум – до 30 хвилин, і може проводитися безпосередньо біля ліжка пацієнта [1; 16]. Він належить до методик оцінювання виконання (performance-based) і дає можливість спостерігати, як пацієнт навчається нових дій, дотримується інструкцій, виправляє помилки, тобто фактично моделює процес вирішення практичного завдання [1; 16]. Це дозволяє непрямо оцінити потенціал до навчання та адаптації пацієнта, його виконавчі функції у дії (робочу пам'ять, увагу, самоконтроль) у реальному часі [1; 11]. Важливо, що для проведення оцінювання не потрібне дороге обладнання – лише стандартизований набір із шматка шкіри, шнурка, голки та інструкції, а також відповідна підготовка фахівця [1; 16]. ACLS розроблений спеціально для застосування ерготерапевтами або іншими фахівцями реабілітації, обізнаними щодо концепції когнітивних рівнів та навченими методики застосування шкали [1].

Хоча шкала Аллен історично створена для оцінювання пацієнтів із деменцією та психічними розладами, останні дослідження підтверджують її цінність і для осіб з набутою мозковою травмою (включно з ЧМТ) [11]. Зокрема,

у 2022 році в журналі Brain Injury опубліковано клінічне дослідження щодо валідазації ACLS-5 у вибірці пацієнтів з набутою мозковою травмою [11]. У цьому дослідженні 80 пацієнтів (середній вік – 52 роки) пройшли оцінювання за ACLS-5, Монреальською шкалою когнітивного оцінювання (MoCA) та шкалами повсякденної активності (Barthel Index і FIM+FAM). Результати показали статистично значущий кореляційний зв'язок між балами ACLS-5 та усіма іншими інструментами оцінювання [11]. Причому сила кореляції з MoCA була помірною ($p \approx 0,36$), тоді як з індексом Бартела та FIM+FAM – високою ($p > 0,50$) [11]. Це означає, що показник ACLS тісно пов'язаний не лише з формальними когнітивними здібностями, а й із рівнем функціональної незалежності у повсякденному житті. Іншими словами, чим вищий когнітивний рівень за Аллен, тим краще людина справляється з базовою та розширеною повсякденною активністю (самообслуговування, мобільність, комунікація тощо) [23]. Крім того, автори підтвердили, що ACLS-5 дозволяє швидко й ефективно прогнозувати когнітивне та функціональне виконання, оптимізуючи час обстеження та уникаючи перевтоми пацієнта [11]. Це особливо актуально для осіб, які не здатні довго зосереджуватися або фізично виконувати тривалі вимоги інструменту оцінювання. Таким чином, наукові дані підтримують використання ACLS як зручного інструменту скринінгу функціональної когніції, що поєднує оцінювання когнітивного статусу з оцінюванням практичних навичок.

Впровадження шкали ACLS в українську реабілітаційну практику є актуальним з кількох причин. По-перше, нині в Україні відсутні валідовані саме для нашої популяції короткі інструменти оцінювання функціональної когніції. Стандартизовані інструменти на кшталт MoCA чи MMSE мають українські версії і застосовуються для когнітивного скринінгу, проте вони не фокусуються на здатності людини до заняттєвого виконання. По-друге, розвиток професії ерготерапевта в Україні створює запит на дієві методики, які ерготерапевти можуть використовувати у своїй практиці для оцінювання та планування втручань. ACLS якраз розроблений для ерготерапевтів і вписується в їхню професійну парадигму, орієнтовану на заняттєву активність пацієнта. По-третє, зростаюча кількість пацієнтів із ЧМТ вимагає ефективних інструментів для

швидкого виявлення когнітивних порушень та оцінювання здатності до самостійного життя. Переклад, культурна адаптація і валідація ACLS для українських пацієнтів дозволить підвищити якість діагностики когнітивного дефіциту та сприятиме уніфікації підходів у реабілітації. У перспективі використання валідованої шкали ACLS в дослідницьких і клінічних цілях допоможе об'єктивно оцінювати ефективність реабілітаційних програм, відстежувати динаміку відновлення когнітивних функцій та прогнозувати результати втручань.

Одним із викликів у впровадженні методик на кшталт ACLS є забезпечення належної підготовки фахівців. Шкала Аллен вимагає від фахівця розуміння моделі когнітивних порушень (Cognitive Disabilities Model) та навичок інтерпретації результатів у контексті планування втручання [1]. Тому необхідно розробити навчальні модулі українською мовою для ерготерапевтів, нейропсихологів, фізичних терапевтів та лікарів, які б пояснювали принципи роботи з ACLS. Іншим аспектом є культурна адаптація: хоча сама шкала досить універсальна, інструкції та вербальні підказки мають бути перекладені зрозумілою для українського суспільства мовою з урахуванням особливостей сприйняття. Подальші дослідження в Україні мають оцінити психометричні властивості ACLS (надійність, валідність, чутливість до змін) на вибірках пацієнтів із ЧМТ різного ступеня тяжкості. Це дозволить офіційно рекомендувати його до використання. Також цікавим напрямом наукового пошуку є зіставлення ACLS з іншими методами (наприклад, порівняння з результатами нейропсихологічних тестів, шкалою соціально-побутової адаптації тощо) для формування комплексної моделі оцінювання. Врешті, валідний інструмент оцінювання функціональної когніції відкриває можливості для дослідження ефективності різних реабілітаційних втручань, де ACLS може слугувати чутливим критерієм результативності.

Висновки. Черепно-мозкова травма призводить до поширених когнітивних порушень, які мають глибокий вплив на здатність постраждалих самостійно жити та брати участь у значущих заняттях. У сучасній практиці реабілітації все більшого значення набуває оцінювання

функціональної когніції, тобто того, як людина застосовує свої когнітивні здібності у повсякденних справах. Підхід, орієнтований на функціональну когніцію, дозволяє краще зрозуміти реальні потреби пацієнта і спланувати ефективну терапію. Ерготерапевти відіграють ключову роль у команді, забезпечуючи місток між відновленням когнітивних функцій та відновленням здатності до заняттєвої участі. Ерготерапевти здійснюють оцінювання в динаміці, навчають пацієнтів стратегій компенсації та адаптують середовище, фокусуючись на досягненні максимального рівня незалежності в актуальних для людини сферах життя.

Allen Cognitive Level Screen зарекомендував себе на міжнародному рівні як швидкий та інформативний скринінговий інструмент для оцінювання глобального рівня когнітивного функціонування у пацієнтів із когнітивними порушеннями. Його унікальність полягає в поєднанні короткотривалості з високою прогностичною значущістю щодо повсякденного функціонування. ACLS заповнює прогалину між класичним нейропсихологічним обстеженням і практичним оцінювання функціональних навичок, даючи цілісну картину функціональної спроможності мозку. Валідизація цього інструменту для українських пацієнтів із ЧМТ є науково і практично обґрунтованою. Отримання адаптованої версії ACLS сприятиме підвищенню точності діагностики когнітивних розладів, покращенню індивідуалізації реабілітаційних програм та моніторингу їх ефективності в Україні. Це, своєю чергою, допоможе більшій кількості людей, які зазнали черепно-мозкової травми, повернутися до активного життя, реалізувати свій потенціал та реалізовувати соціальну активність.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на культурну адаптацію та психометричну валідацію Allen Cognitive Level Screen для українських пацієнтів із черепно-мозковою травмою, зокрема оцінку надійності, валідності та чутливості інструменту до змін у процесі реабілітації. Перспективним є також вивчення прогностичної цінності ACLS щодо заняттєвої активності та функціональної незалежності, а також його інтеграція у міждисциплінарні реабілітаційні програми.

Література

1. Allen CK, Austin SL, David SK, Earhart CA, McCraith DB, Riska-Williams L. Cognitive Disabilities Model: Revised Manual. 4th ed. Camden, NJ: Allen Publishing; 2007.
2. American Occupational Therapy Association (AOTA). What is functional cognition? AOTA Official Documents. 2020.
3. Arciniegas DB, Wortzel HS. Cognitive disorders after traumatic brain injury. *Psychiatr Clin North Am*. 2014;37(1):1–17.
4. Chan A, Ouyang J, Nguyen K, Jones A, Basso S, Karasik R. Traumatic brain injuries: a neuropsychological review. *Front Behav Neurosci*. 2024;18:1326115.
5. Cicerone KD, Goldin Y, Ganci K, et al. Evidence-based cognitive rehabilitation: Systematic review of the literature from 2009 through 2014. *Arch Phys Med Rehabil*. 2019;100(8):1515–1533.
6. Peeters W, van den Brande R, Polinder S, Brazinova A, Steyerberg EW, Lingsma HF, et al. Epidemiology of traumatic brain injury in Europe. *Acta Neurochir (Wien)*. 2015;157(10):1683–1696. doi:10.1007/s00701-015-2512-7.
7. Goodchild K, Lee H, Fleming J, Ownsworth T. Assessments of functional cognition used with patients following traumatic brain injury in acute care: A survey of Australian occupational therapists. *Occup Ther Health Care*. 2023;37(1):145–163.
8. Goodchild K, Lee H, Fleming J, Ownsworth T. Occupational therapists' cognitive assessment decision-making in acute traumatic brain injury care. *Trauma Care*. 2025;5(3):15.
9. Hanks RA, Rapport LJ, Millis SR, Deshpande SA. Measures of executive functioning predict instrumental activities of daily living after traumatic brain injury. *Clin Neuropsychol*. 1999;13(1):48–58.
10. Hart T, Whyte J, Polansky M, Millis S. Outcomes after traumatic brain injury and association with neuropsychological test performance. *J Head Trauma Rehabil*. 2003;18(2):115–128.
11. Huertas-Hoyas E, Pedrero-Pérez E, Damián-Torres M, Lozano-Ruiz C, Rios-Lago M. Clinical validation of the Allen's Cognitive Level Screen in acquired brain injury. *Brain Inj*. 2022;36(6):775–781.
12. Katz N, Hartman-Maeir A. Cognitive rehabilitation and functional outcomes in persons with traumatic brain injury. *Curr Opin Neurol*. 2005;18(6):681–686.
13. Kielhofner G (via Taylor RR, ed.). *Kielhofner's Model of Human Occupation*. 5th ed. Philadelphia: LWW; 2017.
14. Levin HS, Diaz-Arrastia R. Diagnosis, prognosis, and clinical management of mild traumatic brain injury. *Lancet Neurol*. 2015;14(5):506–517.
15. Ogonah MGT, Botchway S, Yu R, Schofield PW, Fazel S. An umbrella review of health outcomes following traumatic brain injury. *Nat Ment Health*. 2025;3(1):83–91.
16. Shirley Ryan AbilityLab. Allen Cognitive Level Screen (ACLS). Rehabilitation Measures Database. 2025. Available from: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures>.
17. Taylor RR, editor. *Kielhofner's Model of Human Occupation*. 5th ed. Philadelphia: LWW; 2017.
18. Toglia J, Golisz K. The multicontext approach to cognitive rehabilitation. In: Katz N, editor. *Cognitive Rehabilitation: Models and Approaches*. AOTA Press; 2011.
19. Torres A, McMillan TM. Executive deficits after traumatic brain injury: The role of occupational therapy. *NeuroRehabilitation*. 2017;40(4):501–513.
20. Headway – the brain injury association. Brain injury: a hidden disability. Report for Headway's Action for Brain Injury Week campaign "See the hidden me". Nottingham: Headway; 2022. Available from: <https://www.headway.org.uk/news-and-campaigns/campaigns/see-the-hidden-me>.
21. World Health Organization (WHO). *International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)*. Geneva: WHO; 2001.
22. Ylvisaker M, Turkstra LS, Coelho C, et al. Behavioural and social interventions for people with traumatic brain injury: A systematic review. *J Head Trauma Rehabil*. 2007;22(6):367–383.
23. Zgaljardić DJ, Seale GS, Schaefer KW, Temple RO. Neuropsychological assessment and functional outcomes after TBI. *Rehabil Psychol*. 2015;60(3):233–244.
24. Sohlberg MM, Mateer CA. *Cognitive Rehabilitation: An Integrative Neuropsychological Approach*. New York: Guilford Press; 2001.
25. McDonald S, Togher L, Code C. *Communication Disorders Following Traumatic Brain Injury*. New York: Psychology Press; 2014.
26. Egan M, Restall G, editors. *The Canadian Model of Occupational Participation: Collaborative relationship-focused occupational therapy*. Ottawa: Canadian Association of Occupational Therapists (CAOT); 2022.

ORCID 0000-0003-4453-375X, kalinkina.pt@gmail.com

ORCID 0009-0004-6535-1087, danylo.kolos99@gmail.com

Дата першого надходження статті до видання: 11.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 09.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Заняттєва активність осіб із деменцією та роль ерготерапії в її підтримці

УДК 615.851:616.89

**М. С. Балаж², Н. Я. Штоковецька^{1,3},
О. М. Клецкова¹**

¹Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

²Український католицький університет, Львів, Україна

³Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна

Резюме. *Мета.* Проаналізувати вплив деменції на заняттєву активність осіб із деменцією та обґрунтувати роль ерготерапії в її оптимізації. *Методи.* У дослідженні застосовано методи аналізу, синтезу та узагальнення даних сучасної науково-методичної літератури. Пошук і добір публікацій здійснювали в міжнародних базах даних PubMed, Cochrane Library, Web of Science, Scopus та Google Scholar з урахуванням їх відповідності темі дослідження. *Результати.* Установлено, що деменція насамперед призводить до порушення інструментальної та дозвіллевої діяльності. З прогресуванням захворювання істотно зростає залежність у базовій активності повсякденного життя, що обмежує участь та супроводжується погіршенням якості життя осіб із деменцією і підвищенням навантаження на їхніх опікунів. Визначено, що рівень залежності в базовій та інструментальній активності повсякденного життя тісно пов'язаний зі зниженням якості життя осіб, які здійснюють догляд. Показано, що для осіб із деменцією та їхніх опікунів пріоритетним є збереження самостійності в базовій активності повсякденного життя та можливість продовжувати участь у функціональних і дозвіллевих видах заняттєвої активності. Узагальнення результатів наукових досліджень свідчить, що ерготерапевтичні втручання сприяють оптимізації заняттєвої активності, зменшенню поведінкових і психологічних симптомів деменції та підвищенню якості життя осіб із деменцією і їхніх опікунів. Водночас у практиці потенціал ерготерапії при деменції реалізується не повною мірою, з переважним фокусом на підтримці активності повсякденного життя. Отримані результати підтверджують доцільність подальшого розвитку та впровадження ерготерапевтичних підходів, спрямованих на підтримку заняттєвої активності осіб із деменцією.

Ключові слова: ерготерапія, заняттєва активність, якість життя, деменція, когнітивні порушення.

Occupational performance of people with dementia and the role of occupational therapy in its support

M. S. Balazh², N. Ya. Shtokovetska^{1,3}, O. M. Kletsikova¹

¹National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

²Ukrainian Catholic University, Lviv, Ukraine

³Khmelnytsky National University, Khmelnytsky, Ukraine

Abstract. *Aim.* To analyse the impact of dementia on the occupational performance of people with dementia and to substantiate the role of occupational therapy in its optimisation. *Methods.* The study employed methods of analysis, synthesis, and generalization of data from contemporary scientific and methodological literature. The search

and selection of publications were conducted in the international databases PubMed, Cochrane Library, Web of Science, Scopus, and Google Scholar, based on their relevance to the research topic. *Results.* It was established that dementia primarily leads to impairments in instrumental activities of daily living, as well as to limitations in social and leisure activities. With disease progression, dependence in basic activities of daily living increases substantially, which restricts participation and is accompanied by a deterioration in the quality of life of people with dementia and an increased burden on their caregivers. It was determined that the level of dependence in both basic and instrumental activities of daily living is closely associated with a decline in caregivers' quality of life. It was shown that for people with dementia and their caregivers, maintaining independence in basic activities of daily living and preserving the opportunity to continue participation in functional and leisure occupations are priority outcomes. The synthesis of research findings indicates that occupational therapy interventions contribute to the optimisation of occupational performance, reduction of behavioural and psychological symptoms of dementia, and improvement of the quality of life of people with dementia and their caregivers. At the same time, in practice, the potential of occupational therapy in dementia care is not fully realised, with a predominant focus on supporting activities of daily living. The obtained results confirm the relevance of further development and implementation of occupational therapy approaches aimed at supporting the occupational performance of people with dementia.

Keywords: occupational therapy, occupation, quality of life, dementia, cognitive impairment.

Постановка проблеми. З огляду на зростання частки осіб старшого віку в структурі населення, одним із ключових викликів для систем охорони здоров'я на глобальному рівні є підвищення поширеності нейродегенеративних захворювань, зокрема деменції [35]. За наявними оцінками, у світі реєструється один новий випадок деменції приблизно кожні три секунди, що відповідає близько 10 млн нових випадків щорічно. За оцінками експертів, глобальна кількість осіб, які живуть із деменцією, перевищує 55 млн, а очікувана поширеність становитиме 78 млн у 2030 році та 139 млн у 2050-му [10]. За епідеміологічними оцінками, в Україні станом на 2019 рік деменцію діагностовано приблизно в 651 773 осіб [12].

Деменція — це важкий нейрокогнітивний розлад, який характеризується прогресувальним зниженням когнітивних функцій, що може виявлятися порушеннями уваги, виконавчих функцій, пам'яті, мови, перцептивно-рухового функціонування, соціального пізнання та наростанням поведінкових і емоційних симптомів [4; 35]. Такі зміни поступово знижують здатність людини ініціювати, планувати та виконувати заняттєві дії, що негативно впливає на базову та інструментальну активність повсякденного життя, професійну та дозвіллеву діяльність і соціальну участь. З прогресуванням деменції втрачаються або змінюються звичні ролі, зростає залежність від сторонньої допомоги, що призводить до погіршення

якості життя як самої людини з деменцією, так і її опікунів [5; 20].

З огляду на прогнозоване подальше зростання кількості осіб, які живуть із деменцією, а також пов'язаних із цим потреб у догляді та підтримці, деменція розглядається як один із пріоритетних викликів громадського здоров'я на міжнародному рівні [15]. Дедалі більше науковців зосереджуються не лише на вивченні клінічних проявів деменції та її медикаментозному веденні, а й на дослідженні впливу цих порушень на заняттєву активність особи та на визначенні ролі немедикаментозних втручань, зокрема ерготерапії, у підтримці людей, які живуть із деменцією [9; 34]. Починає з'являтися дедалі більше досліджень які доводять, що заняттєво орієнтовані втручання ерготерапії дають змогу людям з деменцією довше зберігати незалежність у заняттєвій активності та брати участь у важливих для них сімейних та соціальних ролях [25; 26].

Водночас, попри зростання уваги фахівців до ролі ерготерапії при деменції, залишається недостатньо систематизованим розуміння того, як деменція впливає на різні аспекти заняттєвої активності та які сфери є пріоритетними з погляду самих осіб із деменцією, їхніх опікунів і, відповідно, для ерготерапевтичних втручань. Це ускладнює визначення цільових напрямів втручань і наукове обґрунтування пріоритетів заняттєво орієнтованих програм [26].

У цьому контексті актуальним є огляд і систематизація сучасних наукових підходів до розуміння впливу деменції на заняттєву активність та ролі ерготерапії в підтримці та збереженні заняттєвої участі.

Зв'язок роботи з важливими науковими програмами або практичними завданнями. Роботу виконано відповідно до плану науково-дослідної роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2021–2025 рр. за темою 4.1 «Підвищення рівня функціональної незалежності та заняттєвої активності осіб різних нозологічних груп за допомогою програм ерготерапевтичних втручань».

Мета дослідження — проаналізувати вплив деменції на заняттєву активність осіб із деменцією та обґрунтувати роль ерготерапії в її оптимізації.

Методи дослідження. У роботі застосовано методи аналізу, синтезу та узагальнення даних наукової літератури. Пошук публікацій здійснювався в міжнародних базах даних PubMed, Cochrane Library, Web of Science, Scopus та Google Scholar з добором джерел, релевантних темі дослідження.

Результати дослідження та їх обговорення. Деменція є тяжким нейрокогнітивним розладом, що характеризується комплексними порушеннями когнітивного, поведінкового та емоційного функціонування й має суттєві наслідки для повсякденного життя людини [10; 22].

У п'ятому виданні діагностично-статистичного посібника з психічних розладів («The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th Edition» [4]) деменція описується як різновид значного нейрокогнітивного розладу, для якого характерні виражені порушення щонайменше в одній із когнітивних сфер. Розлади уваги можуть проявлятися в зниженні здатності підтримувати, розподіляти та вибірково спрямовувати увагу, а також у сповільненні переробки інформації. Порушення виконавчих функцій охоплюють труднощі планування, ухвалення рішень, використання робочої пам'яті, застосування зворотного зв'язку та зниження когнітивної гнучкості. У сфері навчання й пам'яті спостерігаються труднощі засвоєння та відтворення нової інформації, повторення одних і тих самих висловлювань, неможливість утримувати в пам'яті короткі послідовності дій і постійна

потреба в зовнішніх нагадуваннях. Мовленнєві порушення можуть стосуватися як експресивної, так і рецептивної мови та виявлятися збідненням словникового запасу, використанням узагальнених заміників замість конкретних слів, граматичними помилками й стереотипними висловлюваннями [4]. У перцептивно-моторній сфері можуть виникати труднощі виконання раніше автоматизованих дій, користування інструментами, керування транспортними засобами та орієнтування в знайомому середовищі. У сфері соціального пізнання характерними є зміни поведінки, зниження чутливості до соціальних норм і сигналів, труднощі розпізнавання емоцій, зменшення емпатії, розгальмування та зниження усвідомлення власного стану [4].

Такі прояви деменції істотно порушують повсякденне функціонування, зумовлюють поступове зростання залежності в процесі заняттєвої активності, обмежують участь та погіршують якість життя осіб із деменцією, а також призводять до зростання навантаження на опікунів [16; 17].

У цьому контексті ключового значення набувають ерготерапевтичні втручання, спрямовані на підтримку виконання повсякденних занять і збереження функціональної незалежності.

Ефективна реалізація ерготерапевтичних втручань потребує чіткого розуміння впливу деменції на різні сфери заняттєвої активності людини, а також визначення тих її аспектів, порушення яких є найбільш значущими для осіб із деменцією та їхніх опікунів.

Поняття «заняттєва активність» є базовим в ерготерапії та потребує уточнення в контексті аналізу деменції. В ерготерапії заняттєва активність (occupation) визначається як цілеспрямована, регулярна й тривала багатокомпонентна діяльність, яка є бажаною або очікуваною для людини, пов'язана із задоволенням та відчуттям досягнення та надає їй життю зміст і мету [1; 7].

Структуроване розуміння заняттєвої активності подано в «Рамці професійної практики ерготерапії» Американської асоціації ерготерапії (Occupational Therapy Practice Framework, OTPF-4), відповідно до якої вона розглядається через систему доменів, що охоплюють активність повсякденного життя (activities of daily living, ADL), інструментальну активність повсякденного життя (instrumental activities of daily living, IADL), управління здоров'ям, відпочинок

і сон, освіту, роботу, гру, дозвілля та соціальну участь [3]. Такий підхід демонструє, що змістовні види діяльності формують цілісну структуру повсякденного життя людини та є ключовими для підтримання її функціонування, благополуччя й участі в житті спільноти.

Згідно з даними досліджень, для людей похилого віку, які живуть із деменцією, найбільш релевантними є домени ADL, IADL, відпочинку і сну, дозвілля та соціальної участі, оскільки саме в цих сферах найчастіше виникають труднощі, що безпосередньо впливають на рівень незалежності, якості життя та потребу в сторонній допомозі [11].

Слід підкреслити, що вплив деменції на заняттєву активність є гетерогенним і залежить від стадії та підтипу деменції, індивідуальних характеристик людини й контексту виконання занять. На ранніх стадіях найчастіше порушується виконання складних, багатокрокових і менш рутинних видів інструментальної активності повсякденного життя, зокрема мобільності в громаді, керування прийомом ліків, користування технологіями, а для осіб працездатного віку — збереження зайнятості [30]. Водночас можуть з'являтися труднощі в окремих елементах ADL, зокрема під час одягання та купання, хоча зазвичай вони виникають рідше, як порівняти з IADL [14].

Емпіричні дані якісних і змішаних досліджень деталізують механізми, через які рання деменція змінює заняттєву активність. Так, Edwards et al. [9] показали, що вже на ранніх етапах зростають труднощі у виконанні IADL, насамперед під час складних, незнайомих і нерутинних завдань, що поступово знижує автономію та підвищує залежність від інших. Окремо описано раннє обмеження участі в соціальних і дозвілєвих видах діяльності, що пов'язується як із когнітивно-мовленнєвими труднощами, так і з реакціями соціального оточення на стан людини. Водночас люди з деменцією використовують компенсаторні стратегії (модифікація способу виконання завдань, зовнішні підказки, технічні засоби підтримки, переорієнтація ролей), що може підтримувати участь у значущих для них видах активності навіть за наявності прогресувальних обмежень [9].

Окремим, клінічно значущим впливом деменції на заняттєву активність є труднощі, пов'язані з прийомом їжі та пиття й ковтанням у побутовому контексті. У якісному дослідженні

O'Neill et al. [23] на основі напівструктурованих домашніх інтерв'ю з людьми, які живуть із деменцією, та членами їхніх сімей, які здійснюють догляд, описано, що зв'язок між змінами в харчуванні / питті / ковтанні та деменцією часто залишається непомітним для сім'ї, попри наявність спостережуваних змін. За наявності таких труднощів учасники повідомляли про компенсаторні модифікації повсякденних звичок і водночас про потребу в доступі до інформації та підтримки. Автори дослідження підкреслюють, що недостатня поінформованість сімей та обмежений доступ до спеціалізованої допомоги призводять до пізнього виявлення цих порушень і відтермінування відповідних втручань [23].

Функціональні обмеження в ADL/IADL пов'язані не лише з ризиком помилок і невиконання дій, а й зі зростанням напруження, тривоги та потреби в зовнішній підтримці [8]. У довшій перспективі труднощі ініціювання й виконання повсякденних занять асоціюються зі зниженням благополуччя та якості життя як у людей із деменцією, так і в осіб, які здійснюють догляд [13], а також із наростанням нейропсихіатричних симптомів, зокрема апатії та депресії [27]. Зростання залежності також асоціюється зі збільшенням прямих і непрямих витрат на догляд, що відображається у вищому використанні ресурсів системи охорони здоров'я [21].

Профіль порушень заняттєвої активності при деменції слід інтерпретувати також у ширшій структурі незадоволених потреб людини та її сім'ї. Так, за даними Scharf et al. [28; 29], 62,5 % осіб із деменцією, які проживають у громаді, мають щонайменше одну незадоволену потребу. Найчастіше проблемними сферами для жінок і чоловіків є потреби, пов'язані з пам'яттю та активністю повсякденного життя; додатково жінки частіше повідомляють про незадоволені потреби в соціальних взаємодіях і підтримці, тоді як у чоловіків частіше відзначаються потреби в соціальному консультуванні та правовій підтримці. Кількість незадоволених потреб асоціюється з рівнем соціальної підтримки та освіти, соматичним і функціональним станом, депресивними симптомами, фінансовими труднощами та самотністю [28; 29].

Слід зауважити, що одним із ключових шляхів підтримки якості життя осіб із деменцією є забезпечення можливостей для продовження

участі в заняттях, які є для них важливими та змістовними. Водночас спостерігаються суттєві індивідуальні відмінності в сприйнятті значущості занять; при цьому залишається недостатньо з'ясованим, які саме чинники надають заняттєвій активності змісту для людей із деменцією та як реалізація цих занять залежить від середовища, у якому вони перебувають [15].

Досліджуючи значущість окремих видів заняттєвої активності для людей, які живуть із деменцією, Harding et al. [15] дійшли висновку, що для цієї групи осіб змістовними є як функціональні види активності, зокрема ADL/IADL, так і приємні види активності, пов'язані з дозвіллям, хобі, творчими та іншими заняттями, які приносять задоволення. Було зазначено, що люди з деменцією прагнуть продовжувати ці заняття, навіть якщо це потребує адаптації завдань або допомоги з боку опікунів. Окрім того, для людей із деменцією важливим є не лише результат діяльності, а й сам процес виконання заняття, який забезпечує задоволення, зосередженість і відчуття власної значущості. Також автори визначили, що в повсякденних заняттях реалізується взаємність турботи, оскільки люди з деменцією прагнуть далі піклуватися про інших та зберігати сімейні ролі. У досліджуваній групі опікуни свідомо доручали особі з деменцією посильні завдання, зокрема поливання квітів, складання посуду, розкладання речей чи догляд за домашніми тваринами. Визначено, що це сприяє збереженню відчуття внеску, ролі та «нормальності» сімейного життя [15].

В іншому дослідженні, проведеному Speckemeier et al. [33], встановлено, що пріоритетними для осіб із деменцією, які проживають у закладах тривалого перебування, є заняття, які передбачають проведення часу на свіжому повітрі, залучення до фізичної активності, соціальні взаємодії та контакт із природою і тваринами [33].

Так, наведені дані свідчать, що підтримка заняттєвої активності осіб із деменцією має ґрунтуватися на індивідуально значущих заняттях, які забезпечують участь, відчуття ролі та збереження зв'язку з повсякденним життям незалежно від умов проживання.

Як згадувалося вище, вплив деменції виходить за межі функціонування самої людини та суттєво позначається на якості життя осіб, які здійснюють догляд (опікунів). Погіршення

повсякденного функціонування та поведінкові прояви деменції є значущими предикторами зростання навантаження на неформальних опікунів; при цьому цей зв'язок частково опосередковується обсягом часу, витраченого на догляд [2; 18].

Наявні дані свідчать, що саме члени сім'ї є основними опікунами для більшості осіб із деменцією, однак така форма догляду часто асоціюється з погіршенням фізичного та психічного здоров'я, обмеженням повсякденної активності та зниженням якості життя самих опікунів. Особливо вразливою є група літніх опікунів, які нерідко мають власні хронічні захворювання та додаткові потреби в підтримці [22]. У цьому контексті ерготерапія розглядається як важливий напрям допомоги, спрямований на зменшення тягаря догляду та покращення якості життя опікунів.

Дослідження, присвячені аналізу взаємозв'язку між залежністю осіб із деменцією в активності повсякденного життя та навантаженням опікунів, демонструють диференційований вплив окремих сфер функціонування. Cousins-Whitus et al. [7] встановили, що більша залежність у базовій активності повсякденного життя, зокрема під час одягання, купання, користування туалетом і пересування, асоціюється зі значним зростанням навантаження на опікуна, обмеженням його часу, зниженням соціальної активності, посиленням емоційного напруження та погіршенням якості життя. Натомість залежність в інструментальній активності повсякденного життя частіше пов'язується з відчуттям роздратування, особливо на ранніх стадіях деменції [7].

Пріоритети сімейних опікунів щодо збереження функціональної незалежності осіб із деменцією також мають вибіркового характеру. За результатами дослідження Cho et al. [6], найбільш значущими для опікунів є здатність до самостійного користування туалетом без епізодів нетримання, безпечно пересування, можливість виходити з дому й повертатися, залишатися вдома наодинці, а також самостійний прийом ліків, прийом їжі за столом, підтримання особистої гігієни та приготування простої їжі. Натомість управління фінансами розглядається опікунами як менш критична сфера функціонування [6].

Наведені вище дані підкреслюють роль ерготерапії у роботі з особами, які мають деменцію та членами їхніх сімей.

У систематичних оглядах і метааналізах ерготерапія послідовно описується як важливий компонент підтримки людей, які живуть із деменцією, та їхніх опікунів. У межах фахової ролі ерготерапевти здійснюють оцінювання заняттєвої активності й формують заняттєвий профіль клієнта, розробляють індивідуалізовані програми втручань для підтримки участі в значущій діяльності, адаптують завдання та середовище до функціональних можливостей особи, а також навчають опікунів практичних стратегій догляду [5; 11; 26].

Підтримка максимально можливого рівня самостійності в активності повсякденного життя розглядається як один із ключових напрямів ерготерапії з огляду на її зв'язок із навантаженням опікунів. Збереження незалежності в ADL та IADL може асоціюватися зі зменшенням тягаря догляду та покращенням суб'єктивного благополуччя осіб, які здійснюють догляд [6; 7].

Водночас дані наукової літератури свідчать, що ерготерапевтичні втручання при деменції, зокрема на ранніх стадіях, мають виходити за межі підтримки лише базової активності повсякденного життя та містити компоненти, спрямовані на збереження соціальної участі й психічного благополуччя. Edwards et al. [9] наголошують, що ефективність таких програм значно залежить від персоналізації відповідно до індивідуальних потреб, попереднього досвіду та життєвих обставин осіб із деменцією та їхніх опікунів [9].

Емпіричну основу для окремих напрямів втручань узагальнено в систематичних оглядах, присвячених різним умовам проживання та профілям потреб осіб із деменцією. Зокрема, Uceda-Portillo et al. [34] проаналізували ерготерапевтичні втручання для осіб літнього віку з деменцією, які проживають у закладах тривалого перебування; до спектра підходів увійшли заняттєво орієнтовані програми, програми фізичної, когнітивної та сенсорної активності, модифікація фізичного й соціального середовища, а також навчання персоналу. За висновками авторів, такі втручання можуть помірно покращувати фізичне та когнітивне функціонування, зменшувати поведінкові й психологічні симптоми та покращувати суб'єктивно сприйману якість життя осіб із деменцією [34].

У систематичному огляді Metzger et al. [20] узагальнено дані щодо ефективності когнітивно

орієнтованих програм, музичних втручань, фізичних вправ, танцювальних програм і ремінісцентної терапії як складників ерготерапевтичних втручань при деменції. Автори зазначають, що за умови достатньої тривалості, поєднання кількох підходів і орієнтації на особу ці програми мають помірний, але статистично значущий позитивний вплив на когнітивне функціонування, пам'ять, виконавчі та зорово-просторові функції осіб, які живуть із деменцією [20].

Узагальнення результатів окремих досліджень і синтезів також указує на потенційну ефективність заняттєво орієнтованих програм, музичної терапії, фізичних вправ, ремінісцентної терапії та сенсорної стимуляції, а також втручань із модифікації середовища й навчання осіб, які здійснюють догляд, у контексті зниження поведінкових і психологічних симптомів деменції та покращення якості життя як осіб із деменцією, так і їхніх опікунів [11; 19].

Однак, попри накопичення доказів щодо ефективності ерготерапевтичних підходів, у практиці роль ерготерапії при деменції нерідко залишається недостатньо чітко артикульованою для членів родини та фахівців інших спеціальностей. У дослідженні Richards et al. [26] показано, що члени сім'ї осіб із деменцією та персонал закладів тривалого перебування частіше сприймають ерготерапію як додаткову активність, спрямовану на підтримку залученості, рухливості та організацію дозвілля, тоді як ерготерапевти визначають свою фахову роль передусім через забезпечення участі людини в значущій заняттєвій активності, узгодженій із життєвим досвідом, цінностями та актуальними можливостями. Реалізація цієї ролі передбачає застосування заняттєво орієнтованих втручань, терапії спогадами, мультисенсорних підходів, когнітивних програм, асистивних технологій, модифікації середовища та навчання опікунів ефективним стратегіям догляду [24; 26; 32]. Так, недостатнє розуміння фахової ролі ерготерапії та спектра її інтервенцій може асоціюватися з обмеженим залученням ерготерапевта в систему допомоги при деменції.

Окремою проблемою в літературі описується звуження фокусу ерготерапевтичної практики переважно до підтримки активності повсякденного життя, інструментальної активності повсякденного життя та когнітивно орієнтованих підходів. Galof [11] та Cousins-Whitus et al. [7] зазначають, що творчі й експресивні

види заняттєвої активності нерідко залишаються поза увагою, попри їхній позитивний вплив на настрій, поведінку, соціальну участь і суб'єктивне благополуччя осіб із деменцією.

У сучасних підходах наголошується, що заняттєва активність має розглядатися як центральний об'єкт оцінювання та втручання при деменції, а не як другорядний або суто «розважальний» компонент догляду. Відповідно, програми втручань доцільно вибудовувати на основі життєвої історії людини, її ролей, інтересів і цінностей, а не лише на підставі діагнозу чи рівня когнітивного порушення; це передбачає підтримку як активностей, орієнтованих на виконання завдань і досягнення, так і більш пасивних форм активності, що забезпечують комфорт, відчуття належності та зв'язок із домом і близькими. Окремого значення набуває збереження взаємності турботи, тобто створення умов, за яких люди з деменцією можуть продовжувати піклуватися про інших і підтримувати сімейні ролі [15; 31].

Так, сучасна література вказує на потребу ширшого та більш послідовного впровадження ерготерапевтичних підходів, які поєднують підтримку повсякденного функціонування з пріоритезацією значущої участі та ролей осіб із деменцією.

Висновки. Деменція є тяжким нейрокогнітивним розладом, що супроводжується прогресувальними когнітивними, поведінковими та емоційними порушеннями і призводить до істотних обмежень повсякденного функціонування.

Аналіз літератури свідчить, що вже на ранніх стадіях деменції виникають труднощі у виконанні інструментальної активності повсякденного життя, дозвілєвих занять і соціальної участі, які з прогресуванням захворювання трансформуються в зростання залежності від

сторонньої допомоги, втрату звичних ролей та погіршення якості життя осіб із деменцією і їхніх опікунів.

Найбільш значущими для осіб із деменцією та їхніх опікунів є збереження незалежності в базовій активності повсякденного життя, участь у змістовних заняттях і можливість підтримувати сімейні та соціальні ролі. При цьому наукові дані підтверджують однакову важливість як функціональних видів активності (ADL, IADL), так і приємних дозвілєвих та творчих занять для благополуччя людей із деменцією.

Ерготерапія відіграє ключову роль у підтримці заняттєвої активності та покращенні якості життя осіб із деменцією і їхніх опікунів. Водночас у практиці її роль нерідко залишається обмеженою, з фокусом переважно на активності повсякденного життя та недостатнім залученням ширшого спектра заняттєво орієнтованих підходів, зокрема творчих й експресивних видів діяльності.

Отримані результати обґрунтовують доцільність подальшого розвитку й впровадження персоналізованих програм ерготерапії при деменції, спрямованих на оптимізацію заняттєвої активності, підтримку значущої участі та комплексну допомогу опікунам, а також потребу в чіткішому визначенні професійних орієнтирів і розширенні доказової бази у цій сфері.

Перспективи подальших досліджень передбачають розроблення та апробацію заняттєво орієнтованих моделей ерготерапевтичних втручань для осіб із деменцією, подальше уточнення змісту й меж професійної діяльності ерготерапевтів у цій сфері та формулювання рекомендацій щодо інтеграції ерготерапії у вітчизняну систему допомоги особам із деменцією та їхнім опікунам.

Література

1. Мангушева ОО. Короткий термінологічний словник ерготерапії. Київ: ГО «Українське товариство ерготерапевтів». 2021. 17 с.
2. Allen AP, Buckley MM, Cryan JF, Ní Chiorcáin A, Dinan TG, Kearney PM, et al. Informal caregiving for dementia patients: the contribution of patient characteristics and behaviours to caregiver burden. *Age Ageing*. 2019;49(1):52–56. DOI: 10.1093/ageing/afz128
3. American Occupational Therapy Association. Occupational therapy practice framework: domain and process. 4th ed. *Am J Occup Ther*. 2020;74(Suppl 2):7412410010p1–7412410010p87. DOI: 10.5014/ajot.2020.74S2001.
4. American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 5th ed. Washington (DC): American Psychiatric Association; 2013.
5. Bennett S, Laver K, Voigt-Radloff S, Letts L, Clemson L, Graff M, et al. Occupational therapy for people with dementia and their

family carers provided at home: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2019;9(11):e026308. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-026308.

6. Cho E, Yang Y, Kim HK, Kim HY. Priorities of family caregivers in preserving functional abilities of individuals with Alzheimer's disease living at home: a best-worst scaling approach. *Res Community Public Health Nurs*. 2024;35(2):156–167. DOI: 10.12799/rcphn.2024.00556.

7. Cousins-Whitus E, Patrick K, Martin J, Was C, Drost J, Spitznagel MB. Activities of daily living in dementia differentially contribute to factors of caregiver burden. *J Dementia Alzheimers Dis*. 2025;2(4):40. DOI: 10.3390/jdad2040040.

8. Edwards BM. 'A window of opportunity': Describing and developing an evidence-, theory-, and practice-informed occupational therapy intervention for people living with early-stage dementia [dissertation]. Cardiff: Cardiff University; 2022.

9. Edwards BM, Busse M, Clouston TJ, Hannigan B. Exploring the impact of early-stage dementia on everyday activities. *Br J Occup Ther*. 2024;87(11):704–714. DOI: 10.1177/03080226241261178.
10. Gale SA, Acar D, Daffner KR. Dementia. *Am J Med*. 2018;131(10):1161–1169. doi:10.1016/j.amjmed.2018.01.022.
11. Galof K. Living with dementia in a care home: facilitating participation in activities. *Front Sports Act Living*. 2025;7:1563025. DOI: 10.3389/fspor.2025.1563025.
12. GBD 2019 Dementia Forecasting Collaborators. Estimation of the global prevalence of dementia in 2019 and forecasted prevalence in 2050: an analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Public Health*. 2022;7(2):e105–e125. DOI: 10.1016/S2468-2667(21)00249-8.
13. Giebel CM, Sutcliffe C. Initiating activities of daily living contributes to well-being in people with dementia and their carers. *Int J Geriatr Psychiatry*. 2018 Jan;33(1):e94–e102. doi: 10.1002/gps.4728. Epub 2017 May 3. PMID: 28467006
14. Giebel CM, Sutcliffe C, Stolt M, Karlsson S, Renom-Guiteras A, Soto M, et al. Deterioration of basic activities of daily living and their impact on quality of life across different cognitive stages of dementia: a European study. *Int Psychogeriatr*. 2014 Aug;26(8):1283–93. DOI: 10.1017/S1041610214000775
15. Harding E, Sullivan MP, Camic PM, Yong KXX, Stott J, Crutch SJ. “I want to do something”: exploring what makes activities meaningful for community-dwelling people living with dementia. *Qual Health Res*. 2024;34(13):1286–1302. DOI: 10.1177/10497323241239487.
16. Jia J, Xu J, Liu J, Wang Y, Wang Y, Cao Y, et al. Comprehensive management of daily living activities, behavioral and psychological symptoms, and cognitive function in patients with Alzheimer's disease: a Chinese consensus. *Neurosci Bull*. 2021;37(7):1025–1038. DOI: 10.1007/s12264-021-00701-z.
17. Kanemoto H, Sato S, Satake Y, Koizumi F, Taomoto D, Kanda A, et al. Impact of behavioral and psychological symptoms on caregiver burden in patients with dementia with Lewy bodies. *Front Psychiatry*. 2021;12:753864. DOI: 10.3389/fpsy.2021.753864.
18. Lin CY, Shih PY, Ku LE. Activities of daily living function and neuropsychiatric symptoms of people with dementia and caregiver burden: The mediating role of caregiving hours. *Arch Gerontol Geriatr*. 2019;81:25–30. DOI: 10.1016/j.archger.2018.11.009
19. Lu S, Zhang AY, Liu T, Choy JCP, Ma MSL, Wong G, et al. Degree of personalisation in tailored activities and its effect on behavioural and psychological symptoms and quality of life among people with dementia: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2021;11(11):e048917. DOI: 10.1136/bmjopen-2021-048917.
20. Metzger L, Henley L, Smallfield S, Green M, Rhodus EK. Interventions within the scope of occupational therapy to improve cognitive performance for individuals with dementia and mild cognitive impairment (2018–2022). *Am J Occup Ther*. 2023;77(Suppl 1):7710393260. DOI: 10.5014/ajot.2023.77S10026.
21. Michalowsky B, Flessa S, Eichler T, Hertel J, Dreier A, Zwingmann I, et al. Healthcare utilization and costs in primary care patients with dementia: baseline results of the Delphi-trial. *Eur J Health Econ*. 2018 Jan;19(1):87–102. DOI: 10.1007/s10198-017-0869-7.
22. Oliveira D, da Mata FAF, Aubeeluck A. Quality of life of family carers of people living with dementia: review of systematic reviews of observational and intervention studies. *Br Med Bull*. 2024;149(1):1–12. DOI: 10.1093/bmb/ldad029.
23. O'Neill M, Duffy O, Henderson M, Davis A, Kernohan WG. Exploring the connection between dementia and eating, drinking and swallowing difficulty: Findings from home-based semi-structured interviews. *Int J Lang Commun Disord*. 2023 Sep-Oct;58(5):1738–1751. DOI: 10.1111/1460-6984.12899. Epub 2023 May 23. PMID: 37219383
24. Otaka Y, Kitamura S, Suzuki M, Maeda A, Kato C, Ito R, et al. Effects of rehabilitation program focused on improving real-life daily activities of patients with mild cognitive impairment or dementia and their caregivers. *J Rehabil Med Clin Commun*. 2023;6:jrmcc12293. DOI: 10.2340/jrmcc.v6.12293.
25. Ramachandran M, Chin J, Cheung V, Cope J, Belchior P. Can occupation-based interventions for people living with dementia and their spousal caregivers support positive aspects of caregiving? A scoping review. *Occup Ther Health Care*. 2024;38(2):291–316. DOI: 10.1080/07380577.2024.2324283.
26. Richards K, Mills N, Hitch D. Role of occupational therapy in person-centred dementia care: exploring family member and clinician perceptions. *Australas J Ageing*. 2024;43(1):140–147. DOI: 10.1111/ajag.13269.
27. Saari T, Hallikainen I, Hintsala T, Koivisto AM. Neuropsychiatric symptoms and activities of daily living in Alzheimer's disease: ALSOVA 5-year follow-up study. *Int Psychogeriatr*. 2020 Jun;32(6):741–751. DOI: 10.1017/S1041610219001571
28. Scharf A, Kleinke F, Michalowsky B, Rädke A, Pfitzner S, Mühlichen F, et al. Sociodemographic and clinical characteristics of people living with dementia and their associations with unmet healthcare needs. *J Alzheimers Dis*. 2024;99(2):559–575. DOI: 10.3233/JAD-231173.
29. Scharf A, Michalowsky B, Rädke A, Kleinke F, Schade S, Platen M, et al. Identifying and addressing unmet needs in dementia: the role of care access and psychosocial support. *Int J Geriatr Psychiatry*. 2025;40(4):e70066. DOI: 10.1002/gps.70066.
30. Silvaggi F, Leonardi M, Tiraboschi P, Muscio C, Toppo C, Raggi A. Keeping People with Dementia or Mild Cognitive Impairment in Employment: A Literature Review on Its Determinants. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Jan 29;17(3):842. DOI: 10.3390/ijerph17030842
31. Smallfield S, Metzger L, Green M, Henley L, Rhodus EK. Occupational therapy practice guidelines for adults living with Alzheimer's disease and related neurocognitive disorders. *Am J Occup Ther*. 2024;78(1):7801397010. DOI: 10.5014/ajot.2024.078101.
32. Sorrentino M, Fiorilla C, Mercogliano M, Stilo I, Esposito F, Moccia M, et al. Barriers for access and utilization of dementia care services in Europe: a systematic review. *BMC Geriatr*. 2025;25(1):162. DOI: 10.1186/s12877-025-05805-z.
33. Speckemeier C, Abels C, Höfer K, Walendzik A, Wasem J, Neusser S. Preferences for activities in living arrangements for persons with dementia: a best-worst scaling study. *Patient*. 2024;17(2):121–131. DOI: 10.1007/s40271-023-00661-8.
34. Uceda-Portillo C, Aranda-Valero S, Moruno-Miralles P. Occupational therapy interventions to improve the quality of life of older adults with dementia living in nursing homes: a systematic review. *Healthcare (Basel)*. 2024;12(9):896. DOI: 10.3390/healthcare12090896.
35. World Health Organization. Dementia [Internet]. Geneva : WHO; c2025 [cited 2025 Dec 13]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dementia>

ORCID 0000-0002-6710-9567, balazhms@gmail.com
 ORCID 0009-0000-4394-5416, shtok.natasha@gmail.com
 ORCID 0000-0003-3860-7484, Okletsikova@uni-sport.edu.ua

Дата першого надходження статті до видання: 22.01.2026
 Дата прийняття статті до друку після рецензування: 16.02.2026
 Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Мультидисциплінарна етапна реабілітація пацієнтки після повторної аутопластики передньої хрестоподібної зв'язки

УДК 615.8+617.582–089.844

А. Г. Кіціс

Комунальне некомерційне підприємство «Міська лікарня № 8» Одеської міської ради, Одеса, Україна;

Одеський національний медичний університет, Одеса, Україна

Резюме. У статті розглянуто важливість та ефективність раннього початку реабілітаційного лікування для пацієнтів після повторної аутопластики передньої хрестоподібної зв'язки. Пошкодження передньої хрестоподібної зв'язки посідає провідне місце серед травм колінного суглоба. Її пошкодження призводять до порушення біомеханіки колінного суглоба, втрати стабільності, змінюється розподіл навантаження в суглобі, починається процес дегенеративних змін у менісках. Рання та поетапна реабілітаційна допомога дає змогу забезпечити ефективне відновлення пацієнта, яке орієнтовано не тільки на функцію суглоба, а й на відновлення здатності до самообслуговування та працездатності. *Мета.* Представити клінічний випадок повторної аутопластики передньої хрестоподібної зв'язки з контрлатеральної кінцівки та обґрунтування ефективності раннього початку мультидисциплінарної реабілітації для відновлення функції колінного суглоба. *Методи.* Аналіз та оцінювання сучасної науково-методичної літератури, загальноклінічне обстеження й спостереження, оцінювання функціонального стану пацієнтки в динаміці реабілітаційного процесу. *Результати.* На тлі комплексного реабілітаційного лікування відзначено поступове зменшення больового синдрому, покращення м'язового контролю та відновлення функції колінного суглоба. *Висновки.* Повторна аутопластика передньої хрестоподібної зв'язки з контрлатеральної кінцівки із застосування індивідуальної програми реабілітації з раннім початком реабілітаційного лікування та мультидисциплінарним підходом забезпечує стабільне функціональне відновлення колінного суглоба й може бути рекомендована як ефективна стратегія після повторних оперативних втручань. **Ключові слова:** передня хрестоподібна зв'язка, повторна аутопластика, колінний суглоб, фізична терапія, мультидисциплінарна реабілітація.

Multidisciplinary staged rehabilitation of a female patient after re-autoplasty of the anterior crucifix

A. G. Kitsis

Municipal Non-Profit Enterprise "City Hospital No. 8" of the Odesa City Council, Odesa, Ukraine;

Odesa National Medical University, Odesa, Ukraine

Abstract. The article discusses the importance and effectiveness of early initiation of rehabilitation treatment for patients after repeated autoplasty of the anterior cruciate ligament. Damage to the anterior cruciate ligament occupies a leading place among knee joint injuries. Its damage leads to disruption of the biomechanics of the knee joint, loss of stability, changes in the distribution of the load in the joint, and the process of degenerative changes in the meniscus begins. Early and phased rehabilitation

care allows for effective recovery of the patient, which is focused not only on the function of the joint, but also on restoring the ability to self-care and work capacity. *Aim.* To present a clinical case of repeated autoplasty of the anterior cruciate ligament from the contralateral limb and to substantiate the effectiveness of early initiation of multidisciplinary rehabilitation to restore knee joint function. *Methods.* Analysis and evaluation of modern scientific and methodological literature, general clinical examination and observation, assessment of the functional state of the patient in the dynamics of the rehabilitation process. *The results.* Against the background of comprehensive rehabilitation treatment, a gradual decrease in pain syndrome, improvement of muscle control and restoration of knee joint function were noted. *Conclusions.* Repeated autoplasty of the anterior cruciate ligament from the contralateral limb using an individual rehabilitation program with early start of rehabilitation treatment and a multidisciplinary approach provides stable functional recovery of the knee joint and can be recommended as an effective strategy after repeated surgical interventions.

Keywords: anterior cruciate ligament, revision autoplasty, knee joint, physical therapy, multidisciplinary rehabilitation.

Постановка проблеми. Травми колінного суглоба посідають одне з провідних місць серед ушкоджень опорно-рухового апарату. Серед усіх уражень провідне місце посідає ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки. ПХЗ є ключовим стабілізуючим елементом колінного суглоба, її пошкодження призводять до порушення біомеханіки колінного суглоба, втрати стабільності, змінюється розподіл навантаження в суглобі, починається процес дегенеративних змін у менісках [11]. Без проведення своєчасного лікування та подальшої реабілітації пошкоджень передньої хрестоподібної зв'язки у пацієнтів підвищується ризик розвитку хронічної нестабільності колінного суглоба та посттравматичного остеоартриту колінного суглоба [13]. За епідеміологічними даними частота розривів передньої хрестоподібної зв'язки становить 30–80 випадків на 100 000 населення на рік, серед спортсменів, що займаються видами спорту з різким гальмуванням та зміною руху частота зростає до 200–300 випадків на 100 000 спортсменів [9; 16]. Здебільшого пошкодження відбувається безконтактно [20].

Первинна артроскопічна реконструкція передньої хрестоподібної зв'язки переважно дає задовільні результати та дає змогу відновити стабільність і функціональність колінного суглоба [4]. Проте в частини пацієнтів відзначається повторний розрив імплантата або його дегенерація [18; 21]. Повторна травматизація може бути викликана передчасним навантаженням, розвитком ускладнень або порушенням у цілісності тканини імплантату [2; 3]. У таких випадках показана повторна аутопластика, що технічно є складнішою за первинне оперативне втручання й потребує подальшого тривалого

відновлення [21; 22]. Труднощі повторної аутопластики пов'язані з формування фіброзних змін, дефектів кісткових каналів і підвищенням ризиком розвитком післяопераційних контрактур колінного суглоба. Успішність оперативного втручання значно залежить від якості післяопераційної реабілітації, яка має бути мультидисциплінарною, поетапною та індивідуалізованою [1]. Згідно з міжнародними рекомендаціями, рання фізична терапія — ключовий чинник профілактики контрактур та м'язової атрофії колінного суглоба, що запобігає повторному розриву трансплантата [8].

У ранньому реабілітаційному періоді фізична терапія передбачає ізометричні вправи, пасивну мобілізацію, пропріоцептивне тренування й поступове дозоване навантаження [7]. Особливу групу ризику становлять жінки віком від 30 до 45 років, у них пошкодження передньої хрестоподібної зв'язки трапляється у 2–6 разів частіше, ніж у чоловіків віком від 30 до 45 років. Це зумовлено анатомічними, гормональними та біомеханічними особливостями. Жінки частіше отримують поєднані дегенеративно-травматичні ушкодження, які в подальшому потребують тривалого й комплексного реабілітаційного лікування [10; 12]. На сьогодні відсутні уніфіковані протоколи ведення пацієнтів після повторної аутопластики передньої хрестоподібної зв'язки. Представлення клінічних випадків, у яких мультидисциплінарна реабілітаційна допомога надається з використання доказових методів, дає змогу сформувати доказову базу для оптимізації надання реабілітаційної допомоги населенню.

Мета — представити клінічний випадок повторної аутопластики передньої

хрестоподібної зв'язки з контрлатеральної кінцівки та обґрунтування ефективності раннього початку мультидисциплінарної реабілітації для відновлення функції колінного суглоба.

Методи й організація дослідження. Аналіз та оцінювання сучасної науково-методичної літератури, клінічне спостереження за пацієнткою 38 років, яка перенесла 21.08.2025 повторну артроскопію правого колінного суглоба, часткову резекцію та вапоризацію пошкодженої ділянки латерального меніска правого колінного суглоба, видалення пошкодженого трансплантата передньої хрестоподібної зв'язки правого колінного суглоба та проведено повторну аутопластику передньої хрестоподібної зв'язки з контрлатеральної кінцівки, додатково пацієнтці проведена кісткова пластика тібіального каналу алокісткою, оцінювання функціонального стану пацієнтки в динаміці реабілітаційного процесу. Загальноклінічне обстеження та спостереження містить валідні та надійні інструменти оцінювання, що відповідають стану пацієнта, періоду реабілітації та мають перехресну відповідність із класифікатором Міжнародної класифікації функціонування, яку використовують для встановлення реабілітаційного діагнозу та створення категорійного профілю. Оцінювання болю проводилося за візуальною аналоговою шкалою. Це простий та надійний інструмент для кількісної оцінки болю, при використанні якої пацієнт самостійно відмічає точку на лінії, що відповідає його больовим відчуттям. Мобільність досліджували за шкалою індексу Ріверміда, яка дає змогу продемонструвати відновлення опорної функції нижньої кінцівки та динаміку відновлення ходи. Для оцінки здатності до виконання побутових дій використовували шкалу Мертон і Саттона, яка дає змогу оцінити та продемонструвати ступінь залежності пацієнта від сторонньої допомоги в побуті. Пацієнтка надала письмову інформовану згоду на участь у клінічному спостереженні та використання її знеособлених даних у наукових цілях. Дослідження відповідало принципам Гельсінської декларації ВМА (2013).

Результати дослідження та їх обговорення. Дослідження базується на клінічному спостереженні, яке проводили на базі Комунального некомерційного підприємства «Міська лікарня № 8» Одеської міської ради, за пацієнткою 38 років, яка перенесла 21.08.2025

повторну артроскопію правого колінного суглоба, часткову резекцію та вапоризацію пошкодженої ділянки латерального меніска правого колінного суглоба, видалення пошкодженого трансплантата передньої хрестоподібної зв'язки правого колінного суглоба та проведено повторну аутопластику передньої хрестоподібної зв'язки з контрлатеральної кінцівки, додатково пацієнтці проведено кісткову пластику тібіального каналу алокісткою. 22.08.2025 р. пацієнтку виписали під нагляд сімейного лікаря та травматолога. Реабілітаційне лікування здійснювалося у три етапи [17; 19]. Два цикли стаціонарного реабілітаційного лікування та один цикл амбулаторного реабілітаційного лікування.

Згідно з постановою Кабінету Міністрів України № 1268 від 03.11.2021 р. на початку та в кінці кожного реабілітаційного циклу пацієнтці проведено повне клінічне обстеження як оцінку фізичних функцій та оцінку активності в повсякденному житті [14]. Результати представлені в таблиці 1.

ТАБЛИЦЯ 1 – Результати первинного реабілітаційного обстеження

Індекс Ріверміда	7
ВАШ	5–6
Мертон і Саттон	34
Гоніометрія правого колінного суглоба	згинання 150; розгинання 160

З метою всебічного опису клінічного та функціонального стану пацієнтки використано Міжнародну класифікацію функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров'я.

11.09.2025 р. розпочато перший цикл стаціонарного реабілітаційного лікування. Мета цього реабілітаційного циклу – забезпечити зменшення больового синдрому та набряку нижніх кінцівок, запобігти атрофії м'язів нижніх кінцівок та підготувати пацієнтку до активного етапу відновлення в наступних реабілітаційних циклах. Завдання, встановлені на початку реабілітаційного циклу:

1. Провести медичну корекцію больового синдрому та набряку в нижніх кінцівках.
2. Розпочати ранню фізичну активність завдяки пасивним та пасивно активним вправам.
3. Підтримати та розпочати відновлення рухових функцій у межах безпечного навантаження.
4. Навчати пацієнтку безпечного самообслуговування.

Для досягнення встановлених завдань застосовано комплексні реабілітаційні втручання, що передбачали медичні, фізичні та ерготерапевтичні заходи. Здійснювалась медикаментозна корекція больового синдрому та набряку. Фізичним терапевтом проводилося позиціонування нижніх кінцівок, пасивні, пасивно-активні вправи в безпечному діапазоні, вертикалізація, тренування рівноваги в положенні стоячи з опорою на допоміжні засоби. Ерготерапевт працював над формуванням навичок самообслуговування, оптимізовано простір біля ліжка та навчено пацієнтку оптимально використовувати допоміжні засоби (2 підлокітні милиці). Індивідуальна програма реабілітації реалізовувалась згідно з наказом Міністерства охорони здоров'я України № 2083 від 16.11.2022 р. про затвердження порядку організації надання реабілітаційної допомоги на реабілітаційних маршрутах, обсяг реабілітаційної допомоги становив 3 години на добу [15]. Усі реабілітаційні сесії планувались індивідуально, з урахування короткострокових цілей. 26.09.2025 р. перший реабілітаційний цикл завершено, пацієнтка досягла короткострокових цілей, може виконувати кілька кроків, спираючись на 1 підлокітну милицю, самостійно повністю одягнутися, ходить по відділенню з 2 підлокітними милицями. 01.10.2025 р. розпочато другий цикл стаціонарного реабілітаційного лікування, мета якого — відновити обсяг активних рухів та стабілізувати правий колінний суглоб під час ходіння, відновити мобільність та побутову незалежність пацієнтки. Завдання, які були поставлені мультидисциплінарній команді: розширити амплітуду активних рухів у колінному суглобі до функціонального рівня, відновити м'язову силу та контроль рухів, сформувати правильні рухові стереотипи й запобігти перевантаженню трансплантата, розширити обсяг самообслуговування та побутової активності. Комплекс реабілітаційних втручань передбачав активно-пасивні та активні вправи для нижніх кінцівок, спрямовані на зміцнення квадрицепса, задньої групи м'язів стегна та м'язів гомілок. Пропріоцептивне тренування з використанням балансплатформи, вправи на нестійких поверхнях та вправи для контролю коліна у фронтальній площині. Проведено навчання ходіння на короткі відстані без допоміжних засобів та тренування ходіння з однією підлокітною милицею на тривалі відстані. Проведено навчання з адаптації домашнього середовища, відпрацьовано навички

безпечного самообслуговування та виконання повсякденних завдань. 16.10.2025 р. другий цикл стаціонарного реабілітаційного лікування завершено. Пацієнтка пересувається відділенням без допоміжних засобів, на тривалі відстані використовує одну підлокітну милицю. Вдома пацієнтка виконує всі завдання по господарству самостійно. Для досягнення довгострокової реабілітаційної цілі, повернення працездатності (пацієнтка є торговою представницею) реабілітаційне лікування продовжено в амбулаторних умовах. 20.10.2025 р. розпочато цикл амбулаторного реабілітаційного лікування, метою якого є відновлення функціональної спроможності пацієнтки, профілактика повторних ушкоджень, підтримка та покращення досягнутих результатів. Завдання реабілітаційного циклу — повністю відновити обсяг активних рухів у колінному суглобі, нормалізувати симетрію навантаження, оптимізувати координацію, рівновагу та моторну швидкість реакцій, повернути трудову діяльність. Застосовані реабілітаційні втручання передбачали поєднання фізичної та ерготерапії. У межах фізичної терапії застосовували активні вправи з поступовим підвищенням опору, функціональні тренування з елементами динамічної стабілізації колінного суглоба, а також продовжено пропріоцептивні тренування на балансплатформах та нестійких поверхнях. Після досягнення стабільності в колінному суглобі до програми додано тренування на координацію, спритність та витривалість. У межах програми ерготерапії проведено навчання щодо адаптації робочого місця, контролю за навантаженням та організації відпочинкових перерв під час роботи. 07.11.2025 р. пацієнтка завершила цикл амбулаторного реабілітаційного лікування. Проведено заключне клінічне обстеження. Результати представлені в таблиці 2.

ТАБЛИЦЯ 2 — Результати первинного та заключного реабілітаційного обстеження

Інструмент оцінювання	Результат при первинному оцінюванні	Результат при заключному оцінюванні
ВАШ	5–6	1
Індекс Ріверміда	7	13
Мертон і Саттон	34	46
Гоніометрія правого колінного суглоба	згинання 150; розгинання 160	згинання 40; розгинання 180

Функціональний діагноз за Міжнародною класифікацією функціонування, обмежень

життєдіяльності та здоров'я, застосовані втручання та залучені фахівці з реабілітації представлені у категорійному профілі (рисунк 1).

Результати проведеного клінічного спостереження демонструють, що протягом трьох реабілітаційних циклів чітко відзначено

Категорійний профіль (первинне обстеження) 11.09.2025			Категорійний й профіль (етапне обстеження) 26.09.2025	Категорійний й профіль (етапне обстеження) 16.10.2025	Категорійний й профіль (заключне обстеження) 07.11.2025	Втручання та фахівці	
код домену	початкові значення	цільові значення	кінцеві значення				фахівць/ фахівці з реабілітації, які складатимуть програми терапії
b28016 – біль у суглобі	3	0	2	1	0	96027-00; 96127-00; 96126-00; 96128-00	ФРМ, ФТ
b7100 – рухливість одиничного суглобу	3	1	2	2	1	96127-00; 96126-00; 96128-00	ФТ
b770 – стереотип ходи	3	1	3	2	1	96127-00; 96126-00; 96128-00; 96130-00	ФТ
d4104 – Стояння	2.3	0.0	1.2	0.1	0.0	96127-00; 96126-00; 96128-00; 96130-00; 96166-00	ФТ
d4154 – утримання положення стоячи	3.3	0.1	2.3	1.2	0.1	96127-00; 96126-00; 96128-00; 96130-00; 96166-00	ФТ
d4500 – хода на короткій відстані	3.3	0.1	2.3	1.2	0.1	96127-00; 96126-00; 96128-00; 96130-00; 96131-00	ФТ
d4501 – хода на довгій відстані	3.4	1.2	3.3	2.3	1.2	96127-00; 96126-00; 96128-00; 96130-00; 96131-00	ФТ
d5101 – миття всього тіла	2.3	0.0	1.2	0.1	0.0	96127-00; 96126-00; 96128-00; 96130-00; 96140-00	ФТ; ЕТ
d640 – ведення домашнього господарства	3.3	0.1	2.3	1.2	0.1	96127-00; 96126-00; 96128-00; 96130-00; 96140-00; 96143-00	ФТ; ЕТ
d8451 – збереження роботи	3.4	1.2	3.3	2.3	1.2	96127-00; 96126-00; 96128-00; 96130-00; 96131-00; 96131-00	ФТ; ЕТ
e1101 – ліки	+2	0	+2	+1	0	96027-00	ФРМ
e1201 – Допоміжні засоби для мобільності	+3	0	+2	+1	0	96142-00	ФТ
e310 – близькі родичі	+3	+1	+3	+2	+1		
e5800 – система охорони здоров'я	+3	+1	+3	+2	+1		

Рис. 1. Категорійний профіль

позитивну динаміку функціонального стану. Больовий синдром зменшено до 1 бала за шкалою ВАШ, амплітуда активних рухів у правому колінному суглобі відповідає фізіологічній нормі, рівень мобільності покращено до повного незалежного пересування – 13 балів, побутова незалежність за шкалою Мертон

і Саттон демонструє повне відновлення здатності до самообслуговування.

Отримані результати свідчать про ефективність комплексної мультидисциплінарної реабілітаційної програми, з раннім початком реабілітаційних втручань. Поєднання фізичної терапії, ерготерапії та контроль над больовим

синдромом забезпечило високу динаміку функціонального відновлення. Дані клінічного спостереження відповідають міжнародним системним оглядам і рекомендаціям та ще раз підтверджують, що ранній початок реабілітації, індивідуалізація навантажень та мультидисциплінарна робота — це шлях до успішного реабілітаційного лікування [5; 6; 18].

Висновки. Ефективність реабілітаційного лікування після повторної аутопластики передньої хрестоподібної зв'язки значно залежить від організації етапного реабілітаційного процесу, який розпочинається на ранньому післягострому етапі. Взаємодія лікаря фізичної та

реабілітаційної медицини, фізичного терапевта та ерготерапевта забезпечує біопсихосоціальний підхід, який дає змогу досягнути стабільного клінічного ефекту та високих функціональних результатів.

Перспективи розвитку досліджень. Отримані результати підтверджують ефективні поетапної мультидисциплінарної реабілітації після повторної аутопластики передньої хрестоподібної зв'язки, проте залишається актуальним питанням оптимальних строків початку реабілітаційних заходів, а також доцільність та можливість упровадження цифрових технологій у реабілітаційний процес.

Література

1. Про затвердження Порядку організації надання реабілітаційної допомоги у сфері охорони здоров'я : Постанова Кабінету Міністрів України № 1268 від 03.11.2021 р. [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 1268 of 03.11.2021 On Approval of the Procedure for the Organization of Providing Rehabilitation Assistance in the Healthcare Sector]. Київ [Kyiv]: КМУ [CMU]; 2021.
2. American Physical Therapy Association. Clinical Practice Guideline: Physical Therapy Management of ACL Reconstruction. APTA; 2022.
3. Andriolo L, Filardo G, Kon E, et al. Revision anterior cruciate ligament reconstruction: clinical outcomes and evidence-based indications. *Sports Health*. 2015;7(3):251–260.
4. Andriolo L, Filardo G, Kon E, Ricci M, Della Villa F, Della Villa S, Zaffagnini S, Maracchi M. Revision anterior cruciate ligament reconstruction: clinical outcome and evidence for return to sport. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(10):2825–2845. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3702-9>
5. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med*. 2014;48(21):1543–1552. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093398>
6. Buckthorpe M, La Rosa G, Della Villa F. The Aspetar clinical practice guideline on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med*. 2023;57(9):500–514.
7. Cooper RL, Taylor NF, Feller JA. A systematic review of physiotherapy rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther Sport*. 2020;43:93–102.
8. Eitzen I, Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA. A progressive 5-week exercise therapy program leads to significant improvement in knee function early after anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40(11):705–721. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3345>
9. Filbay SR, Grindem H, Ardern CL. Early and late rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2018;48(4):305–322.
10. Grassi A, Zaffagnini S, Marcheggiani Muccioli GM, et al. Return to sport after revision anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Orthop J Sports Med*. 2020;8(2):2325967120906823.
11. Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. *Am J Sports Med*. 2006;34(2):299–311. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546505284183>
12. Hughes JD, Lawton CD, Nawabi DH, Pearle AD, Musahl V. Anterior Cruciate Ligament Repair: The Current Status. *J Bone Joint Surg Am*. 2020;102(21):1900–1915. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.20.00509>
13. Joreitz R, Schmitt LC, Flanigan DC, et al. Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) ACL reconstruction rehabilitation and outcomes: A prospective cohort study. *Am J Sports Med*. 2022;50(2):349–358.
14. Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. *Am J Sports Med*. 2007;35(10):1756–1769. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546507307396>
15. Про затвердження Порядку організації надання реабілітаційної допомоги на реабілітаційних маршрутах : Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 2083 від 16.11.2022 р. Київ : МОЗ України; 2022.
16. Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, Larson DR, Dahm DL, Levy BA, Stuart MJ, Krych AJ. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study. *Am J Sports Med*. 2016;44(6):1502–1507. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546516629944>
17. Shelbourne KD, Benner RW. A decade of revision anterior cruciate ligament reconstruction: epidemiology, technical considerations, and outcomes. *Arthroscopy*. 2021;37(9):2744–2753.
18. Shelbourne KD, Benner RW, Gray T. Results of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Patellar Tendon Autografts: Objective Factors Associated with the Development of Osteoarthritis at 20 to 33 Years After Surgery. *Am J Sports Med*. 2017;45(12):2730–2738. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546517718827>
19. van Melick N, van Cingel REH, Brooijmans F, et al. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med*. 2016;50(24):1506–1515.
20. Waldén M, Häggglund M, Magnusson H, Ekstrand J. ACL injuries in men's professional football: a 15-year prospective study on time trends and return-to-play rates reveals only 65% of players still play at the top level 3 years after ACL rupture. *Br J Sports Med*. 2016;50(12):744–750. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095952>
21. Wilde J, Bedi A, Altchek DW. Revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Health*. 2014;6(6):504–518. DOI: <https://doi.org/10.1177/1941738113500910>
22. Wright RW, Magnussen RA, Dunn WR, Spindler KP. Ipsilateral graft and contralateral ACL rupture at five years or more following ACL reconstruction: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93(12):1159–1165. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.00898>

ORCID 0009-0001-6628-3715, d.kitsisanna@gmail.com

Дата першого надходження статті до видання: 19.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 16.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Еволюція концепції контралатеральної фасилітації опори у фізичній терапії: від нейрофізіологічних закономірностей до сучасної терапевтичної практики

УДК 615.825:616.831-005.1

В. В. Кормільцев, С. В. Денисенко

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. *Мета.* Проаналізувати історичний розвиток і сучасний стан концепції «контралатеральної фасилітації опори» у фізичній терапії пацієнтів після гострого порушення мозкового кровообігу. *Методи.* Бібліографічний аналіз наукової літератури (1906–2024 рр.) з міжнародних баз (PubMed, Scopus, PEDro) і фахових джерел (PhysioPedia, сучасна українська та іноземна науково-методична література). Розглянуто класичні нейрофізіологічні праці С. С. Sherrington (1906, 1910) та Т. Graham Brown (1911) і пропріоцептивній нейром'язовій фасилітації (PNF), започаткованій Н. Kabat (1946), підході S. Brunnstrom (1956), що базувався на використанні синергій і асоційованих реакцій, та моделі моторного перенавчання J. H. Carr і R. B. Shepherd (1987), яка інтегрувала принципи активної участі й функціонального тренування та сучасні дослідження (cross-education, interlimb coupling, step-up, forced-use). *Результати.* Виділено історичні етапи розвитку концепції: 1) відкриття контралатеральних рефлексів (рефлекс підтримки Шеррінгтона); 2) виявлення спинальних «центральної генераторів» ритму (Браун); 3) впровадження принципу іррадіації в ПНФ (Кабат); 4) використання асоційованих реакцій у відновленні після інсульту (Бруннстром); 5) перехід до рухового перенавчання без компенсаторних стратегій (Карр і Шеперд). Сучасні дослідження підтверджують феномен cross-education – збільшення сили та функції паретичної кінцівки після тренування сильнішої, ефекти міжкінцівкового нейронного зв'язку та доцільність «примусового використання» ураженої кінцівки. *Висновки.* Контралатеральна фасилітація опори еволюціонувала від базових рефлекторних механізмів до комплексу доказових методик фізичної терапії. Її врахування дозволяє розробляти ефективні програми реабілітації, що прискорюють відновлення за рахунок залучення сильніших кінцівок та нейропластичності. **Ключові слова:** контралатеральна фасилітація, перехресне навчання, міжкінцівкове узгодження, примусове використання, пропріоцептивна нейром'язова фасилітація, реабілітація, фізична терапія, нейрореабілітація.

The evolution of the concept of contralateral support facilitation in physical therapy: from neurophysiological principles to modern therapeutic practice

V. V. Kormiltsev, S. V. Denysenko

National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

Abstract. *Objective.* To analyze the historical development and current state of the concept of “contralateral facilitation of support” in physical therapy for patients after ischemic stroke. *Methods.* A bibliographic analysis of scientific literature (1906–2024) was conducted using international databases (PubMed, Scopus, PEDro) and profes-

sional sources (PhysioPedia, modern Ukrainian and foreign scientific-methodological literature). The review included classical neurophysiological works by C.S. Sherrington (1906, 1910) and T. Graham Brown (1911); the proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) method introduced by H. Kabat (1946); the approach of S. Brunnstrom (1956), which focused on the use of synergies and associated reactions; and the motor relearning program by J.H. Carr and R.B. Shepherd (1987), which integrated principles of active participation and functional training, along with modern studies on cross-education, interlimb coupling, step-up exercises, and forced-use techniques. The principles of academic integrity and bioethics were observed (the study is a review without patient involvement). **Results.** Five historical stages of development of the concept were identified: (1) discovery of contralateral reflexes (Sherrington's support reflex); (2) identification of spinal central pattern generators (Brown); (3) introduction of the irradiation principle in PNF (Kabat); (4) use of associated reactions in post-stroke recovery (Brunnstrom); (5) transition to motor relearning without compensatory strategies (Carr & Shepherd). Contemporary studies confirm the cross-education phenomenon – improved strength and function of the paretic limb following training of the stronger limb as well as interlimb neural connections and the relevance of forced-use of the affected limb. **Conclusions.** Contralateral facilitation of support has evolved from basic reflex mechanisms to a set of evidence-based physical therapy approaches. Considering this concept enables the development of effective rehabilitation programs that accelerate recovery by engaging the stronger limb and harnessing neuroplasticity.

Keywords: contralateral facilitation, cross-education, interlimb coupling, forced use, proprioceptive neuromuscular facilitation, rehabilitation, physical therapy; neurorehabilitation.

Постановка проблеми. Реабілітація пацієнтів із неврологічними дефіцитами після пошкодження головного мозку внаслідок гострого порушення мозкового кровообігу (ГПМК) або травми нерідко ґрунтується на принципі використання збережених функцій для відновлення втрачених. Одним із таких феноменів є контралатеральна фасилітація опори – вплив сильної кінцівки на функцію ураженої. Історично цей феномен був помічений ще понад століття тому у вигляді рефлексорних реакцій: у разі подразнення однієї кінцівки інша автоматично забезпечує опору [18]. Сьогодні контралатеральний вплив вивчається ширше – як cross-education у спортивній та відновній медицині (перехресний ефект тренування), як interlimb coupling (нейронне узгодження між кінцівками), а також використовується в терапевтичних методиках, наприклад forced-use therapy (терапія примусового використання паретичної кінцівки після інсульту). У цій статті термін «контралатеральна фасилітація опори» використовується як узагальнююче поняття, що об'єднує зазначені нейрофізіологічні та терапевтичні феномени, а не як самостійна клінічна методика. Вивчення еволюції цього концепту важливе, оскільки дозволяє глибше зрозуміти нейрофізіологічні основи реабілітації та обґрунтувати сучасні методи фізичної терапії.

Актуальність теми. Сучасні дослідження підтверджують, що однобічне тренування може покращувати силу і функцію протилежної, нетренованої кінцівки [2]. Це особливо цінно для реабілітації пацієнтів після інсульту, травм чи іммобілізації, коли уражена кінцівка тимчасово не може виконувати рухи. Використання «сильної» сторони для стимуляції відновлення паретичної відповідає принципам нейропластичності мозку [9; 12; 16]. Водночас історичний досвід фізичної терапії (методи Кабата, Бруннстром тощо) вже десятиліттями застосовує явище контралатерального впливу, хоча й під різними назвами. Аналіз літератури вказує, що поєднання класичних знань про рефлекс з новітніми дослідженнями дає змогу удосконалити програми реабілітації. Проте низка аспектів лишається нерозкритою: оптимальні параметри «перехресного» тренування, механізми міжкінцівкової взаємодії при різних захворюваннях, довгострокові ефекти та межі застосування цього феномена в клініці. Наше дослідження узагальнює наявні знання, щоб окреслити відповіді на ці питання та визначити перспективи подальших розробок.

Мета дослідження. Проаналізувати історичний розвиток і сучасний стан концепції «контралатеральної фасилітації опори» у фізичній

терапії пацієнтів після гострого порушення мозкового кровообігу (ГПМК).

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети застосовано теоретичний аналіз науково-методичної літератури з проблеми дослідження, а також систематизацію отриманих даних. Для дослідження були використані сучасні дані з наукометричних баз PEDro, Scopus, Pubmed, Google Scholar. Усі джерела обирались за актуальністю, новизною й тематикою.

Зв'язок теми з науковими планами. Дослідження виконано в рамках планової науково-дослідної роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2021–2025 роки за напрямом «Теоретико-методологічні та практичні основи фізичної реабілітації і спортивної медицини», у межах теми 4.2 «Відновлення функціональних можливостей,

діяльності та участі осіб різних нозологічних, професійних і вікових груп засобами фізичної терапії» (номер державної реєстрації 0121U107926).

Результати дослідження та їх обговорення. На основі літературних даних можна виокремити декілька ключових етапів (періодів), що відображають еволюцію уявлень про контралатеральну фасилітацію – від перших лабораторних спостережень до інтеграції в реабілітаційну практику, що і визначило їхню особливості (табл. 1).

Етап 1. Нейрофізіологічне відкриття перехресних рефлексів (поч. XX ст.). Дослідження Ч. Шеррінгтона на кішках (1906–1910) встановили базові принципи рефлексорної моторики. Він описав явище, коли у разі больового подразнення та згинання кінцівки з одного боку

ТАБЛИЦЯ 1 – Еволюція концепції контралатеральної фасилітації опори: історичні етапи та їх характеристика [3; 4; 5; 10; 18]

Етап (період)	Ключові постаті, джерела	Суть концепції та роль контралатеральної фасилітації
Рефлексорний (поч. XX ст.) – відкриття перехресних рефлексів	Sherrington (1906–1910) – праці з рефлексів спинального мозку; інші нейрофізіологи того часу	Виявлено рефлекс перехресної підтримки: у разі згинання однієї ноги інша розгинається для підтримки тіла. Введено поняття іррадіації збудження на протилежний бік. Контралатеральна фасилітація розглядається як автоматична рефлексорна реакція для підтримання рівноваги.
Центрально-патерновий (1911) – центральний генератор ходи	Brown T.G. (1911) – експерименти зі спинальною ходою; наступні підтвердження CPG (50–60-ті рр.)	Встановлено спроможність спинного мозку генерувати ритм ходьби без аферентного вводу. Запропоновано модель «half-center» – поперемінної активності флексорів / екстензорів з координацією між кінцівками. Контралатеральна взаємодія закладена в самій нервовій мережі (через CPG), що зумовлює синхронізацію рухів двох ніг.
Реабілітаційно-іррадіаційний (1940–50-ті) – використання сильних кінцівок для допомоги слабким	Kabat H – метод ПНФ (1946); М. Кнотт, Voss DE – розвиток ПНФ (1956)	Введено терапевтичні прийоми, що базуються на іррадіації: опір руху сильнішої кінцівки викликає підсилення м'язової відповіді в протилежній (паретичній). ПНФ-патерни поєднують кінцівки по діагоналі, сприяючи активації паретичних м'язів за рахунок контралатеральних. Контралатеральна фасилітація реалізується як рефлексорне «перетікання» сили та імпульсів на слабку сторону.
Реабілітаційно-рефлексорний (1950–60-ті) – асоційовані реакції та синергії після інсульту	Brunnstrom S. (1956) – стадії відновлення після інсульту, асоційовані реакції; інші нейрофізіологічні підходи (Бобат та ін.)	Рефлекси та мимовільні співдружні рухи використано для «запуску» рухів у паралізованих кінцівках. Сильніші кінцівки свідомо залучаються для спричинення рефлексорних рухів паретичних (феномени Раймісте, синкінезії). Контралатеральна фасилітація тут – тригер появи активності в ураженій стороні через рухи сильнішої.
Моторного навчання (1980–90-ті) – активне залучення паретичної і обмеження компенсацій	J. Carr, R. Shepherd – моторне перенавчання (1987); розвиток білатеральних тренінгів; поява CIMT (Taub E., 1990-ті)	Фокус на свідомих рухах: стимулювати пацієнта користуватися ураженою кінцівкою. Двосторонні вправи для одночасної активації паретичної під контролем сильної. CIMT (примусове використання) – блокування сильної кінцівки для розвантаження «навченої безпорадності» паретичної. Контралатеральна фасилітація проявляється двоюко: або пряма допомога (у двосторонніх рухах), або опосередковано – через усунення впливу сильної (CIMT) з метою дати паретичній «роботу».
Сучасний доказовий (2000–2020-ті) – нейропластичність і технології	Численні RCT та огляди: ефект cross-education (метааналізи 2017–2024); interlimb coupling при інсульті (Dietz 2016); CIMT у рекомендаціях (EXCITE 2006); роботизовані двобічні тренажери	Доведено ~10 % приросту сили нетренованої кінцівки після однобічного тренування. Контралатеральні ефекти використовуються для збереження м'язів при іммобілізації. Нейровізуалізація підтвердила двосторонню активацію моторної кори при однобічних рухах і реорганізацію мозку після CIMT. Розробляються роботизовані системи, де рух сильної кінцівки «навчає» паретичну. Контралатеральна фасилітація стала частиною доказових протоколів фізичної терапії, що покращують відновлення за рахунок нейропластичності та міжпівкульної взаємодії.

протилежна кінцівка рефлекторно випрямляється для підтримки тіла — рефлекс перехресного розгинання [18]. Цей рефлекс служить для перерозподілу ваги та забезпечення стійкості, тобто сильний бік «підхоплює» опору за травмований бік. Шеррінгтон продемонстрував, що зазначена реакція має спинальний характер і інтегрується на рівні полісинаптичних шляхів спинного мозку. Одночасно він увів термін «іrrадіація»: якщо стимул сильний, збудження «розливається» на сусідні рухові центри, залучаючи додаткові м'язи, в тому числі контралатеральні [18]. Наприклад, у разі досить сильного больового подразнення ноги згинальний рефлекс може охоплювати і м'язи протилежної ноги. Ці фундаментальні роботи заклали поняття про взаємодію між двома половинами тіла на рівні рефлекторних дуг. Хоча сам термін «контралатеральна фасилітація» тоді не застосовувався, по суті було відкрито явище, де активність однієї кінцівки спричиняє пристосувальну реакцію іншої для забезпечення підтримки. Надалі це лягло в основу розуміння багатьох реабілітаційних підходів, що використовують протилежну кінцівку для допомоги уражених [3; 18].

Етап 2. Концепція центральних генераторів та міжкінцівкової координації (1910–1930-ті рр.). Дослідник Т. Г. Браун продовжив вивчення спинальних механізмів руху. У 1911 р. він продемонстрував, що ритмічні почергові рухи ніг (ходьба) можуть виникати навіть без сенсорних сигналів з периферії — у так званій «деаферентованій» підготовці тварин. Цей феномен свідчив про існування в спинному мозку спеціалізованої мережі — центрального генератора шаблону рухів (англ. Central Pattern Generator, CPG). Браун ввів модель «половинних центрів» (half-centers): дві групи нейронів, що відповідають за згинання та розгинання, поперемінно гальмують одна одну, створюючи таким чином ритмічний патерн ходи. Важливо, що такий центральний механізм забезпечує координацію між кінцівками: коли одна нога згинається, «генератор» автоматично налаштовує іншу на розгинання (і навпаки). Це відбувається навіть без участі мозку або зворотного зв'язку від м'язів [3]. Відкриття CPG не перекреслило ідей Шеррінгтона, але доповнило їх, показавши, що, крім рефлекторного рівня, існує ще й центральний, вбудований механізм міжкінцівкової взаємодії. Для реабілітації ці знання стали підґрунтям

розробки технік ритмічної автономної рухової стимуляції (наприклад, тренування ходи на апаратах, що задають ритм кроків незалежно від зусиль пацієнта). У контексті нашої теми спадщина Брауна підкреслює: координація рухів правої та лівої кінцівок може покращуватися за рахунок активації «внутрішнього» спинального генератора. Це частково пояснює, чому симетричні або альтернативні вправи (напр. на велотренажері, на орбітреку) можуть фасилітувати слабшу кінцівку: вони активують центральний патерн, який впливає на обидві сторони [3; 6].

Етап 3. Поява реабілітаційних методик із використанням іrrадіації (1940–1950-ті рр.). Після Другої світової війни відбувся розвиток фізичної реабілітації як науки. На цьому етапі знання про рефлекси знайшли застосування у терапії парезів та плегій. Найяскравіший приклад — пропріоцептивна нейром'язова фасилітація (ПНФ), започаткована неврологом Германом Кабатом. Її суть — у стимуляції пропріоцепторів м'язів шляхом певних патернів руху, щоб полегшити виконання тих рухів, які утруднені у пацієнта (через парез). Кабат звернув увагу на феномен іrrадіації: якщо створити опір руху у сильнішій кінцівці чи м'язі, то рефлекторно підвищиться активність слабкого м'яза або протилежної кінцівки. Цей принцип було покладено в основу багатьох ПНФ-технік. Наприклад, у пацієнта після мозкового інсульту (MI) слабке розгинання в ураженій нозі — тоді терапевт чинить спротив розгинанню сильної ноги, викликаючи через іrrадіацію деякий рефлекторний тонус і активацію у м'язах паретичної ноги. В іншій варіації: якщо слабка права рука, пацієнт виконує динамічний рух обома руками по діагоналі, і сильна ліва рука «тягне» за собою праву, залучаючи її до руху. Такі діагональні моделі рухів (D1, D2 патерни в ПНФ) спеціально розроблені таким чином, щоб активувати перехресні нервові шляхи і викликати співдружність кінцівок. Як наслідок, паретична кінцівка не працює ізольовано — їй допомагає сила та імпульси від протилежної сторони тіла. Це класичний приклад контралатеральної фасилітації в дії: сильна сторона «тягне» слабку, виступаючи свого роду «підсилювачем» нервових сигналів. Ефективність ПНФ підтверджена багатьма клінічними спостереженнями — вона покращує м'язову силу, координацію, діапазон руху тощо у неврологічних хворих [15]. Методика ПНФ стала міжнародно

визнаною; фактично вона інтегрувала нейрофізіологію рефлексів Шеррінгтона (ірадіацію, реципрокне гальмування) у стандарти фізичної терапії. Таким чином, у середині ХХ ст. утвердився перший терапевтичний напрям, де контра-латеральна фасилітація використовувалась системно і цілеспрямовано [10; 15; 17; 18].

Етап 4. Використання асоційованих реакцій у процесі відновлення після уражень ЦНС (1950–1960-ті рр.). Приблизно в цей час паралельно розвивалися підходи до реабілітації хворих після МІ та травм ЦНС. С. Бруннстром у США, беручи за основу роботу Т.Р. Twitchell (1951) про стадії відновлення рухів після інсульту, запропонувала концепцію поетапного відновлення — від стадії в'ялого паралічу до спастичних синергій і далі до нормальних рухів. На ранніх етапах відновлення вона рекомендувала активно використовувати рефлекси та асоційовані реакції для «розбудження» плегічних кінцівок. Типові прийоми: примусово викликати згинальну синергію плегічної руки через рефлекс хвату або через рухи сильною рукою; викликати розгинальну реакцію плегічної ноги шляхом різкого зусилля сильною ногою (напр., піднятися навшпиньки на «здоровій» нозі — плегічна нога рефлекторно теж випрямиться). Бруннстром описала декілька феноменів, які стали «інструментами» терапії: феномен Раймісте (описаний вище, сприяє рухам у стегнах), феномен Соука (піднімання слабкої руки вище горизонталі викликає розгинання пальців), згадану синкінезію (односпрямований рух верхньої і нижньої кінцівки з одного боку) тощо. Ключовий принцип тут — непряма активація: коли пацієнт не може свідомо поворухнути рукою, ми змушуємо інші частини тіла зробити рух, котрий рефлекторно зачепить і цю руку. Завдяки такій стратегії багато пацієнтів долають початкову фазу повної нерухомості кінцівок і переходять до етапу слабких, але наявних рухів (стадія 2–3 за Бруннстром). Надалі, звісно, треба відчувати від грубих синергій, але контра-латеральна фасилітація відіграє роль «пускового механізму». Цей етап історично важливий, бо продемонстрував: навіть після тяжких уражень мозку збережені нервові зв'язки між півкулями (через мозолисте тіло, спинальні інтернейрони) дозволяють одній стороні тіла допомагати іншій. Цей підхід набув поширення у вигляді методик нейрофасилітації (включно з методами Бобат, Руд, Кніппінг та

ін.), які у різних варіаціях теж використовували перехресні рефлекторні реакції [4; 5; 18].

Етап 5. Перехід до моторного навчання та «примусового» використання паретичної кінцівки (1980-ті — наш час). З 1970–80-х років у реабілітації починається «кінезіологічна» революція: увага зміщується від рефлексів до свідомих рухів і тренування навичок. Карп і Шеперд у своїй концепції моторного перенавчання критикували надмірне використання примітивних рефлексів і компенсацій [5]. Вони наголошували, що пацієнт має якомога більше користуватися ураженою кінцівкою і якомога менше компенсувати сильнішою. Популярність здобувають двобічні вправи (bilateral training), коли обидві руки чи ноги виконують рух разом — це дозволяє «втягнути» слабку кінцівку в роботу під ритм і зразок, задаваний «здоровою» [7; 16]. Наприклад, хворий після інсульту тримає предмет двома руками і піднімає його — «здорова» рука фактично допомагає слабкій утримувати та піднімати предмет, але при цьому мозок отримує аферентацію з обох кінцівок. Дослідження підтверджують: такий двосторонній тренінг покращує силу, спритність і функціональне використання паретичної руки [7; 12]. Вважається, що це відбувається через інтергемісферну взаємодію: під час симетричних рухів активуються моторні зони обох півкуль, навіть якщо одна з них пошкоджена, — за рахунок роботи мозолистого тіла відбувається активація і пошкодженого боку мозку [16]. Іншим важливим нововведенням стала методика Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT, терапія, індукована обмеженням рухів), розроблена Е. Таубом (США) [20]. Вона базується на експериментах, де у мавп з одностороннім паралічем передньої кінцівки іммобілізували сильну кінцівку, тим самим примушуючи тварину користуватися паралізованою, і це з часом призводило до часткового відновлення функції [20]. У клінічному застосуванні CIMT полягає в тому, що відносно здорову руку пацієнта після інсульту обмежують (наприклад, накладають м'яку пов'язку або ортез) на більшу частину дня, а пацієнта інтенсивно тренують користуватися паретичною рукою протягом 2–3 тижнів. Рандомізовані дослідження показали значне поліпшення функції та збільшення реального повсякденного використання паретичної руки після курсу CIMT порівняно зі звичайною терапією. В аспекті нашої теми

CIMT — це як дзеркальний підхід до контралатеральної фасилітації: замість активної допомоги від «здорової» кінцівки тут сильніша кінцівка усувається, щоб усунути патологічну компенсацію [20]. Проте кінцева мета та ж сама: добитися того, щоб уражена кінцівка отримувала більше нейронної активації і функціонального навантаження, що стимулює відновлення. CIMT наочно демонструє явище «навченого невикористання» (learned non-use): якщо «здорова» рука весь час бере на себе всі задачі, мозок ще більше «відмовляється» користуватися ураженою рукою [20]. Тому усунення сильнішої руки з рівняння тимчасово фасилітує активацію паретичної — через потребу та пластичність.

Паралельно із CIMT розвиваються й інші техніки, що залучають контралатеральні принципи. Стратегія “step-up” у реабілітації розглядається як поступове збільшення навантаження на паретичну кінцівку за рахунок зменшення підтримки з боку «здорової». Наприклад, під час відновлення ходьби пацієнту спочатку надають підтримку з боку «здорової» ноги (щоб паретична брала більше ваги), потім цю підтримку поступово знижують — фактично це покрокове (step-wise) підвищення «ролі» ураженої ноги. Хоч термін “step-up” частіше використовується у статистиці, у фізичній терапії ним позначають стратегію поетапного переходу від двосторонньої опори до односторонньої на уражений бік. Це досягається або спеціальними вправами на сходинках (крок уперед сильною — паретична залишається основною для опори), або тренажерами балансувальними. Ефект — паретична кінцівка фасилітується до несення більшої ваги, що зміцнює її і підвищує впевненість пацієнта у використанні її як опорної [5].

Останніми роками, завдяки новітнім технологіям (ЕМГ-аналіз, фМРТ, ТМС), з'явилися докази на підтримку нейронних механізмів контралатеральної фасилітації. Так, дослідження мозку показали, що однобічні довільні рухи підвищують збудливість кортикоспінальних шляхів не лише в протилежній півкулі, а й частково в іпсилатеральній. Це підтверджує гіпотезу «крос-активації»: тренуючи одну сторону, ми активуємо моторні осередки обох півкуль, тому й нетренована сторона отримує стимул до адаптації. Інша гіпотеза — «спільного доступу»: мозок зберігає програми рухів у формах, доступних для обох кінцівок, тому, якщо програма напрацьована для правої руки,

ліва теж може нею скористатися. Це узгоджується зі спостереженнями, що втрата функції однієї кінцівки (наприклад, тимчасова імобілізація) веде до активації контралатеральних моторних зон під час тренування «здорової» кінцівки, наче мозок «підтримує форму» і для другої руки.

Згаданий вище феномен cross-education (перехресного перенавчання м'язів) нині підтверджений численними метааналізами: в середньому близько 7–11 % приросту сили відбувається у нетренованій кінцівці після курсу тренування протилежної. Особливо це ефективно при ізометричних або ексцентричних режимах тренування, а також у дрібних м'язових групах. У клініці це означає, що, якщо у пацієнта травмована права рука і вона тривалий час у гіпсі, варто активно тренувати ліву руку — сила правої збережеться краще, ніж якби ліва теж не отримувала навантаження. Більш того, наявні дані, що cross-education може частково запобігати атрофії м'язів імобілізованої кінцівки. Цей факт надзвичайно цінний для ортопедичної реабілітації (переломи, зв'язки) і вже набуває застосування: пацієнтам рекомендують тренувати протилежну кінцівку, поки ушкоджена знерухомлена, щоб зменшити втрати м'язової маси та сили.

Поглиблене вивчення interlimb coupling (міжкінцівкової нейронної сполученості) при інсульті показало, що збережені рухові центри неуразованої півкулі можуть «підстраховувати» роботу паретичної кінцівки за певних умов. Наприклад, Dietz & Schrafl-Altermatt (2016) виявили, що під час виконання двосторонніх координованих рухів у пацієнтів після ГПМК стимуляція нервів «здорової» руки викликає електроміографічну реакцію в м'язах паретичної руки, ніби сильніший бік рефлекторно допомагає синергетичному руху протилежного боку [6]. Натомість стимуляція паретичної руки не спричиняє відповіді в «здоровій» (через порушення провідності ураженої сторони). Таким чином, автори зробили висновок: неушкоджені моторні центри можуть підтримувати рухи паретичної кінцівки, якщо задати вправи, де обидві кінцівки діють спільно. Цей принцип ліг в основу нових підходів — тренування кооперативних рухів (наприклад, двома руками разом щось пересувати, двома ногами крутити педалі), а також застосування роботизованих пристроїв, що синхронізують рух сильнішої і слабкої кінцівки. Таким

шляхом досягається фасилітація паретичної сторони завдяки нейронним зв'язкам зі «здоровою» стороною.

Отже, сучасний етап характеризується поєднанням кількох стратегій: 1) двобічне тренування (simultaneous bilateral training) — для залучення центральних патернів та міжкінцівкової координації; 2) перехресне однобічне тренування (unilateral cross-education) — для підтримки сили і навичок нетренованої кінцівки; 3) примусова активація паретичної (CIMT, step-up) — для подолання нею «ледачого» сценарію і стимуляції нейропластичності. Усі ці підходи, хоч і різними шляхами, спираються на ідею контралатеральної фасилітації: сильний бік або активно допомагає слабкому, або тимчасово «відсторонюється» щоб дати слабкому проявитись, але в будь-якому разі враховується взаємодія двох сторін.

Пертурбаційне тренування. Пертурбація у фізичній терапії — це раптове зовнішнє збурення положення тіла або кінцівки, яке вимагає від пацієнта автоматичної реакції для збереження рівноваги. Пертурбаційне тренування набуло популярності для покращення балансувальних реакцій і запобігання падінням. У контексті контралатеральної фасилітації цю методику можна розглядати як спосіб активувати приховані рефлекси підтримки опори. Наприклад, коли пацієнта з інсультом легенько підштовхнути в бік на боці «здорової» ноги, рефлексорно паретична нога повинна зробити крок або напружитись, щоб утримати рівновагу, — це по суті викликає реакцію, аналогічну шеррінгтонівському перехресному рефлексу, але у тренуваних умовах. Регулярні контрольовані пертурбації (поштовхи, зміщення опори, ковзаючі платформи) привчають нервову систему швидко задіювати обидві ноги для запобігання падінню. Дослідження свідчать, що у пацієнтів із хронічним інсультом програма балансувальних пертурбацій значно зменшує ризик падінь і покращує стратегії відновлення рівноваги [13]. Важливо, що такі тренування залучають і «здорову», і паретичну кінцівки: пацієнт вчиться координувано реагувати двома ногами чи руками на раптову зміну, причому сильна кінцівка часто «домінує» у відповіді, допомагаючи слабкій включитися. Отже, пертурбаційне тренування можна розглядати як сучасний розвиток ідеї контралатеральної фасилітації на рівні постуральних рефлексів. Воно підвищує

впевненість пацієнтів у рухах та зменшує страх падіння, особливо якщо поєднується з підтримкою (наприклад, страхувальним поясом). Метод рекомендований для покращення динамічної рівноваги у неврологічних хворих і доповнює інші види реабілітації, забезпечуючи перенесення навичок у реальні умови ходьби та стояння.

Механізми реалізації контралатеральної фасилітації. Сучасна наука виділяє декілька ієрархічних рівнів реалізації контралатеральної фасилітації, що охоплюють центральні (кортикальні), спинальні та периферичні механізми. Їх інтеграція формує підґрунтя для двобічної нейром'язової взаємодії навіть при односторонньому впливі.

1. Центральний (кортикальний) рівень

Однобічні довільні рухи, особливо високої інтенсивності, викликають двосторонню активацію моторної кори. За даними функціональної МРТ та транскраніальної магнітної стимуляції, така активація спостерігається навіть під час простих односторонніх вправ [9; 16]. Відзначено, що з повторенням рухів активується не лише моторна кора контралатеральної півкулі, а й дзеркальні зони у гомологічних структурах ураженого боку, що свідчить про включення механізмів нейропластичності. Саме ця нейропластичність лежить в основі ефектів cross-education, а також ефективності двосторонніх вправ і терапії примусового використання (CIMT).

Особливу роль відіграє мозолисте тіло, через яке відбувається транскаллозна передача збудження. Зміцнення цих зв'язків сприяє більшій функціональній симетрії між півкулями. Крім того, дослідження доводять, що ментальна уява рухів та дзеркальна терапія можуть викликати подібну кортикальну активацію — навіть без реального виконання руху, що розширює можливості застосування у пацієнтів із тяжкими парезами.

2. Спинальний (рефлекторний) рівень

Контралатеральна фасилітація також реалізується через механізми на рівні спинного мозку. Інтернейронні зв'язки забезпечують перехресні рефлекси, наприклад рефлекс підтримки Шеррінгтона або фазова синхронізація, притаманна центральним генераторам патернів (CPG).

У роботах V. Dietz (2016) [6] показано, що стимуляція рецепторів навантаження

«здорової» ноги під час крокування викликає активацію розгиначів контралатеральної ноги, навіть у разі її парезу. Цей ефект активно застосовується в балансувальних тренуваннях, де навмисна стимуляція однієї ноги спричиняє компенсаторні реакції іншої.

Крім того, двостороння функціональна електростимуляція (FES) є прикладом практичної реалізації спинальних механізмів: сенсорне подразнення шкіри або суглобів сильнішої кінцівки запускає рефлекторну активність м'язів на боці слабшої.

3. Зв'язок із постуральним контролем

Контралатеральна фасилітація має тісний зв'язок із механізмами постурального контролю. Зокрема, спінальні генератори та міжкінцевкові рефлекси відіграють ключову роль у підтримці балансу під час стояння та ходіння. Наприклад, феномен перехресної реакції (описаний Шеррінгтоном [18]) є основою автоматичного перерозподілу м'язового тону між кінцівками при порушенні рівноваги. Сучасні дослідження показують, що однобічні дії, наприклад швидкий рух або зусилля сильнішою ногою, можуть провокувати компенсаторну постуральну реакцію з боку ураженої кінцівки, навіть без її активного контролю [9; 12].

Цей принцип активно використовується у тренуваннях anticipatory postural adjustments (антиципаторні постуральні реакції) (APA), коли навмисні рухи однією кінцівкою викликають передбачувані стабілізуючі реакції з іншого боку. Такі вправи ефективні на ранніх етапах відновлення, коли пряма активація паретичної сторони ще обмежена [12].

Таким чином, контралатеральна фасилітація не лише сприяє м'язовій активації, а й підтримує цілісну моторну стратегію, забезпечуючи стабільність тіла через взаємодію кінцівок на рівні центральної нервової системи [15].

4. Периферичний (м'язовий) рівень

Хоча основні ефекти cross-education пов'язані з ЦНС, дослідження вказують на можливу участь гуморальних і метаболічних механізмів. У відповідь на силове тренування однієї кінцівки в крові підвищується рівень факторів росту, гормонів, міокінів, які теоретично можуть мати вплив на гомологічні м'язи іншого боку. Проте в більшості досліджень не виявлено значного зростання м'язового об'єму в нетренованій кінцівці, тобто зростання сили зазвичай не супроводжується гіпертрофією

[12]. Це свідчить про домінування нейронних механізмів над морфологічними.

Таким чином, аналіз сучасних досліджень свідчить, що ефективність контралатеральних підходів значною мірою залежить від параметрів втручання та індивідуальних особливостей пацієнтів. Зокрема, у літературі обговорюється різний внесок центральних механізмів, таких як двостороння активація моторної кори та міжпівкульні взаємодії, і периферичних рефлекторних процесів у формування ефекту cross-education. Також показано, що клінічний ефект контралатеральної фасилітації може варіювати залежно від типу ураження центральної нервової системи, віку пацієнтів та ступеня функціональних обмежень.

Перспективи подальших досліджень.

Попри досягнутий прогрес, залишаються відкритими питання оптимізації застосування контралатеральної фасилітації у фізичній терапії. Подальші дослідження мають бути спрямовані на визначення найбільш ефективних режимів перехресного тренування (типів м'язових скорочень, інтенсивності та тривалості навантаження), окреслення меж клінічного застосування цього підходу у різних категорій пацієнтів, а також оцінку тривалості збереження досягнутих функціональних покращень. Перспективним напрямом є інтеграція контралатеральних методів із сучасними технологіями нейрореабілітації з урахуванням механізмів нейропластичності, сенсомоторної інтеграції та індивідуальних особливостей ураження нервової системи.

Висновки. Концепція контралатеральної фасилітації опори пройшла складний і багатовекторний еволюційний шлях — від експериментів із рефлексамі спинного мозку на початку XX століття до формування сучасних доказових моделей нейрореабілітації, що базуються на нейропластичності та міжпівкульній інтеграції. На кожному історичному етапі ключові відкриття — рефлекс перехресного розгинання (Шеррінгтон), центральні генератори патернів (Браун), іррадіація при PNF (Кабат), асоційовані реакції (Бруннстром), теорії моторного навчання (Карр і Шеперд), ефекти примусового використання (Тауб) — поступово трансформували наше розуміння взаємодії між кінцівками у процесі контролю руху та відновлення після уражень ЦНС.

Сучасні нейрофізіологічні та клінічні дослідження однозначно доводять, що рухи сильної

кінцівки можуть не лише пасивно «допомагати», а й активно сприяти активації, підтримці тону, формуванню нових моторних програм в ураженій кінцівці. Механізми цього включають як спинальні інтегративні схеми (ірадіація, міжкінцівкові рефлекс), так і коркові механізми — дзеркальні нейрони, двосторонній доступ до моторних програм, міжпівкульна реорганізація через мозолисте тіло.

Поява і поширення методу cross-education, ефективність якого підтверджена численними метааналізами, дала змогу офіційно включити принцип контралатеральної стимуляції в протоколи фізичної терапії при інсульті, травмах опорно-рухового апарату, а також у спортивній та педіатричній реабілітації. Важливо підкреслити, що найбільші клінічні ефекти досягаються за умов правильно побудови навантаження: висока інтенсивність, залучення великих м'язових груп, ексцентричні та статичні вправи.

Клінічно значущим є також розвиток новітніх технологій, які реалізують принцип контралатеральної фасилітації через зворотний зв'язок (БФЕ), дзеркальні системи, віртуальні аватари, роботизовані тренажери, функціональну

електростимуляцію, керовану рухом сильної кінцівки. Це не тільки розширює арсенал методів, а й дає можливість індивідуалізувати реабілітацію, враховуючи збережені нейронні шляхи.

Загалом, включення концепції контралатеральної фасилітації опори у клінічну практику фізичної терапії дозволяє підвищити ефективність реабілітаційних втручань при неврологічних та ортопедичних станах, зокрема в умовах обмежених рухових можливостей ураженої кінцівки. Перехресні та двобічні підходи сприяють покращенню моторної функції та функціонального використання кінцівок, а також формуванню більш стабільних функціональних досягнень, що створює передумови для зростання рівня функціональної незалежності пацієнтів. Водночас, плануючи терапію, необхідно враховувати можливість як позитивного, так і патологічного впливу контралатеральних зв'язків: у пацієнтів із тяжкими ураженнями центральної нервової системи можуть виникати феномени дзеркальних рухів або небажаних синергій, пов'язані з порушенням міжпівкульної регуляції, що вимагає обережного та індивідуального застосування технік із контралатеральною активацією [9; 16; 17].

Література

1. Abreu R, Lopes AA, Sousa ASP, Pereira S, Castro MP. Force irradiation effects during upper limb diagonal exercises on contralateral muscle activation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2015;25(2):292–297. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.12.004>.
2. Andrushko JW, Gould LA, Farthing JP. Contralateral effects of unilateral training: sparing of muscle strength and size after immobilization. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2018;43(11):1131–1139. DOI: <https://doi.org/10.1139/apnm-2018-0073>.
3. Brown TG. The intrinsic factors in the act of progression in the mammal. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character*. 1911;84(572):308–319. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.1911.0077>.
4. Brunnstrom S. Associated reactions of the upper extremity in adult patients with hemiplegia: an approach to training. *Physical Therapy Review*. 1956;36(4):225–236.
5. Carr JH, Shepherd RB. The changing face of neurological rehabilitation. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2006;10(2):147–156.
6. Dietz V, Schraft-Altermatt M. Control of functional movements in healthy and post-stroke subjects: role of neural interlimb coupling. *Clinical Neurophysiology*. 2016;127(5):2286–2293. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2016.02.014>.
7. Dragert K, Zehr EP. High-intensity unilateral dorsiflexor resistance training results in bilateral neuromuscular plasticity after stroke. *Experimental Brain Research*. 2013;225(1):93–104. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00221-012-3351-x>.
8. Dulo OA, Dido YuM. Вплив програми фізичної терапії та ерготерапії на стан когнітивних функцій в осіб з правопівкульним ішемічним інсультом, ускладненим неглектом [The effect of a physical therapy and occupational therapy program on cognitive functions in individuals with right-hemispheric ischemic stroke complicated by neglect]. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. 2021;1:35–40.
9. Mirto M, et al. Cross-education of strength: from theory to practice in contemporary sports rehabilitation – A narrative review and clinical implications. *Sports Medicine – Open*. 2025;11:31. DOI: [10.1186/s40798-025-00931-9](https://doi.org/10.1186/s40798-025-00931-9).
10. Levine MG, Kabat H. Proprioceptive facilitation of voluntary motion in man. *The Journal of Nervous and Mental Disease*. 1953;117(3):199–211.
11. Liepert J, Uhde I, Gräf S, Leidner O, Weiller C. Motor cortex plasticity during forced-use therapy in stroke patients: a preliminary study. *Journal of Neurology*. 2001;248(4):315–321. DOI: <https://doi.org/10.1007/s004150170207>.
12. Manca A, Dragone D, Dvir Z, Deriu F. Cross-education of muscular strength following unilateral resistance training: a meta-analysis. *European Journal of Applied Physiology*. 2017;117(11):2335–2354. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3720-z>.
13. Mansfield A, Aquil A, Danells CJ, Knorr S, Centen A, DePaul VG, et al. Does perturbation-based balance training prevent falls among individuals with chronic stroke? A randomized controlled trial. *BMJ Open*. 2018;8(8):e021510. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-021510>.
14. Oliveira KCR, de Souza LAP, Emilio MM, da Cunha LF, Bertonecello D. Overflow using proprioceptive neuromuscular facilitation in post-stroke hemiplegics: a preliminary study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2019;23(2):399–404. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2018.05.005>.
15. Ruddy KL, Carson RG. Neural pathways mediating cross-education of motor function. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2013;7:397. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00397>.
16. Sandel ME. Dr. Herman Kabat: neuroscience in translation ... from bench to bedside. *PM&R: The Journal of Injury, Function and Rehabilitation*. 2013;5(6):453–461. DOI: [10.1016/j.pmrj.2013.04.020](https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2013.04.020).
17. Smyth C, Broderick P, Lynch P, Clark H, Monaghan K. To assess the effects of cross-education on strength and motor function in post-

stroke rehabilitation: a systematic literature review and meta-analysis. *Physiotherapy*. 2023;119:80–88. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physio.2023.02.001>.

18. Sherrington CS. Flexion-reflex of the limb, crossed extension-reflex, and reflex stepping and standing. *The Journal of Physiology*. 1910;40(1-2):28–121. DOI: <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1910.sp001362>.

19. Vinogradov OO, Guzhva OI, Kozlovskiy IS, Volodina VS. Оцінювання динаміки відновлення функції верхньої кінцівки у пацієнтів після

перенесеного ішемічного інсульту [Assessment of the dynamics of upper limb function recovery in patients after ischemic stroke]. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерпотерапія*. 2021;1:48–51.

20. Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP, Taub E, Uswatte G, Morris D, et al. Effect of constraint-induced movement therapy on upper extremity function 3 to 9 months after stroke: the EXCITE randomized clinical trial. *Journal of the American Medical Association*. 2006;296(17):2095–2104. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.296.17.2095>

ORCID 0000-0002-2041-8151, vkormiltsev@uni-sport.edu.ua

ORCID 0009-0004-6331-7555, sdenisenko751@gmail.com

Дата першого надходження статті до видання: 19.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 14.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Ускладнені діафізарні переломи великогомілкової кістки: виклики перед фізичними терапевтами та концептуальні підходи до реабілітації хворих

УДК 615.8:616.718.5-001.5(045)

Т. В. Майкова, С. М. Афанасьєв

Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту, Дніпро, Україна

Резюме. *Мета.* Запропонувати базові концепції до фізичної терапії хворих із діафізарними переломами великогомілкової кістки, ускладненими незрощенням кістки на тлі остеопорозу. *Методи.* Аналіз анамнезу, скарг, інтенсивності болювого синдрому, дослідження рівня фізичної активності, оцінка стану губчатої кісткової тканини та архітектури кістки, статистична обробка результатів досліджень методами варіаційної статистики, реалізованими стандартним пакетом прикладних програм SPSS 13.0 for Windows. *Результати.* Під спостереженням перебували 26 пацієнтів молодого віку ($33,0 \pm 5,0$ років) з уповільненою консолидацією та незрощенням перелому великогомілкової кістки. Важливим концептуальним підходом є навчання функціональної механіки тіла, зокрема навчання пацієнтів безпечних способів виконання повсякденних дій та рухів, таких як підйом важкості та нахили, для зниження навантаження на кістки, уражені остеопорозом. У пізній фазі, тобто після досягнення повного зрощення кістки у місці перелому, основний акцент має робитися на відновлення повної функції, витривалості та повернення до активності, яка існувала до травми. У цій фазі продовжувати два види вправ: навантаження й опір. Для цього до програми фізичної терапії має бути включене функціональне тренування: вправи, що імітують повсякденні дії, такі як підйом сходами, та перехід до специфічних або більш інтенсивних видів діяльності, тренування серцево-судинної системи з поступовим збільшенням на неї навантаження для розвитку витривалості. *Висновки.* Сформульовані концептуальні підходи до фізичної терапії хворих з уповільненою консолидацією та незрощенням кістки, що відбувалося на тлі вторинного остеопорозу в осіб молодого віку, які базуються на принципі багатоетапного застосування, в основі якого – раннє відновлення амплітуди рухів, зменшення болю і поступове збільшення навантаження для відновлення функції.

Ключові слова: опорно-руховий апарат, ускладнення діафізарних переломів, великогомілкова кістка, остеопороз, фізична терапія, концептуальні підходи.

Complex diaphyseal fractures of the tibia: challenges for physical therapists and conceptual strategies of patients' rehabilitation

T. V. Maykova, S. M. Afanasiev

Prydniprovsk state academy of physical culture and sport, Dnipro, Ukraine

Abstract. *Objective.* To propose basic concepts for physical therapy of patients with diaphyseal fractures of the tibia complicated by nonunion of the bone against the background of osteoporosis. *Methods.* Analysis of anamnesis, complaints, intensity of pain syndrome, study of the level of physical activity, assessment of the state of spongy bone tissue and bone architecture, statistical processing of research results using variational statistics methods implemented by the standard

SPSS 13.0 for Windows application package. *Results.* Complications of diaphyseal fractures of the tibia pose major challenges for physical therapists. The answer to them requires conceptual approaches, including consideration of mechanical and biological aspects of bone consolidation in patients with osteoporosis. Today, many concepts are known regarding physical therapy of patients with complicated fractures of the tibia and with osteoporosis, mainly primary, but the conceptual provisions of physical therapy for delayed consolidation and nonunion of bone against the background of osteoporosis in young people have hardly been considered by scientists. An important conceptual approach is teaching functional body mechanics, specifically teaching patients safe ways to perform everyday activities and movements, such as weight lifting and bending, to reduce stress on bones affected by osteoporosis. In the late phase, when complete union of the bone at the fracture site is achieved, the main emphasis should be on restoring full function, endurance, and returning to pre-injury activity. *Conclusions.* Conceptual approaches to physical therapy of patients with delayed consolidation and bone nonunion occurring against the background of secondary osteoporosis in young people have been formulated, which are based on the principle of multi-stage application, which is based on early restoration of range of motion, pain reduction, and gradual increase in load to restore function.

Keywords: musculoskeletal system, complications of diaphyseal fractures, tibia, osteoporosis, physical therapy, conceptual approaches.

Постановка проблеми. Діафізарні переломи великогомілкової кістки — одні з найчастіших травм скелета, що становлять 23,0–35,5 % від усіх переломів скелета та 64,3–70,0 % від переломів кісток нижніх кінцівок [1; 2; 9]. Причому їх поширеність зростає не тільки серед людей зрілого віку, а й у молодшому віці, якщо є патологічні зміни кісток [8].

Незважаючи на досягнення в галузі травматології, ускладнення після діафізарних переломів великогомілкової кістки трапляються часто та істотно впливають на такі віддалені після переломів наслідки, як хронічний біль, м'язові спазми та незрощення кістки, внаслідок чого спостерігаються тривалі або стійкі обмеження фізичної активності та зниження якості життя [3; 9; 13; 15]. Віддалені після переломів скарги є багатофакторними, причинами яких визнані травми м'язів тканин, формування рубцевої тканини, зміни біомеханіки, постійний біль або гіпералгезія, посттравматичний остеоартрит тощо. Наявність цих чинників призводить до фізичного обмеження м'язової сили та руху суглобів [3; 6; 10; 15]. Одним із ускладнень діафізарних переломів великогомілкової кістки є уповільнена консолидація та незрощення кістки, в основі яких лежить порушення процесу загоєння місця перелому.

Найбільш узгоджене стандартне визначення незрощення дано FDA, яке визначає це ускладнення як перелом, що зберігається не

менше ніж дев'ять місяців або не має ознак загоєння протягом трьох місяців поспіль [6; 16].

Кісткова консолидація визначається типом перелому, стабільністю його фіксації і регулюється біологічними процесами, зокрема ангиогенезом та остеогенезом [5].

Одним із основних локальних факторів уповільненої консолидації кістки є недостатнє кровопостачання місця перелому внаслідок травмування судин [5; 15]. Анатомічні особливості великогомілкової кістки сприяють обмеженню кровообігу, оскільки її діафізарна частина спереду покрита тільки шкірою й окістям і у разі травми відбувається тяжке ушкодження м'язів тканин, що призводить до значного зниження васкуляризації в ділянці перелому [13; 15]. Слід враховувати і те, що кровопостачання діафіза великогомілкової кістки здійснюється лише єдиною живильною артерією.

Поряд із локальними мають значення і системні фактори: похилий вік, тривале лікування стероїдними гормонами, ендокринні захворювання (ожиріння, погано контрольований цукровий діабет I типу, проблеми з парашитовидними залозами тощо) [3; 5]. Ключове місце серед системних факторів посідає остеопороз.

Уповільнена консолидація та незрощення кістки при переломах у пацієнтів з остеопорозом зумовлюється зміною біомеханічних властивостей остеопоротичної кістки, оскільки

такі кістки характеризуються не лише зменшенням кісткової маси, але й зменшенням товщини кортикального шару та збільшенням його пористості, дезорієнтацією трабекул щодо спрямування навантаження, а також змінами у складі кісткового матриксу [4; 7; 9; 14]. Крім того, нова кістка, що формується, може бути більш крихкою через знижену її щільність, що підвищує ймовірність уповільнення консолидації та повторної травми. Усе це потребує більш тривалого періоду реабілітації після перелому великогомілкової кістки [11; 15].

Отже, ускладнення діафізарних переломів великогомілкової кістки створюють основні виклики для фізичних терапевтів.

Відповідь на них потребує концептуальних підходів, включаючи врахування механічних та біологічних аспектів консолидації кістки у пацієнтів з остеопорозом. Натепер відомо багато концепцій щодо фізичної терапії хворих з ускладненими переломами кісток гомілки та з остеопорозом, переважно первинним [12], але концептуальні положення фізичної терапії у разі уповільненої консолидації та незрощення кістки на тлі остеопорозу в осіб молодого віку вченими майже не розглядалися.

Мета дослідження. Запропонувати базові концепції до фізичної терапії хворих зі діафізарними переломами великогомілкової кістки, ускладненими незрощенням кістки на тлі остеопорозу.

Методи дослідження. Аналіз анамнезу, скарг, інтенсивності больового синдрому, який визначали за альгофункціональним індексом WOMAC з використанням візуальної аналогової шкали (ВАШ) для оцінки інтенсивності болю. Оцінка болю проводилася за такими критеріями: 0–24 – відсутність болю або слабкий біль, 25–49 – помірний біль, 50–74 – сильний біль, 75–100 – дуже сильний біль.

Види переломів формували за класифікацією АО/ОТА, розробленою Асоціацією Остеосинтезу (АО Foundation) та Організацією Травми (ОТА), яка використовує буквено-цифрові коди для детального опису перелому.

Рівень фізичної активності визначали за міжнародним опитувальником (International physical activity questionnaire – IPAQ) [18].

Оцінка стану губчастої кісткової тканини здійснювалася шляхом ультразвукової денситометрії за допомогою ультразвукового денситометра "Achilles+" (Lunar, США). Досліджені мінеральна щільність кісткової тканини (МЩКТ) та її архітектура. Ступінь щільності кісткової маси визначали за Т-індексом (T-score), що вимірюється у величинах стандартного відхилення від вікових та статевих нормативів.

Архітектура кістки оцінювалася за швидкістю поширення ультразвуку через кістку (ШПУк), що залежить від її еластичності; широкосмугового послаблення ультразвуку (ШПУ), що є об'єктивною ознакою, як предиктора переломів, характеризує щільність кістки і кількість, розміри і просторову орієнтацію трабекул, а також індексом міцності кістки (IM), що відображає стан губчастої кісткової тканини.

Усі вихідні дані, отримані під час виконання роботи, з метою оптимізації математичної обробки вводилися у базу даних, побудовану за допомогою електронних таблиць Microsoft Excel на персональному комп'ютері. Статистична обробка результатів досліджень здійснювалася методами варіаційної статистики, реалізованими стандартним пакетом прикладних програм SPSS 13.0 for Windows.

Результати дослідження та їх обговорення. Під спостереженням перебували 26 пацієнтів молодого віку ($33,0 \pm 5,0$ років) з уповільненою консолидацією та незрощенням перелому великогомілкової кістки. Серед пацієнтів 65,4 % становили жінки, 34,6 % – чоловіки.

У 23,6 % жінок спостерігалось незрощення перелому тривалістю $10,6 \pm 0,59$ місяців та у 76,4 % – уповільнення консолидації протягом $7,3 \pm 1,06$ місяців.

Серед чоловіків незрощення перелому відбувалося також протягом $10,6 \pm 0,70$ місяців у 44,4 %, уповільнення консолидації протягом $7,9 \pm 0,75$ місяців мало місце у 55,6 %.

З анамнезу відомо, що 88,2 % жінок та 77,8 % чоловіків у минулому зазнали тяжкого перебігу Covid-19 і довгий час отримували глюкокортикоїди.

Причиною перелому майже у всіх жінок (82,4 %) були високоенергетичні травми, зокрема ураження під час ДТП, у решти – низькоенергетичні переломи під час занять

спортом. При цьому 47,1 % пацієнток мали по 1–2 переломи ще до травми.

У всіх чоловіків спостерігалися низькоенергетичні переломи, які відбулися під час падінь та зіткнень під час занять спортом. Більше третини чоловіків (33,3 %) також зазначають у минулому випадки переломів.

З медичної документації встановлено, що під час останніх травм у жінок діагностовано переломи діафізу великогомілкової кістки В1.1. та В2.1. за класифікацією АО, що стало підставою для виконання хірургічного втручання інтрамедулярного металоостеосинтезу для зіставлення та фіксації відламків кістки.

У 44,4 % чоловіків діагностовано діафізарні переломи великогомілкової кістки А1.1. за класифікацією АО/ОТА, у решти пацієнтів – А2.1. Вони отримували консервативне лікування, зокрема скелетне витягування та іммобілізацію.

У результаті аналізу скарг встановлено, що як жінок, так і чоловіків турбував виражений больовий синдром, інтенсивність якого за ВАШ у жінок становила $74,6 \pm 7,8$, у чоловіків – $82,7 \pm 4,2$.

М'язова слабкість та обмеження рухової функції колінного та гомілковостопного суглобів спостерігалася у всіх пацієнтів.

Виразений больовий синдром, функціональні обмеження кінцівок та кінезіфобія сприяли зниженню фізичної активності до $13,7 \pm 2,9$ балів у жінок та $13,8 \pm 3,3$ балів у чоловіків.

Зважаючи на те, що всі пацієнти в анамнезі мали декілька переломів, становило інтерес визначити метаболічний стан кісткової системи за допомогою ультразвукової денситометрії та рентгенологічного дослідження.

Під час денситометричного дослідження зниження мінералізації кісткової тканини виявлено у всіх пацієнтів, в яких Т-індекс відповідав – 2,5 SD. За наявності переломів

такий показник свідчить про тяжкий остеопороз.

Поряд зі зниженням мінеральної щільності кісткової тканини у всіх хворих з остеопорозом спостерігалася зниження якісних параметрів кістки. Еластичність кортикального шару була знижена на 10,0 % ($p < 0,001$) у жінок та на 12,6 % ($p < 0,001$) у чоловіків, що підтверджується зменшенням показника ШПУк (табл. 1).

Щільність трабекулярного шару за показником ШПУ була зменшена на 8,0 % ($p < 0,05$) як у жінок, так і у чоловіків ($p < 0,05$). Міцність губчастої кісткової тканини знижувалася на 17,4 % ($p < 0,001$) у жінок та на 20,0 % ($p < 0,001$) у чоловіків.

За висновками рентгенологічного дослідження усім пацієнтам встановлений діагноз «вторинний остеопороз», який у 64,7 % жінок та 44,4 % чоловіків відповідав 2-й стадії. Серед жінок 3-тя стадія остеопорозу виявлена у 35,3 % випадків, у чоловіків – у 55,6 %. Причому 3-тя стадія остеопорозу була характерною для пацієнтів із незрошенням перелому, а 2-га стадія переважно спостерігалася при уповільненні консолідації кістки.

Усі пацієнти були зараховані для реабілітації у групи фізичної терапії. З метою підвищення ефективності реабілітації сформульовані концептуальні підходи. Кінцева мета їх застосування – відновлення функції, запобігання майбутнім переломам за рахунок покращення структурно-функціонального стану кісткової тканини та м'язової функції, а також зниження ризику падінь.

Насамперед необхідний міждисциплінарний, тобто комплексний, підхід, що включає фізичних терапевтів у тісній взаємодії з ендокринологами, хірургами, ортопедами для визначення точних термінів навантаження та розширення меж активності з урахуванням типу перелому, методу фіксації та реакції загоєння кістки. Для цього використовують такі

ТАБЛИЦЯ 1 – Характеристика структурно-функціонального стану кісткової тканини у пацієнтів із переломами великогомілкової кістки на тлі остеопорозу

Показник, од. виміру	Здорові особи (n = 15)	Жінки з переломом великогомілкової кістки	Чоловіки з переломом великогомілкової кістки
ШПУк, м/с	$1586,4 \pm 9,2$	$1428,3 \pm 21,5^2$	$1386,5 \pm 35,5^2$
ШПУ, дБ/Мгц	$108,0 \pm 3,3$	$99,4 \pm 1,3^1$	$99,1 \pm 1,1^1$
ІМ, %	$97,3 \pm 3,4$	$80,4 \pm 1,4^2$	$77,8 \pm 1,6^2$

Примітки: ¹ – $p < 0,05$; ² – $p < 0,001$ – рівень достовірності змін між показниками здорових осіб та хворих.

методи, як поступове зміцнення, нейром'язове перенавчання, функціональний тренінг, мануальна терапія.

Концептуальні підходи передбачають виключно персональну роботу з пацієнтами з формуванням індивідуальних програм, які мають бути адаптовані до можливостей пацієнта, його цілей та щільності кісткової тканини для мінімізації атрофії м'язів, підтримання рухливості колінних та гомілковостопних суглобів, забезпечення безпеки та ефективності реабілітаційних заходів.

Концептуальні підходи мають бути спрямовані на відновлення функціональної незалежності пацієнтів шляхом їх навчання вправ, спрямованих на покращення рухливості, рівноваги та координації.

Ключові складники концепції фізичної терапії після діафізарних переломів великогемілкової кістки, спровокованих остеопорозом, мають включати мультимодальні фізичні вправи для зменшення болю, покращення фізичної функції та підвищення якості життя. При цьому застосовується поступове збільшення інтенсивності та обсягу вправ у міру підвищення сили та витривалості пацієнта з акцентом на рухах, пов'язаних із повсякденною діяльністю, а також надання пацієнтам можливості самостійного контролю.

Спочатку застосовують вправи без навантаження — з плавним діапазоном рухів у тазостегновому, колінному та гомілковостопному суглобах для запобігання скутості та поліпшення кровообігу.

Для підтримки м'язового тонусу необхідні ізометричні вправи — на зміцнення м'язів без руху в суглобах.

Для тренування ходи слід використовувати допоміжні прилади — милиці або ходунки — із суворим дотриманням обмежень без навантаження або з частковим навантаженням за погодженням із хірургом.

За умови початку консолідації перелому застосовується поступове збільшення навантаження на кістку та пошкоджені тканини, що дозволяє їм адаптуватися та зміцнюватися з часом. При цьому враховується стадія остеопорозу. Вправи на зміцнення починають за погодженням з ортопедом з легших вправ з обтяженнями на всю ногу, переходячи до складніших вправ у міру зростання сили.

Індивідуальні програми обов'язково мають включати нейром'язове перенавчання із застосуванням вправ, що покращують координацію, рівновагу та пропріоцепцію.

Поряд із цим підключають вправи з відкритим ланцюгом, що дозволяють виконувати ізолювані рухи кінцівок, та вправи із закритим ланцюгом, що вимагають фіксації кінцівки та імітують функціональні рухи.

Для покращення гнучкості та амплітуди рухів у суглобах та м'язах мають виконуватися вправи на розтяжку, які спрямовані на поступове нарощування сили певних груп м'язів для підвищення стабільності та функціональності суглобів.

З огляду на наявність остеопорозу доцільні тренування з обтяженнями: ходьба, стояння та виконання вправ стоячи або сидячи з правильною поставою, які створюють механічне навантаження на кістки, стимулюючи ремоделювання кісток та допомагаючи підтримувати або навіть збільшувати мінеральну щільність кісткової тканини. Використання обтяжень або стрічок для навантаження кісток створюють позитивне на них навантаження та підвищують їхню щільність. Цей підхід базується на твердженні, згідно із законом Вольфа, що трабекули трабекулярної кістки вирівнюються відповідно до основних напруг, що дозволяє кістці адаптуватися до механічних навантажень. Механічне навантаження викликає мікрорух у місці перелому, що призводить до процесу, відомого як механотрансдукція в кістці. Цей принцип, який застосовується до кортикальної кістки, також є актуальним для загоснення переломів у хворих з остеопорозом.

Використовуючи вправи з навантаженням, слід застосовувати різні режими навантаження з інтервалами відпочинку, додавати приземлення з обтяженням, статичне розтягування.

Обов'язкові тренування функціональної рівноваги, що покращують стійкість, а також постави, що знижує ризик падінь та повторних переломів. Доцільно виконувати перенесення ваги, балансування на одній нозі, повороти та наступання на предмети. При цьому можна маніпулювати зором, швидкістю, напрямом, рухати кінцівками та виконувати когнітивні завдання. Такі вправи мають бути поступовими, складними та обов'язково під наглядом. Для пацієнтів із порушеннями рівноваги

або з високим ризиком перелому слід починати зі статичної рівноваги та переходити до динамічної рівноваги.

Важливим концептуальним підходом є навчання функціональної механіки тіла, зокрема навчання пацієнтів безпечним способам виконання повсякденних дій та рухів, таких як підйом важкості та нахили, для зниження навантаження на кістки, уражені остеопорозом.

У пізній фазі, тобто у разі досягнення повного зрощення кістки у місці перелому, основний акцент має робитися на відновлення повної функції, витривалості та повернення до активності, яка існувала до травми. У цій фазі продовжувати два види вправ: навантаження й опір.

Для цього до програми фізичної терапії має бути включене функціональне тренування: вправи, що імітують повсякденні дії, такі як підйом сходами, та перехід до специфічних або більш інтенсивних видів діяльності, тренування серцево-судинної системи з поступовим збільшенням на неї навантаження для розвитку витривалості.

Таким чином, сформульовані концептуальні підходи, засновані на багатоетапному принципі, в основі якого — раннє відновлення амплітуди рухів, зменшення болю і поступове збільшення навантаження для відновлення функції.

Висновки. 1. Проведений аналіз причин, механізмів формування і розвитку ускладнень після діафізарних переломів великогомілкової кістки на тлі остеопорозу та їх наслідків, впливу на клінічний перебіг травми. Наявність таких ускладнень, як уповільнена

консолідація та незрощення кістки у місці перелому, тривала та неефективна реабілітація хворих створюють основні виклики для фізичних терапевтів.

2. У результаті аналізу літературних джерел встановлено, що натеper відомо багато концепцій щодо фізичної терапії хворих з ускладненими переломами кісток гомілки та хворих із первинним остеопорозом, але концептуальні положення фізичної терапії у разі уповільненої консолидації та незрощення кістки на тлі остеопорозу в осіб молодого віку вченими майже не розглядалися.

3. Проведено спостереження 26 пацієнтів молодого віку ($33,0 \pm 5,0$) років з уповільненою консолидацією та незрощенням перелому великогомілкової кістки, у яких внаслідок тривалого прийому глюкокортикоїдів діагностований остеопороз 2-го та 3-го ступеня зі зниженням мінеральної щільності кісткової тканини, зниженою еластичністю кортикального шару, зменшенням трабекулярного шару кістки та, відповідно, її міцності.

4. Сформульовані концептуальні підходи до фізичної терапії хворих з уповільненою консолидацією та незрощенням кістки, що відбувалося на тлі вторинного остеопорозу в осіб молодого віку, які базуються на принципі багатоетапного застосування, в основі якого — раннє відновлення амплітуди рухів, зменшення болю і поступове збільшення навантаження для відновлення функції.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці програм фізичної терапії з урахуванням сформульованих концепцій та вивчення їх ефективності.

Література

1. Барвінський ОІ. Діафізарні переломи кісток гомілки: актуальність, ідентичність та способи лікування [Diaphyseal fractures of the tibia: relevance, incidence and treatment methods]. *Science progress in European countries: new concepts and modern solutions*. 2019;851–58.
2. Попсуйшапка ОК, Литвишко ВО, Ужєрова ОЄ, Підгайська ОО. Частота ускладнень при лікуванні діафізарних переломів кінцівок за даними Харківської травматологічної МСЕК [Frequency of complications in the treatment of diaphyseal fractures of the extremities according to the Kharkiv Traumatology MSEC]. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 2020;1:20–26. DOI: 10.15674/0030-59872020120-25.
3. Andrés-Peiró JV, Pujol O, Altayó-Carulla M. et al. Predictors of first-year postoperative complications after fixation of low-energy ankle fractures: a single-center, retrospective cohort study of 663 consecutive fractures. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2024;68:363–72.
4. Chandran M, Akesson KE, Javaid MK. Working Group of the Committee of Scientific Advisors of the International Osteoporosis Foundation, on behalf of the International Osteoporosis Foundation, Société Internationale de Chirurgie Orthopédique et de Traumatologie. Impact of osteoporosis and

osteoporosis medications on fracture healing: a narrative review. *Osteoporos Int*. 2024 Aug;35(8):1337–1358. DOI: 10.1007/s00198-024-07059-8.

5. Einhorn TA, Gerstenfeld LC. Fracture healing: mechanisms and interventions. *Nat Rev Rheumatol*. 2015 Jan;11(1):45–54.

6. Ghanem W, Ezzeddine H, Saad R, et al. State of the Nonunion: A review of the latest literature. *Orthopedic Reviews*. 2025;17. DOI: 10.52965/001c.129085.

7. Gorter EA, Reinders CR, Krijnen P. The effect of osteoporosis and its treatment on fracture healing: a systematic review of animal and clinical studies. *Bone Rep*. 2021 Aug 16;15:101117. DOI: 10.1016/j.bonr.2021.101117.

8. Karpouzou A, Diamantis E, Farmaki P, Savvanis S, Troupis T. Nutritional Aspects of Bone Health and Fracture Healing. *J Osteoporos*. 2017;2017:4218472.

9. Larsen P, Elsoe R. Long-term effect of lower limb fractures: A national register-based cohort study with a mean of 16.7 years follow-up. *Injury*. 2025 Apr;56(4):112239. DOI: 10.1016/j.injury.2025.112239.

10. Larsen P, Eriksen CB, Stokholm R, Elsoe R. Results following prolonged recovery show satisfactory functional and patient-reported outcome

after intramedullary nailing of a tibial shaft fracture: a prospective 5-year follow-up cohort study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2021;141:1303–1310.

11. Orji C, Ojo C, Onobun DE, et al. Fracture Non-Union in Osteoporotic Bones: Current Practice and Future Directions. *Cureus.* 2024;16(9):e69778. DOI: 10.7759/cureus.6977.

12. Pinto D, Alshahrani M, Chapurlat R, et al. The global approach to rehabilitation following an osteoporotic fragility fracture: A review of the rehabilitation working group of the International Osteoporosis Foundation (IOF) committee of scientific advisors. *Osteoporosis International.* 2022;33:527–540. <https://doi.org/10.1007/s00198-021-06240-7>

13. Prevalence and influencing factors of nonunion in patients with tibial fracture: systematic review and meta-analysis / R. Tian, F. Zheng, W. Zhao

[et al.]. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research.* 2020;15(1):377. DOI: 10.1186/s13018-020-01904-6.

14. Sauhta R, Makkar D. Proximal Tibia Fractures in Osteoporosis. *Indian J Orthop.* 2025 Feb 16;59(3):326-345. DOI: 10.1007/s43465-025-01337-1. PMID: 40201924; PMCID: PMC11973000.

15. Sheen JR, Mabrouk A, Garla VV. Fracture Healing Overview. 2023 Apr 8. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan. PMID: 31869142.

16. Strain R, Harwood PJ, Kanakaris NK, Giannoudis PV. Treatment of Diaphyseal Tibial Non-unions After Open Fracture: A Retrospective Observational Study on Characteristics and Outcome. *Indian J Orthop.* 2024 Aug 18;58(12):1806–1814. DOI: 10.1007/s43465-024-01235-y

ORCID 0000-0003-0009-9007, tv18061949@i.ua

ORCID 0000-0001-7739-3461, admin_infiz@ukr.net

Дата першого надходження статті до видання: 18.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Використання силових тренажерів у комплексі відновлення пацієнтів після ендопротезування кульшового суглоба

УДК 615.8-7:616.728-089.843(045)

С. В. Рокутов, В. С. Проскура, О. С. Афанасьєва, Д. В. Сакменов

Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту, Дніпро, Україна

Резюме. *Мета.* Поліпшення якості життя пацієнтів і профілактика ускладнень після операції ендопротезування кульшового суглоба на основі застосування в клінічній практиці удосконаленої методики відновлення з використанням силового тренажера – кросовера. *Методи.* У дослідженні взяли участь 30 жінок віком від 60 до 76 років, які шляхом випадкової вибірки були розподілені на дві групи: основну (ОГ) та контрольну (КГ). Курс реабілітації для обох груп пацієнтів становив 3 місяці з моменту здійснення операції. Протягом цього періоду з усіма пацієнтами проводилися терапевтичні вправи з акцентом на силові. З другого місяця комплекси вправ у групах відрізнялися: починалося використання силових тренажерів для основної групи. Пацієнтам контрольної групи замість вправ із тренажерами давали більше вправ із власною вагою тіла та фітнес-спорядженням. *Результати.* Порівняльний аналіз результатів функціональних тестів показав, що у пацієнтів ОГ, які проходили відновлення після операції з використанням силових тренажерів, результати виявилися достовірно кращими, ніж у пацієнтів КГ. Після проходження курсу реабілітації з використанням кросовера об'єктивні функціональні тести – «Встань та йди» (TUG) і 5-разовий підйом зі стільця (5xSTS) – засвідчили кращі результати у пацієнтів ОГ. Зокрема, час виконання TUG зменшився з 34,44 с до 12,33 с (проти 33,21 с до 15,51 с у КГ, $p < 0,001$), а 5xSTS – з понад 25 с до 11,3 с (проти 13,9 с, $p < 0,00001$). За опитувальником SF-36 основна група мала кращі показники за шкалами болю та життєстійкості ($p = 0,03$ і $p = 0,04$ відповідно). Це свідчить про вищу ефективність запропонованої методики реабілітації. *Висновки.* Об'єктивні функціональні тести вказують на перевагу методики використання силових тренажерів, зокрема кросовера, у реабілітаційних програмах пацієнтів після ендопротезування кульшового суглоба, що сприяє швидкому відновленню фізичної активності та поверненню до повноцінного життя. **Ключові слова:** кульшовий суглоб, ендопротезування, реабілітація, силові тренажери.

Use of strength trainers in the complex of patient recovery after hip joint arthroplasty

S. V. Rokutov, V. S. Proskura, O. S. Afanasieva, D. V. Sakmenov

Przdniprovsk State Academy of Physical Culture and Sport, Dnipro, Ukraine

Abstract. *Objective.* Improving patients' quality of life and preventing complications after hip replacement surgery, based on the application in clinical practice of an improved recovery technique using a crossover strength trainer. *Methods.* The study involved 30 women aged 60 to 76 years, who were randomly assigned to two groups: the main group (MG) and the control group (CG). The rehabilitation course for both groups of patients was 3 months from the moment of the operation. During this

period, all patients underwent therapeutic gymnastics classes with an emphasis on strength exercises. From the second month, the exercise complexes in the groups differed: the use of strength training machines began for the main group. Patients in the control group were given more exercises with their own body weight and fitness equipment instead of exercises with training machines. *Results.* A comparative analysis of the results of functional tests showed that patients in the main group who underwent postoperative recovery using strength training machines had significantly better results than patients in the control group. After completing the rehabilitation course using the crossover, objective functional tests – "Get Up and Go" (TUG) and 5-time chair rise (5xSTS) – showed better results in the main group. In particular, the TUG performance time decreased from 34.44 s to 12.33 s (versus 33.21 s to 15.51 s in the control group, $p < 0.001$), and 5xSTS – from over 25 s to 11.3 s (versus 13.9 s, $p < 0.00001$). According to the SF-36 questionnaire, the main group had better scores on the pain and vitality scales ($p = 0.03$ and $p = 0.04$, respectively). This indicates a higher effectiveness of the proposed rehabilitation method. *Conclusion.* Objective functional tests indicate the advantage of the technique of using strength training equipment, the crossover in particular, in rehabilitation programs for patients after hip replacement surgery, which contributes to the rapid restoration of physical activity and a return to a full life.

Keywords: hip joint, endoprosthetics, rehabilitation, strength training equipment.

Постановка проблеми. Ендопротезування кульшового суглоба — це складне оперативне втручання, яке спрямоване на відновлення рухливості суглоба та покращення життя пацієнта. Проте успіх операції великою мірою залежить від правильно організованої реабілітації, що передбачає поступове зміцнення м'язів, повернення рухової активності та профілактику можливих ускладнень [4; 7; 8].

Згідно із сучасними концепціями, ендопротез кульшового суглоба має забезпечувати достатній обсяг рухів, витримувати навантаження без виникнення болю, деструкції або патологічної перебудови кісткової тканини, а також зберігати функціональність протягом багатьох років. Важливо, щоб у разі необхідності видалення компонентів ендопротеза могло здійснюватися з мінімальними пошкодженнями кісток і без значних технічних труднощів. Як правило, після проведення операції з ендопротезування кульшового суглоба пацієнти втрачають значну частину свого силового потенціалу. Необхідно збільшити його, використовуючи полегшені вправи з поступовою прогресією аж до ефективного і безпечного використання силових апаратів [5; 6; 9; 11].

Силові тренажери — це високоефективні і багатофункціональні інструменти, які відіграють ключову роль у реабілітаційному процесі. Наявні програми організації рухової активності для пацієнтів після ендопротезування суглобів, що включають заняття на тренажерах, не завжди враховують індивідуальні особливості

кожного пацієнта. Особливу увагу слід приділити кросоверу. Його основна частина — це система кабелів із вантажами, які дозволяють виконувати широкий спектр вправ для розвитку сили, стабільності, балансу та амплітуди руху [10; 12; 14; 15].

Основною перевагою кросовера є його здатність підлаштовуватися під потреби конкретної людини. Він дозволяє точно дозувати навантаження, що особливо важливо для ослаблених м'язів або в умовах тривалої іммобілізації. Крім того, тренажер створює безпечні умови для виконання вправ, мінімізуючи навантаження на суглоб та виключаючи різкі рухи, які можуть бути травмонебезпечними [12; 13; 15].

Мета дослідження. Поліпшення якості життя пацієнтів і профілактика ускладнень після операції ендопротезування кульшового суглоба на основі застосування в клінічній практиці удосконаленої методики відновлення з використанням силового тренажера — кросовера.

Методи дослідження. У дослідженні взяли участь 30 жінок віком від 60 до 76 років, які шляхом випадкової вибірки були розподілені на дві групи: основну групу (ОГ) склали 15 пацієнтів віком $66,1 \pm 5,02$ років; контрольну групу (КГ), до якої увійшли також 15 пацієнтів віком $65,1 \pm 5,31$ років. На основі медичних карток пацієнтів вивчалася детально їхня патологія. Майже у всіх пацієнтів був остеоартроз кульшового суглоба. Було проаналізовано функціональний стан суглобів та наявні обмеження.

У вивченні анамнезу особлива увага надавалася з'ясуванню обмежень, які були до операційного втручання. Для впорядкування процесу опитування пацієнтів і осіб, які за ними доглядають, а також для отримання кількісних показників рівня життєдіяльності пацієнтів широко використовувався один із найбільш поширених у медичних дослідженнях загальних опитувальників коротка форма Medical Outcomes Study Short Form (SF-36). Основними скаргами пацієнтів, яким показана процедура заміни кульшового суглобу, є біль і обмеження рухливості в суглобі, що утруднюють або унеможливають рухи в суглобі чи пересування взагалі.

Інтенсивність больового синдрому оцінювалася за допомогою 10-сантиметрової візуально-аналогової шкали (ВАШ). Також використовувалася шкала 10-бальної оцінки інтенсивності болю, за допомогою тесту «Встань та йди» (TUG – Timed Up and Go Test) оцінювалася загальна мобільність, рівновага, а також ризик падінь. Застосовувався тест стояння на одній нозі як простий і ефективний метод оцінки балансу, координації та функціонального стану опорно-рухового апарату. 5-разовий тест на підйом зі стільця (Five Times Sit-to-Stand Test) дозволив оцінити силу м'язів нижніх кінцівок, координацію рухів і функціональну здатність вставання зі стільця, що є важливим показником для оцінки здатності пацієнта виконувати повсякденні дії.

Комплекс терапевтичних вправ для хворих обох груп до моменту виписки зі стаціонару був однаковим.

Реабілітація після ендопротезування кульшового суглоба поділяється на кілька етапів: передопераційний період (5–8 днів), ранній післяопераційний (14 днів) та пізній післяопераційний (до 12 тижнів).

У передопераційний період акцент робили на фізичній і психологічній підготовці пацієнта. Це включало покращення емоційного стану, зміцнення м'язів кінцівки, навчання ходьби на милицях, освоєння вправ, технік самообслуговування, сидання, вставання, пересування за допомогою милиць, а також дихальні вправи для оптимізації дихальної функції після наркозу. Для покращення кровообігу застосовували ізометричні вправи для м'язів стегна і сідниць, а також динамічні рухи у збережених суглобах.

Ранній післяопераційний період складався з двох етапів: початкового навантаження

і тренувального. На 7–10-й день пацієнт виписувався зі стаціонару, вже навчившись самообслуговування та пересування, отримавши рекомендації щодо подальшої реабілітації.

У пізній післяопераційний період реабілітація проводилася амбулаторно. Пацієнт проходив контрольні огляди через 4 та 8 тижнів після операції. Основні цілі цього етапу включали: покращення функціонального стану м'язів кінцівок, відновлення рухливості у суглобах, навчання ходьби з опорою на прооперовану ногу, відновлення правильної ходьби, а також зміцнення м'язів тулуба та кінцівок.

З другого місяця комплекси вправ у групах відрізнялися. Для пацієнтів ОГ починали використовувати силові тренажери. Ці комплекси вправ допомагають досягти збільшення м'язової сили і витривалості; збільшення мобільності та амплітуди рухів у суглобі; повернення нормальної функції ходи.

Комплекси розраховані на поступову прогресію інтенсивності, але необхідно орієнтуватися на можливості пацієнта. Навантаження має бути підібрано так, щоб діапазон повторень був у межах 8–20 без порушення техніки виконання вправи. Також під час виконання тієї чи іншої вправи не має виникати інтенсивного та різкого відчуття болю. Допускається легкий дискомфорт, який не збільшується в процесі виконання завдань.

Результати дослідження та їх обговорення. На початковому етапі дослідження була проведена оцінка факторів ризику виникнення дегенеративно-дистрофічних захворювань кульшового суглоба.

У дослідженої категорії хворих ($n = 30$) на першому місці серед факторів ризику був похилий вік (76,6 %) у поєднанні з травмами в анамнезі (46,6 %) та важкою фізичною працею (56,6 %).

Вік відіграє важливу роль як один із головних факторів ризику розвитку коксартрозу. Це пов'язано з тим, що з плином часу в організмі відбуваються процеси старіння, які зачіпають клітини та тканини суглобів. Вони поступово втрачають свою еластичність і здатність до відновлення, що робить суглоби більш вразливими до різних ушкоджень. Крім того, з віком знижується здатність суглобових структур підтримувати необхідний баланс і гомеостаз, що може призводити до розвитку дегенеративних змін [1; 2; 3]. Також обтяжуючим фактором

була важка фізична робота та травми ОРА внаслідок цієї роботи.

Інтенсивність больового синдрому визначалась за ВАШ. У більшості хворих спостерігалось виникнення болю або його посилення під час згинання, відведення та приведення стегна. Найбільших проблем завдавали такі рухи, як ходьба по нерівній поверхні, підйом сходами, а також неможливість довго стояти.

Якість життя пацієнтів була значно знижена за всіма показниками (таблиця 1). Вони стикалися з вираженим больовим синдромом, обмеженням рухливості, труднощами у виконанні повсякденних завдань і самообслуговуванні. Це, своєю чергою, призводило до значного психологічного дискомфорту, зниження соціальної активності та виникнення почуття неповноцінності. Сукупність цих факторів має вкрай негативний вплив на фізичний та емоційний стан хворих, істотно погіршуючи якість їхнього життя.

Результати тестування, проведеного за допомогою 5-разового тесту підйому зі стільця або тесту 5-ти присідань, продемонстрували, що у всіх учасників обох груп спостерігалось перевищення порогового значення в 20 секунд (таблиця 2). Це є показником, який свідчить про підвищений ризик падінь і значне зниження функціональних можливостей нижніх кінцівок.

Пацієнти мали труднощі з виконанням повсякденних рухів, таких як вставання, ходьба або зміна положення тіла, що, своєю чергою, негативно впливало на їхню самостійність і якість життя. Високий ризик падінь також спонукає до вживання додаткових заходів фізичної терапії щодо профілактики травм, покращення м'язової сили та координації рухів.

Результати тесту «Встань та йди» (Timed Up and Go, TUG) також вказували на підвищений ризик падінь, що є важливим показником для оцінки фізичного стану пацієнтів. Значне збільшення часу, необхідного для виконання тесту, може свідчити про знижену координацію рухів, слабкість м'язів нижніх кінцівок, а також про погіршення загальних функціональних можливостей (таблиця 3).

Тест **стояння на одній нозі** продемонстрував низький рівень функціональних можливостей у пацієнтів обох груп, що свідчить про знижену стійкість, слабкість м'язів нижніх кінцівок і порушення координації. Деякі пацієнти не змогли втримати рівновагу більше ніж дві секунди (таблиця 4).

Період стаціонарної реабілітації після операції з ендопротезування був однаковим для хворих обох груп.

Після виписки зі стаціонару комплекси фізичної терапії для хворих ОГ та КГ відрізнялися.

ТАБЛИЦЯ 1 – Показники якості життя пацієнтів основної (ОГ) та контрольної (КГ) груп за даними опитувальника SF-36, (n=30)

Шкала	ОГ (n=15)	КГ (n=15)	t	p
1. PF	42.96 ± 2.98	43.94 ± 2.63	-0.24	0.81 (< 0.05)
2. RP	40.74 ± 2.55	38.21 ± 2.54	0.73	0.47 (< 0.05)
3. BP	43.42 ± 2.66	47.79 ± 2.07	-1.30	0.21 (< 0.05)
4. GH	45.96 ± 3.11	44.29 ± 2.53	0.42	0.68 (< 0.05)
5. VT	45.55 ± 2.01	43.82 ± 2.62	0.53	0.60 (< 0.05)
6. SF	44.32 ± 2.20	44.19 ± 2.21	0.04	0.97 (< 0.05)
7. RE	43.98 ± 2.42	44.29 ± 2.71	-0.09	0.93 (< 0.05)
8. MH	44.64 ± 2.21	44.61 ± 2.65	0.01	0.99 (< 0.05)

ТАБЛИЦЯ 2 – Тест 5-разового підйому зі стільця (Five Times Sit-to-Stand Test, 5xSTS)

Тест 5-разового підйому зі стільця, 5xSTS	ОГ група (n = 15)	КГ група (n = 15)	t	p
5xSTS	25.2±0.27	25.2±0.25	-0.096	0.92423 (> 0.05)

ТАБЛИЦЯ 3 – Тест «Встань та йди» (Timed Up and Go, TUG)

Тест «Встань та йди» (Timed Up and Go, TUG)	ОГ група (n = 15)	КГ група (n = 15)	t	p
TUG	34,44 ± 0,97	33,21 ± 0,57	1,09	0,285 (> 0,05)

ТАБЛИЦЯ 4 – Тест стояння на одній нозі

Тест стояння на одній нозі	ОГ група (n = 15)	КГ група (n = 15)	t	p
	1,73 ± 0,11	1,61 ± 0,11	0,80	0,43(> 0,05)

Заняття проходили амбулаторно 3 рази на тиждень. Для пацієнтів ОГ заняття включало вправи з власною вагою тіла, вправи з використанням спортивного інвентаря (фітнес-резина, фітбол), з подальшим застосуванням силових тренажерів, які залучалися не одразу, щоб «підготувати» пацієнта до нового навантаження, оскільки тренажери мають певний поріг входження і не всі пацієнти можуть одразу їх використовувати. Це може бути пов'язано як із банальним браком м'язової сили, так і з обережністю.

Комплекс вправ сприяє збільшенню об'єму рухів у кульшовому суглобі, профілактиці утворення контрактур, розвитку певних фізичних якостей, а саме: сили, координації та витривалості. Основна ідея — це відпрацювання окремих ланок руху, їх укріплення та адаптація до побутових і трудових навантажень.

Сам процес реабілітації схожий за принципом на силові тренування з поступовою прогресією навантаження. Тобто фізична терапія починається з більш легких вправ, які пацієнт точно може виконувати (спеціальні вправи з власною вагою тіла). Поступово, в міру адаптації і з часом інтенсифікація досягалася шляхом ускладнення (додавання кількості повторів у підхід, збільшення ваги) чи зміни вправи на більш важку.

Також були застосовані функціональні вправи на кшталт крокування на степ-платформу, які залучають багато груп м'язів та покращують координацію та баланс, що, своєю чергою, має позитивний вплив на навички пересування пацієнта.

Курс реабілітації становив для обох груп пацієнтів 3 місяці з моменту здійснення операції. Протягом цього періоду пацієнтам контрольної групи, замість вправ із тренажерами, давали більше вправ із власною вагою тіла та фітнес-спорядженням.

За даними клінічного спостереження виявлено, що у пацієнтів обох груп

зменшився рівень інтенсивності болю (таблиця 5).

За результатами оцінки больового синдрому за візуально-аналоговою шкалою (ВАШ) у пацієнтів після ендопротезування кульшового суглоба встановлено достовірне зниження інтенсивності болю в обох досліджуваних групах. У середньому рівень болю зменшився з 8,5 до 3,4 бала в основній групі та з 8,6 до 3,5 бала в контрольній групі ($p < 0,001$ для обох груп), що вказує на високу ефективність проведеної реабілітації.

При цьому порівняння рівня болю між групами пацієнтів після лікування показало відсутність статистично значущої різниці ($p = 0,49$), що свідчить про співставну ефективність реабілітаційних програм щодо зменшення відчуття болю.

В обох групах спостерігалось покращення амплітуди рухів у всіх досліджуваних напрямках, що свідчить про ефективність застосованих реабілітаційних заходів (таблиця 6).

Однак достовірної різниці між групами не було зафіксовано ($p > 0.05$). Результати свідчать про позитивну динаміку у відновленні рухової функції кульшового суглоба після ендопротезування в обох групах.

Аналіз даних опитувальника SF-36 показав, що в обох групах — як в основній, так і в контрольній — після реабілітації спостерігалось достовірне покращення якості життя за всіма шкалами ($p < 0.001$). При цьому середній приріст показників був приблизно однаковим в обох групах, статистично значущих відмінностей між ними не виявлено ($p > 0.05$). Це свідчить про співставну ефективність застосованих реабілітаційних програм щодо відновлення фізичного та психоемоційного стану пацієнтів після ендопротезування кульшового суглоба (таблиця 7).

Порівняльний аналіз результатів тесту 5xSTS показав, що пацієнти обох груп після ендопротезування кульшового суглоба продемонстрували

ТАБЛИЦЯ 5 – Інтенсивність больового синдрому за ВАШ у пацієнтів обох груп (n = 30)

Показники ВАШ, бали	ОГ група (n=15)	КГ група (n= 15)	t	p
ВАШ	3.42 ± 0.52	3.55 ± 0.50	-0.70	0.49 (> 0.05)

ТАБЛИЦЯ 6 – Показники амплітуди рухів у кульшових суглобах на заключному етапі дослідження у хворих обох груп (n = 30)

	Згинання стегна	Розгинання стегна	Відведення стегна	Приведення стегна
Хворі ОГ групи (n = 15)	100.15 ± 0.91	12.88 ± 0.14	38.05 ± 0.28	19.86 ± 0.16
Хворі КГ групи (n = 15)	101.01 ± 0.85	12.93 ± 0.18	38.03 ± 0.24	20.01 ± 0.14

ТАБЛИЦЯ 7 – Показники якості життя пацієнтів основної (ОГ) та контрольної (КГ) груп за даними опитувальника SF-36, (n=30)

Шкала	ОГ (n = 15)	КГ (n = 15)	t	p
1. PF	61.84 ± 3.20	62.06 ± 2.61	~0.20	0.84 (>0.05)
2. RP	60.93 ± 2.68	58.69 ± 2.45	1.65	0.11 (>0.05)
3. BP	61.42 ± 2.43	65.45 ± 2.01	2.32	0.03 (<0.05)
4. GH	63.42 ± 3.56	63.45 ± 2.49	0.01	0.99(>0.05)
5. VT	64.73 ± 2.11	60.79 ± 2.55	2.10	0.04(<0.05)
6. SF	62.10 ± 2.39	62.99 ± 2.44	0.45	0.66(>0.05)
7. RE	61.54 ± 2.28	63.02 ± 2.49	0.93	0.36(>0.05)
8. MH	61.71 ± 2.19	63.33 ± 2.91	0.94	0.35(>0.05)

достовірне покращення функціонального стану після курсу реабілітації. Водночас у пацієнтів основної групи, які проходили реабілітацію з використанням силових тренажерів, результати виявилися значно кращими, ніж у контрольної групи ($p < 0.00001$). Це свідчить про вищу ефективність запропонованої методики реабілітації (таблиця 8).

Аналіз результатів тесту TUG до та після реабілітації показав достовірні відмінності показників між ОГ та КГ. До початку реабілітації середній час виконання тесту пацієнтами ОГ становив 34,44 с, а у КГ – 33,21 с. Різниця між показниками була статистично недостовірною ($t = 1,09$; $p = 0,285$), що свідчить про однорідність груп за функціональним станом на початковому етапі дослідження.

Після проходження курсу реабілітації з використанням силових тренажерів середній час в ОГ зменшився до 12,33 с, тоді як у КГ (без спеціального тренажерного втручання) показник становив 15,51 с. Різниця між

групами виявилася статистично достовірною ($t = -12,87$; $p < 0,001$), що свідчить про значне покращення функціонального стану пацієнтів саме внаслідок застосування силових тренажерів (таблиця 9).

У пацієнтів ОГ було зафіксовано покращення показників балансу. Зокрема, за результатами тесту стояння на одній нозі:

- в ОГ результат становив $7,15 \pm 0,22$ с,
- у КГ – $6,61 \pm 0,21$ с.

Різниця між групами виявилася статистично достовірною ($t = 2,20$; $p = 0,036$), що свідчить про ефективність використання силових тренажерів у програмі реабілітації пацієнтів після ендопротезування кульшового суглоба.

Висновки. Силові тренажери є ефективним інструментом у реабілітації за умови індивідуальної адаптації вправ до потреб пацієнта. Хоча суб'єктивні оцінки покращення були подібні, об'єктивні функціональні тести вказують на перевагу методики використання силових тренажерів, зокрема кросовера, у реабілітаційних

ТАБЛИЦЯ 8 – Тест 5-разового підйому зі стільця (Five Times Sit-to-Stand Test, 5xSTS)

Тест 5-разового підйому зі стільця, 5xSTS	ОГ група (n = 15)	КГ група (n = 15)	t	p
5xSTS	11.3 ± 0.22	13.9 ± 0.20	8.327	< 0.00001

ТАБЛИЦЯ 9 – Тест «Встань та йди» (Timed Up and Go, TUG)

Тест «Встань та йди» (Timed Up and Go, TUG)	ОГ група (n = 15)	КГ група (n = 15)	t	p
TUG	12,33 ± 0,23	15,51 ± 0,08	-12,87	< 0,001

програмах після ендопротезування кульшового суглоба, що сприяє швидкому відновленню фізичної активності та поверненню до повноцінного життя.

Перспективи подальших досліджень. Наразі кількість досліджень, присвячених

оцінці ефективності застосування кросоверів у реабілітації після артропластики, є обмеженою. Проте всі наявні роботи демонструють позитивні результати, підтверджуючи перспективність такого підходу і відкриваючи нові можливості для розвитку цієї сфери.

Література

- Афанасьєв С, Майкова Т, Афанасьєва О, Рокутов С, Проскура В, Муквич В, та ін. Фізична терапія хворих з посттравматичним гонартрозом у разі дисбалансу остеоасоційованих макроелементів [Physical therapy of patients with post-traumatic gonarthrosis in case of imbalance of osteoassociated macroelements]. Реабілітаційні та фізкультурно-рекреаційні аспекти розвитку людини (Rehabilitation and Recreation). 2022;10:17–23. DOI: 10.32782/2522-1795.2022.10.2
- Афанасьєв Сергій, Рокутов Сергій, Проскура Вікторія, Афанасьєва Олександра. Фізична терапія осіб літнього віку, хворих на остеоартроз крупних суглобів, з урахуванням факторів ризику [Physical therapy for elderly patients with osteoarthritis of large joints, taking into account risk factors]. Спортивний вісник Придніпров'я. 2020;(1):425–35. DOI: 10.32540/2071-1476-2019-1-425
- Афанасьєв С, Афанасьєва О, Рокутов С, Проскура В, Муквич В. Ефективність застосування відновлювальної технології з використанням інерційної гімнастики та елементів ерготерапії у чоловіків, хворих на коксартроз [The effectiveness of the use of restorative technology using inertial gymnastics and elements of occupational therapy in men with coxarthrosis]. Україна. Здоров'я нації. 2021;1(63):94–9. DOI: 10.24144/2077-6594.1.1.2021.227162.
- Герасименко АС. Тотальне ендопротезування кульшових та колінних суглобів при різних варіантах їх одночасного ураження у хворих на ревматоїдний артрит [Total hip and knee joint replacement in patients with rheumatoid arthritis in various cases of simultaneous damage] [автореферат]. Київ: Інститут травматології та ортопедії НАМН України; 2021. 34 с.
- Глиняна ОО, Копочинська ЮВ, Худецький ІЮ. Фізична реабілітація при ендопротезуванні органів та суглобів [Physical rehabilitation during organ and joint replacement]: навч. посібник для студ. ВНЗ [Інтернет]. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського; 2020 [цитовано 2025 Січ 20]; 190 с. Available from: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/4f56c8bb-0e76-414d-8aa1-d51c9661305a/content>
- Попадюха ЮА. Сучасні технічні та ортопедичні засоби у реабілітації, фізичній терапії, ерготерапії [Modern technical and orthopedic devices in rehabilitation, physical therapy, occupational therapy]: підручник у 2 томах. Київ: Центр навчальної літератури; 2020. 673 с.
- Callum W McBryde, Rohan Prakash, Fares S Haddad. Hip resurfacing. Bone Joint J. 2023 May 1;105-B (5):467–70. DOI: 10.1302/0301-620X.105B5.BJJ-2023-0015.R1.
- Colibazzi Virginia, Coladonato Adriano, Zanazzo Milco, Romanini Emilio. Evidence based rehabilitation after hip arthroplasty. Front Bioeng Biotechnol. 2022 Mar 24;10:857682. DOI: 10.3389/fbioe.2022.857682.
- Henryk Haffer, Alwina Bender, Alexander Krump, Sebastian Hardt, Tobias Winkler, Philipp Damm. Is Training With Gym Machines Safe After Hip Arthroplasty?—An In Vivo Load Investigation. Front Bioeng Biotechnol. 2022 Mar 24;10:857682. DOI: 10.3389/fbioe.2022.857682.
- Konnyu Kristin J, Pinto Dan, Cao Wangnan, Aaron Roy K, Panagiotou Orestis A, Bhuma Monika Reddy, Adam Gaalen P, Balk Ethan M, Thoma Louise M. Rehabilitation for Total Hip Arthroplasty: A Systematic Review. Am J Phys Med Rehabil. 2023 Jan 1;102(1):11–8. DOI: 10.1097/PHM.0000000000002007.
- Lewis Sharon R, Macey Richard, Parker Martyn J, Cook Jonathan A, Griffin Xavier L. Arthroplasties for hip fracture in adults. Cochrane Database Syst Rev. 2022 Feb 14;2(2):CD013410. DOI: 10.1002/14651858.
- Lisa C Howard, Gerard A Sheridan. What's New in Hip Surgery. Bone Joint Surg Am. 2024 Sep 18;106(18):1645–52. DOI: 10.2106/JBJS.24.00676.
- Mende E., Moeinnia N., Schaller N., Weib M., Haller B., Halle M. a c. Siegrist, M. Progressive machine-based resistance training for prevention and treatment of sarcopenia in the oldest old: A systematic review and meta-analysis. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2022.111767>
- Thompson AB, Rodriguez JM, Nguyen LK. Effects of Progressive Resistance Training for Early Postoperative Fast-Track Recovery After Total Knee Arthroplasty. J Formos Med Assoc. 2021;120(8):1567–1574. DOI: 10.1016/j.jfma.2021.06.005.
- Williams SP, Johnson TR, Thompson LK. Resistance Training in Patients with Total Knee Arthroplasty: A Meta-Analysis. J Clin Orthop Trauma. 2024;35:101234. DOI: 10.1016/j.jcot.2024.101234.

Дата першого надходження статті до видання: 05.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 09.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

ORCID 0000-0003-1382-9187, rokutov@ukr.net

ORCID 0000-0001-9810-7794, proskuravs55@gmail.com

ORCID 0000-0002-5350-6289, sunny.sana1704@gmail.com

sakmenovdavid@gmail.com

Інтеграція VR-технологій та масажних технік у систему фізичної терапії пацієнтів після інсульту: аналітичний огляд

УДК 615.82:616.831-005.1-08-039.76

**Д. В. Попович, О. Г. Метельська,
А. В. Гавриленко, У. П. Гевко**

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського
Міністерства охорони здоров'я України, Тернопіль, Україна

Резюме. *Мета.* Здійснити системний огляд, проаналізувати наукові джерела й інтернет-ресурси та обґрунтувати доцільність поєднання VR-технологій та масажу у фізичній реабілітації пацієнтів після ішемічного інсульту. Інсульт є однією з провідних причин смерті та інвалідності та був описаний як всесвітня епідемія. Інтеграція віртуальної реальності та мануальних технік для реабілітації після інсульту – це передовий метод, що базується на поєднанні фізичного впливу з нейросенсорною стимуляцією. Попри те що VR-технології стають дедалі доступнішими та популярнішими в реабілітації, вони досі не набули широкого поширення в медичних закладах. *Методи.* Аналіз та систематизація наукових і науково-методичних джерел літератури з теми дослідження. *Результати.* Ключова роль у програмах медичної реабілітації після інсульту належить тренуванням на основі нових інформаційних технологій. Використання віртуальної реальності зародилося як метод лікування саме в реабілітації після інсульту, а перше рандомізоване дослідження опубліковано у 2004 році. Інтеграція віртуальної реальності та мануальної терапії в постінсультній реабілітації є перспективним напрямом, що наразі перебуває у фокусі уваги української та світової наукової спільнот. Синхронізоване застосування VR-терапії та масажу забезпечує одночасну стимуляцію когнітивних і сенсорних систем, що оптимізує нейропластичність, прискорює відновлення рухових функцій та покращує психоемоційний стан пацієнтів у постінсультний період. Сучасна наукова думка акцентує увагу на мультидисциплінарному характері реабілітації, яка об'єднує медичний, фізичний та психологічний напрями. *Висновки.* Незважаючи на зростання доступності та популярності віртуальної реальності в реабілітації, її інтеграція в клінічну практику досі залишається обмеженою.

Ключові слова: фізична терапія, засоби реабілітації, віртуальна реальність, масаж, інсульт.

Integration of VR technologies and massage techniques into the physical therapy regimen for patients after a stroke: a systematic review

D. V. Popovych, O. H. Metelska, A. V. Havrylenko, U. P. Hevko

Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine

Abstract. *Aim.* Is to conduct a systematic analysis of scientific literature and internet sources in order to scientifically substantiate the feasibility of integration of VR technologies and massage into physical rehabilitation programs for patients after ischemic stroke. Stroke is one of the leading causes of death and disability and has been described as a global epidemic. The integration of virtual reality (VR) and

manual techniques in post-stroke rehabilitation is an advanced approach based on combining physical intervention with neurosensory stimulation. Despite the fact that VR technologies are becoming increasingly accessible and popular in rehabilitation, they have not yet been widely implemented in medical institutions. *Methods.* Analysis and systematization of scientific and methodological literature on the research topic. *Result.* A key role in post-stroke medical rehabilitation programs belongs to training based on new information technologies. The use of virtual reality originated specifically as a therapeutic method in post-stroke rehabilitation, with the first randomized study published in 2004. The integration of virtual reality and manual therapy in post-stroke rehabilitation is a promising area that is currently in the focus of attention of both Ukrainian and international scientific communities. The synchronized application of VR therapy and massage provides simultaneous stimulation of cognitive, and sensory systems, which optimizes neuroplasticity, accelerates the recovery of motor functions, and improves the psycho-emotional state of patients in the post-stroke period. Modern scientific thought emphasizes the multidisciplinary nature of rehabilitation, which combines medical, physical, and psychological approaches. *Conclusions.* Despite the increasing availability and popularity of virtual reality in rehabilitation, its integration into clinical practice remains limited.

Keywords: physical therapy, rehabilitation tools, virtual reality, massage, stroke.

Вступ. Інсульт є актуальною медико-соціальною проблемою сьогодення та одним із найпоширеніших неврологічних захворювань із високими показниками інвалідизації та смертності [3]. Це захворювання посідає друге місце за рівнем смертності серед населення України — щорічно реєструється близько 15 500 летальних випадків [4]. Для більшості пацієнтів після інсульту характерні порушення статодинамічних функцій, що суттєво обмежують їхню життєдіяльність. Дефіцит функціональних можливостей зберігається тривалий час: через пів року близько 40 % осіб відчувають труднощі в самообслуговуванні, а через чотири роки третина пацієнтів все ще скаржаться на обмеження рухливості. Ефективність реабілітації потребує поєднання кількох методів та неодмінного залучення самих пацієнтів [7]. Використання віртуальної реальності (VR) у фізичній терапії є інноваційним методом, що забезпечує пацієнтам проведення реабілітації в ігровому, безпечному та контрольованому середовищі. Одним із нових напрямів у цій сфері є поєднання масажу та VR-технологій у реабілітації, що ґрунтується на синергії фізичного впливу та нейросенсорної стимуляції. Оскільки технології стають більш доступними та прийнятними за вартістю, віртуальна реальність, імовірно, ще ширше використовуватиметься в умовах клінічної реабілітації. Водночас пріоритетним завданням залишається вдосконалення системи комплексної реабілітації осіб після інсульту та розробка методів прогнозування відновлення рухових функцій або механізмів їх компенсації [1].

Мета роботи — здійснити системний огляд й аналіз наукових джерел та інтернет-ресурсів, а також обґрунтувати доцільність поєднання VR-технологій і масажу у фізичній реабілітації пацієнтів після ішемічного інсульту.

Методи дослідження: теоретичний аналіз, синтез та систематизація даних наукових джерел, що висвітлюють методики інтеграції VR-технологій у традиційні протоколи фізичної реабілітації пацієнтів із наслідками гострого порушення мозкового кровообігу.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз наукової літератури свідчить про зміну парадигми в реабілітації пацієнтів із постінсультними станами. Сучасний підхід базується на трактуванні гострого порушення мозкового кровообігу (далі — ГПМК) як ургентного стану, що вимагає негайного початку інтенсивного реабілітаційного втручання [8]. Провідні міжнародні інституції (WSO, ESO) акцентують на пріоритетності розробки уніфікованої стратегії протидії інсульту, що ґрунтується на засадах системного підходу. У межах глобальної ініціативи ВООЗ «Реабілітація-2030» визначено критичну необхідність інтенсифікації реабілітаційних послуг та модернізації систем охорони здоров'я. Пріоритетним напрямом є зниження летальності та інвалідизації населення через модернізацію первинної ланки профілактики, застосування інноваційних технологій у гострій фазі інсульту та впровадження персоніфікованого підходу до вторинної превенції і системної нейрореабілітації [2].

У системі комплексного лікування інсульту першочергове значення має рання фізична реабілітація, яка повинна розпочинатися одразу після досягнення гемодинамічної стабільності. Ключовим напрямом такої терапії є перехід від загальних протоколів до індивідуалізованих стратегій, що базуються на об'єктивній оцінці стану пацієнта та послідовному просуванні до визначених функціональних цілей.

Щорічне збільшення кількості випадків постінсультних станів та їх «омолодження» актуалізують пошук ефективних шляхів оптимізації реабілітації. Несвоєчасне впровадження відновних заходів корелює з розвитком стійкого неврологічного дефіциту та порушеннями психоемоційної сфери, що зумовлює пріоритетність розробки нових терапевтичних алгоритмів для цієї категорії хворих.

У фаховій літературі наголошується, що реабілітація має базуватися на принципах мультидисциплінарності, поєднуючи медичну, фізичну та психологічну терапію. Віртуальна реальність визначається як «використання інтерактивних симуляцій, створених за допомогою комп'ютерного обладнання та програмного забезпечення, що надають користувачам можливість взаємодіяти зі середовищами, які мають вигляд і відчуються подібно до реальних об'єктів та подій [13].

Численні публікації в міжнародних виданнях (PubMed) підтверджують, що інтеграція технологій у фізичну терапію підвищує ефективність реабілітації. Водночас порівняльна результативність різних підходів досі недостатньо вивчена, що зумовлює потребу в систематичному аналізі актуальних даних та визначенні пріоритетних напрямів розвитку технологічно орієнтованої фізичної терапії [11].

Традиційні методи фізичної терапії не завжди дають змогу досягти бажаного результату через низьку мотивацію пацієнтів та складність відтворення реальних життєвих ситуацій [9]. У цьому контексті VR-інтегрована реабілітація для пацієнтів у підгострій фазі інсульту сприяє кращому відновленню втрачених функцій, довільних рухів і нормалізації м'язового тону, будучи якісним доповненням, а не заміною традиційної терапії. Масаж стимулює периферичну нервову систему, сприяючи регенерації нейром'язових зв'язків. Упровадження VR-технологій як невід'ємного елемента реабілітації після інсульту потребує подальшої

доказової бази, зокрема рандомізованих досліджень із великою вибіркою, які б демонстрували значний терапевтичний ефект.

Застосування віртуальної реальності з'явилося загалом як підхід до лікування саме в реабілітації після інсульту, а перше рандомізоване дослідження опубліковано у 2004 році. Широкий спектр застосувань пройшов апробацію в дослідженнях і впровадженій у клінічну практику — від неімерсивних, неналаштованих, інтерактивних ігрових застосунків до імерсивних, спеціально розроблених для реабілітаційних умов. Це оновлення Кокрейнівського огляду, вперше опубліковано у 2011 році [14]. Наразі більшість досліджень зосереджена на впливі VR на реабілітацію верхніх кінцівок і лише деякі з них приділяють увагу VR-іграм, конструкціям VR-систем та режимам реабілітації [15].

Інтерес до поєднання віртуальної реальності (VR) та фізичних методів (як-от масаж) у реабілітації після інсульту активно розвивається як у світовій, так і в українській науці. Серед світових лідерів досліджень виокремлюють Густаво Сапосніка (Gustavo Saposnik) — професора Університету Торонто (Канада), одного з провідних учених, що аналізує роль VR у відновленні рухових функцій верхніх кінцівок та балансу; Джудіт Дойч (Judith Deutsch) — професорку Університету Ратгерса (США), піонерку у використанні ігрових VR-систем для реабілітації ходьби та рівноваги; та Джузеппе Ріва (Giuseppe Riva) — італійського дослідника, який вивчає психологічні аспекти «присутності» у VR, її вплив на когнітивне відновлення та зняття болю. В Україні одним із перших почав поєднувати спеціалізований масаж (систему біомеханічної корекції) з комп'ютерними ігровими системами (прообразами VR) для відновлення рухових функцій професор Володимир Козявкін. Питання інтеграції VR у фізичну терапію (включно з мануальними техніками) активно висвітлюють також представники медичних університетів, зокрема О. Гузак — дослідниця, яка у 2025 році опублікувала працю про VR-технології як чинник підвищення ефективності фізичної терапії; П. Куц і В. Поліщук — науковці Вінницького соціально-економічного інституту, які вивчають VR для відновлення координації після ішемічного інсульту, І. Григус — активно досліджує застосування технологій віртуальної реальності у сфері фізичної терапії і реабілітації та інші.

Поєднання VR-медитації з масажем стимулює когнітивні та сенсорні шляхи одночасно, що прискорює відновлення рухливості та покращує психоемоційний стан пацієнтів, мозок ніби «вчиться» сприймати тіло правильно, що прискорює реабілітацію після інсульту.

Застосовують сегментарно-рефлекторний масаж, а саме масаж зон спинномозкових сегментів того відділу хребта, від якого відбувається іннервація кінцівок. Завданням такого масажу є подразнення корінців спинномозкових нервів у місцях їх виходу з хребетного стовпа. Це впливає як стимул на тканинні та фізіологічні процеси в рефлекторно пов'язаних тканинах відповідних кінцівок. Техніка позиціонування: пацієнт розміщується на масажному столі на животі, під ділянку живота підкладається валик для забезпечення анатомічно правильного положення. Після погладження масажованої ділянки послідовно застосовують сполучнотканинний масаж із такими прийомами: прямолінійне розтирання вздовж хребетного стовпа; розтирання штриховими рухами; розтирання ребрами долонь; розтирання «пилка ребрами долонь» як попереочно, так і поздовжньо; спіралеподібне розтирання; кругові розтирання навколо кожного хребця; опрацювання місць виходу корінців спинномозкових нервів; розтирання зонами «Ромба Міхаеліса» «пилкою долонь» у різних напрямках. На завершення проводять неперервну вібрацію зон масажованої ділянки. Тривалість такого масажу становить до 10–12 хвилин [6; 10]. А далі — зануренням у віртуальне середовище — перемикають увагу з больових сигналів на візуальні та аудіальні стимули, що знижує активність кори головного мозку, відповідальної за сприйняття болю. Цей механізм часто описують через «теорію воріт» (Gate Control Theory), де візуальні та аудіосигнали ніби «зачинають двері» для больових імпульсів, не даючи їм дістатися свідомості в повному обсязі. Так, масаж готує м'язи фізично, а VR-середовище мотивує пацієнта виконувати вправи, які він раніше вважав неможливими через страх болю.

Хоча інтеграція технологій віртуальної реальності стає дедалі доступнішою, вона

залишається дорожчою та потребує вищого рівня технічних навичок порівняно з традиційними методами або комп'ютерним навчанням (наприклад, програмування, необхідне для розробки адаптивного навчального контенту). Такі інвестиції були б виправданими, якби VR-тренування демонструвало набагато більший ефект, ніж підходи, які легше впровадити. Однак результати сучасних клінічних досліджень не підтверджують значної переваги VR-терапії порівняно з класичними методами реабілітації [12]. Немає наразі й достатньо доказів рандомізованих контрольованих досліджень, щоб стверджувати, чи тренування активності у віртуальному середовищі справді покращує виконання цієї активності в реальному світі. Ключова потенційна перевага використання програм VR-систем полягає в можливості їх застосування без безпосереднього нагляду терапевта [13]. Поєднання віртуальної реальності з традиційними методами сприяє покращенню рухових функцій, рівноваги та когнітивних здібностей пацієнтів, що суттєво підвищує якість реабілітації загалом [5].

Висновки. Попри зростання доступності та популярності використання віртуальної реальності в реабілітації, її впровадження в клінічну практику ще не набуло масового характеру. Аналіз літературних джерел і інтернет-ресурсів свідчить, що VR-технології не замінюють традиційних методів, а є потужним каталізатором відновлення. Масаж створює необхідний фізіологічний фундамент, тоді як VR забезпечує цілеспрямовану когнітивну стимуляцію, що є критично важливим для відновлення втрачених нейронних зв'язків.

Перспективи подальших досліджень. Науковий аналіз свідчить, що віртуальна реальність у реабілітації після інсульту є високо-ефективним інструментом відновлення балансу та рухових функцій завдяки нейропластичності. Систематизація сучасних наукових джерел демонструє, що VR-терапія покращує моторику верхніх кінцівок, швидкість ходьби та мотивацію пацієнтів порівняно з традиційною реабілітацією. Комбінований підхід значно перевершує традиційну терапію та є перспективним напрямом для подальших досліджень.

Література

1. Антонова О, Пасенко А, & Віндюк П. Дослідження ефективності експериментальної програми фізичної реабілітації постінсультних хворих [Research into the effectiveness of an experimental physical rehabilitation program for post-stroke patients]. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. 2022; (1): 99–106. DOI: <https://doi.org/10.32652/spmed.2022.1.99-106>
2. Бабов КД, редактор. Доказова фізична та реабілітаційна медицина: абетка для мультидисциплінарних реабілітаційних команд: практичний довідник [Evidence-Based Physical and Rehabilitation Medicine: An ABC for Multidisciplinary Rehabilitation Teams: A Practical Guide]. Одеса : «Поліграф»; 2023. 76 с.
3. Бондар ЮВ. Фізична реабілітація хворих після перенесеного ішемічного інсульту [Physical rehabilitation of patients after ischemic stroke]. *Актуальні проблеми природничих і гуманітарних наук у дослідженнях молодих учених «Родзинка – 2019»*: зб. матеріалів XXI Всеукр. наук. конф. молодих учених. 2021; 432–434. Available from: <https://eprints.cdu.edu.ua/id/eprint/3622>
4. Вавринчук НТ, Бакалюк ТГ. Реабілітаційні підходи при парезі верхньої кінцівки у пацієнтів після інсульту [Rehabilitation approaches for upper limb paresis in patients after stroke]. *Медсестринство*. 2021; 3: 30–31. DOI: <https://doi.org/10.11603/2411-1597.2021.3.12646>
5. Григус І. Використання віртуальної реальності у реабілітації пацієнтів з атаксією: огляд досліджень [The use of virtual reality in the rehabilitation of patients with ataxia: a review of studies]. *Physical culture and sport: scientific perspective*, 2025; 2(1): 290–298. DOI: [https://doi.org/10.31891/psc.2025.1\(1\).103](https://doi.org/10.31891/psc.2025.1(1).103)
6. Єфіменко ПБ, Кніщева ОП. Особливості проведення реабілітаційного масажу при дисфункціях м'язів передпліччя [Features of rehabilitation massage for forearm muscle dysfunction]. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. Харків : ХДАФК. 2021; 2 (82): 57–62. Available from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sns_v_2021_2_11
7. Кононенко Н, Чікіткіна В. Сучасний погляд на корекцію порушень ходьби у пацієнтів після інсульту: особливості комплексної реабілітації [A modern view on the correction of gait disorders in patients after stroke: features of comprehensive rehabilitation]. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. 2022; (2): 112–117. DOI: <https://doi.org/10.32652/spmed.2022.2.112-117>
8. Кормільцев В, Уривкова А. Аналіз зарубіжного досвіду щодо відновлення ходьби засобами фізичної терапії у пацієнтів після гострого порушення мозкового кровообігу [Analysis of foreign experience in restoring walking using physical therapy in patients after acute cerebrovascular accident]. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. 2024; (1): 201–205. DOI: <https://doi.org/10.32652/spmed.2024.1.201-205>
9. Куц П, Поліщук В. Використання технологій віртуальної реальності (vr) для відновлення балансу та координації у пацієнтів після ішемічного інсульту [Using virtual reality (VR) technologies to restore balance and coordination in patients after ischemic stroke]. *Матеріали конференцій МЦНД*, (24.10.2025; Житомир, Україна). 2025; 421–423. DOI: <https://doi.org/10.62731/mcnd-24.10.2025.006>
10. Місюра ВБ, Єфіменко ПБ. Сегментарно-рефлекторний масаж при порушенні патерну ходьби [Segmental reflex massage for gait disorders]. *Фізична культура, спорт і здоров'я: стан, проблеми та перспективи: збірник тез XXII Міжнародної науково-практичної конференції, 6–7 грудня 2022 року*. Харків. 2022; 333–335.
11. Сура СА, Попович ДВ. Роль фізичної терапії у відновленні функції нижніх кінцівок [The role of physical therapy in restoring lower limb function]. *Здобутки клінічної і експериментальної медицини*. 2025; (4): 34–40. DOI: <https://doi.org/10.11603/1811-2471.2025.v.i4.15620>
12. Bourgeois A, Schnider A, Turri F, Ptak R. Virtual Reality in the Rehabilitation of Cognitive Impairment after Stroke. *Clin. Transl. Neurosci.* 2023; 7: 3. DOI: <https://doi.org/10.3390/ctn7010003>
13. Laver KE, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2015; (2), Article CD008349. DOI: 10.1002/14651858.CD008349.pub3.
14. Saposnik G, Cohen LG, Mamdani M, Pooyania S, Plotnik M, Cassarly C, ... & Bayley M. Virtual reality for stroke rehabilitation: An updated Cochrane review. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2024. DOI: 10.1002/14651858.CD008349.pub4
15. Wang L, Chen JL, Wong AMK, Liang KC, Tseng KC. Game-Based Virtual Reality System for Upper Limb Rehabilitation After Stroke in a Clinical Environment: Systematic Review and Meta-Analysis. *Games Health J.* 2022 Oct; 11(5): 277–297. DOI: 10.1089/g4h.2022.0086.

ORCID 0009-0008-6869-392X, metelskao@tdmu.edu.ua
 ORCID 0000-0002-5142-2057, kozak@tdmu.edu.ua
 ORCID 0009-0006-2296-8858, havrulenka_av@tdmu.edu.ua
 ORCID 0000-0001-5265-2842, gevkoop@tdmu.edu.ua

Дата першого надходження статті до видання: 17.01.2026
 Дата прийняття статті до друку після рецензування: 10.02.2026
 Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026



DOI <https://doi.org/10.32782/spmed.2026.1.24>

Theoretical and methodological aspects of mental health support for children with hearing impairments under conditions of prolonged stressful influence

UDC 376.33:796.011.3:159.944.4:615.825

O. V. Maslova, M. M. Rygan

National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

Abstract. The period 2015–2025 was a time of fundamental transformation of the system of physical education of children with hearing impairments, caused by a paradigm shift from correctional and pedagogical rehabilitation and security. The impact of global crisis factors – the COVID-19 pandemic and long-term military and environmental stress – has actualized the search for new strategies of social protection and psychological support for this vulnerable category of the younger generation. *The purpose of the study* is the scientific substantiation of the conceptual transformation of physical education for children with hearing impairments in conditions of long-term combined stress. *Methods of research:* theoretical analysis and systematization of scientific data, systemic analysis, hermeneutic analysis of the regulatory and legal framework. *Results of research.* Three stages of development of scientific knowledge of the problem are identified: basic (stabilization), modified (anti-crisis/distance) and globally transformed (rehabilitation). It was established that the current stage (2022–2025) is characterized by a critical impact of neurosensory factors (vibration load) and anthropogenic-military threats on the process of physical education of children with hearing impairments. The feasibility of implementing a rehabilitation-resilience model based on the use of health and recreational activities in the natural environment (“green zones”) and the application of a two-track inclusion model for social reintegration is substantiated. *Conclusions.* It is proven that in the conditions of modern challenges, adaptive sports are transformed into a strategic means of psychological rehabilitation, where a healthy lifestyle acts as a separate, full-fledged component of the support system for children with hearing impairments.

Keywords: children with hearing impairments, physical education, adaptive sports, combined stress, “green zones”, inclusive physical culture, psychological resilience, health-forming technologies.

Теоретичні та методологічні аспекти підтримки ментального здоров'я дітей з порушеннями слуху в умовах тривалого стресового впливу

О. В. Маслова., М. М. Риган

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. Протягом 2015–2025 років система фізичного виховання дітей із порушеннями слуху зазнала глибоких змін, перейшовши від традиційних корекцій-

но-педагогічних підходів до нової парадигми, орієнтованої на реабілітацію та безпеку. Такі масштабні виклики, як пандемія COVID-19 у поєднанні з хронічним військовим та екологічним стресом, зумовили гостру потребу в розробці новітніх механізмів соціального захисту й психологічної допомоги для цієї вразливої групи молоді. *Мета дослідження* – наукове обґрунтування концептуальної трансформації системи фізичного виховання дітей з порушеннями слуху в умовах довготривалого комбінованого стресу. *Методи дослідження*: теоретичний аналіз та систематизація наукових даних, системний аналіз, герменевтичний аналіз нормативно-правової бази. *Результати дослідження*. У процесі вивчення проблеми виокремлено три послідовні періоди еволюції наукових поглядів: стабілізаційний (базовий), дистанційний (антикризовий) та реабілітаційний (глобально-трансформований). З'ясовано, що для поточного етапу (2022–2025 рр.) визначальним є деструктивний вплив воєнно-антропогенних загроз та специфічних нейро-сенсорних подразників (зокрема, вібраційних навантажень) на рухову активність дітей із порушеннями слуху. У цьому контексті доведено перспективність застосування реабілітаційно-резильєнтної моделі, ядром якої є оздоровча та рекреаційна діяльність у природному середовищі («зелених зонах»), а також інтеграція двоколіїної інклюзивної моделі для успішного повернення дітей у соціум. *Висновки*. Підтверджено, що на тлі сучасних кризових умов адаптивна фізична культура перетворюється на ключовий інструмент психологічного відновлення. При цьому формування навичок здорового способу життя стає самостійним, невід'ємним елементом комплексної системи підтримки дітей із порушеннями слуху.

Ключові слова: діти з порушеннями слуху, фізичне виховання, адаптивний спорт, комбінований стрес, «зелені зони», інклюзивна фізична культура, психологічна резильєнтність, здоров'яформувальні технології.

Problem statement. At the current stage of societal development, the issue of physical education for children with special educational needs is acquiring the features of a global challenge [6; 9]. The World Health Organization, in its strategies, defines physical activity as a fundamental factor in preserving the gene pool and preventing non-communicable diseases [27]. However, for children with hearing impairments, who constitute one of the most vulnerable categories, the process of engaging in physical activity is complicated by a number of endogenous and exogenous factors [10; 29].

The relevance of our study has a dual nature.

— On the one hand, it is due to the need to develop and improve health-forming technologies for children in whom hearing impairments primarily provoke secondary developmental deviations: disorders of static kinetic stability, coordination of movements, and spatial orientation [5; 7; 30]. Studies confirm that such children have significantly lower balance indicators compared to their hearing peers, which requires specific corrective approaches [23].

— On the other hand, the viability of existing methods is currently being tested under extreme conditions of combined stress: if ten years ago the focus of scientific research lay in the plane of correctional and pedagogical expediency and

the systematization of adaptive approaches, the COVID-19 pandemic and subsequent military aggression have radically changed the vector of the issue [2; 4].

The transition to distance education and forced isolation have led to mass physical inactivity, technological maladaptation, and an increase in psychosomatic disorders. The new legislative field, in particular the Law of Ukraine “On Physical Culture and Sports” and the standards of the “New Ukrainian School”, require the education system to ensure the real inclusion and socialization of children with disabilities. However, the practical implementation of these requirements faces the traditional system's unreadiness to work under conditions of anthropogenic and military threats. There is an urgent need for the scientific substantiation of new organizational forms, such as the use of health and recreational activities in “green zones” and the introduction of inclusive sports games, which have proven their effectiveness as means of communication and socialization [1; 3; 14]. The need to create a holistic concept that combines the correction of physical condition with the formation of psychological resilience under conditions of long-term stress constitutes the essence of the scientific problem.

Analysis of recent research and publications. The issue of physical education and

rehabilitation of children with hearing impairments has been the subject of deep scientific research, which over the last decade has undergone a significant substantive transformation [3; 4; 25]. Systematization of scientific sources allows us to identify several key vectors of research that form the theoretical basis of our work [12; 15].

A significant body of work is devoted to the study of the psychophysiological characteristics of children with hearing impairments. Forostian O. I. (2015) determined the theoretical and methodological foundations of adaptive physical education, emphasizing the need to correct secondary deviations in the health status of persons with disabilities [5; 13]. Foreign researchers, including Azevedo M.G. (2009) and Patel H. (2017), have experimentally confirmed that children with hearing impairments have significantly lower indicators of statokinetic stability and dynamic balance compared to hearing peers, which is explained by vestibular apparatus dysfunction [7; 11; 23]. A. Zwierzchowska (2004) points to the reduced energetic and coordination abilities of this category of schoolchildren, which requires specific means of correction [30].

A retrospective analysis of the dynamics of scientific research for the period 2015–2025 showed a clear evolution of priorities caused by external crisis factors. An important direction is the introduction of endoecological approaches, which consider health formation in interconnection with the environment [4]. Modern studies (Vaskan I., Tsyba Yu., 2025) point to the need to use health and recreational activities in “green zones” (parks, stadiums) as a means of countering the consequences of anthropogenic and military threats and compensating for hypoxia caused by prolonged stays in enclosed environments (in particular, shelters).

Purpose and objectives of the study. The purpose of the study is the scientific substantiation of the conceptual transformation of physical education for children with hearing impairments in conditions of long-term combined stress.

The implementation of this goal was carried out within the following tasks:

1. To conduct a retrospective analysis of the evolution of theoretical prerequisites for health-forming technologies for children with hearing impairments.

2. To determine the specific impact of combined stress on the psychophysiological state of children with hearing impairments.

3. To substantiate the expediency of a rehabilitation-resilience model of adaptive sports in the physical education process of children with hearing impairments.

To solve the set tasks, a complex of mutually complementary methods was used:

- theoretical analysis and generalization of scientific and methodological literature were employed to study the state of problem development in adaptive physical education and health-forming technologies;

- systemic analysis was used to structure the stages of development of scientific knowledge of the prerequisites and to identify the relationships between social challenges and pedagogical responses;

- hermeneutic analysis of the regulatory and legal framework was included to interpret new legislative norms in the context of reforming the New Ukrainian School.

Research results. A systemic analysis of the transformation of scientific views on the physical education of children with hearing impairments allowed us to distinguish three key stages in the development of the prerequisites for health-forming technologies.

The first stage (2015–2020): basic structure of scientific knowledge. This period was characterized by the relative stability of the educational system, where the main task was the implementation of inclusion and the improvement of correctional methods (Fig. 1).

The analysis shows that in the first stage, scientific research was focused on harmonizing the child's development in accordance with medical and educational norms. As noted by researchers [2; 5], the main goal was to lay a methodological foundation that takes into account the specifics of sensory deprivation (impaired balance, coordination) to ensure safe social adaptation in the future [4; 28]. The basic architecture of scientific knowledge of the problem, which formed in the pre-crisis period, focused on creating a fundamental theoretical platform for adaptive physical education, viewing it as a stable system.

Categories of prerequisites for the first stage:

- The block of social prerequisites combined two critically important vectors: the *socio-pedagogical aspect* determined the strategy for implementing inclusion, where the main emphasis was on adapting educational programs and

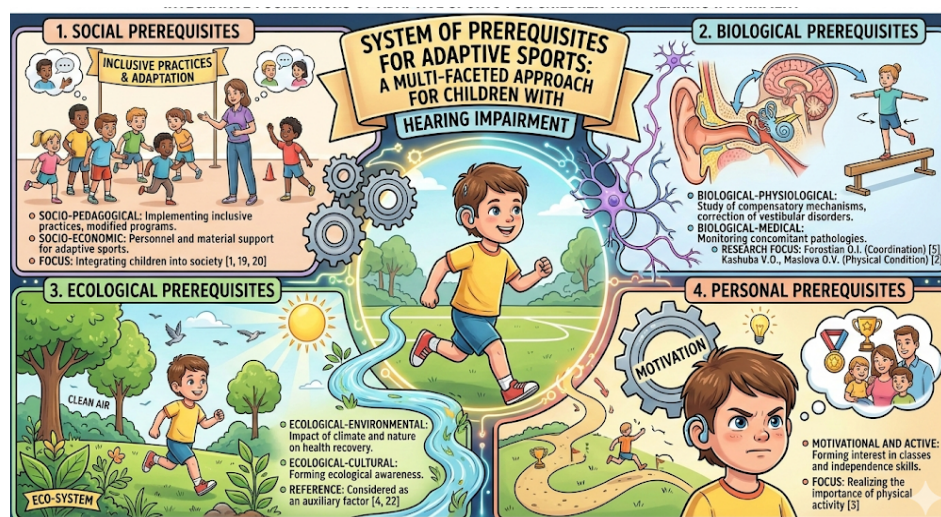


Fig. 1. Basic structure of the prerequisites for health-forming technologies: first stage (2015–2020)*

Note: * – generated from the data obtained through systemic analysis by artificial intelligence model Gemini Pro

integrating children with hearing impairments into the general educational space, which required the development of special communication methods; the *socio-economic aspect* concerned state support, focusing on the need for targeted funding of adaptive sports and ensuring the accessibility of specialized facilities, which was a prerequisite for launching systemic changes.

– The block of biological prerequisites included medical and biological aspects: the *biological-physiological component* focused on studying the deep mechanisms of compensation for lost auditory function through the correction of coordination and balance disorders, which are typical secondary deviations in deafness; the *biological-medical component* provided for mandatory diagnosis of concomitant pathologies and medical support of the training process to prevent injury.

– The block of ecological prerequisites considered ecology in the classic sense: the *ecological-environmental approach* took into account the impact of climatic conditions and air quality on the effectiveness of health recovery; the *ecological-cultural approach* aimed to form ecological awareness in children and a responsible attitude not only to nature but also to their own body as part of an ecosystem.

– The block of personal prerequisites determined the specifics of the psychological readiness of the examined contingent of children:

the *personal-motivational component* was aimed at overcoming the inferiority complex and forming a stable interest in sports; the *personal-active component* involved the development of self-control skills and the ability to independently organize one's physical activity, which is the basis for a future autonomous life.

Thus, the structure of prerequisites of the first stage had a clearly defined correctional and developmental character. It was designed for the stable functioning of the educational system, where the main goal was the harmonization of the physical development of the child and their systematic integration into society. This base became the foundation upon which the anti-crisis transformation of the system was subsequently built.

The second stage (2020–2022): modified anti-crisis structure. This period was forcedly formed as a result of the global pandemic and the transition to distance learning, which forced the transformation of the basic structure (Fig. 2).

This period was marked by the transition of the educational system into “online” mode, which created fundamentally new challenges for children with hearing impairments, who are critically dependent on visual and tactile contact.

The details of transformations by prerequisite categories included the following changes:

– The block of biological prerequisites – the category expanded due to the emergence of new health threats: the focus of research shifted to the

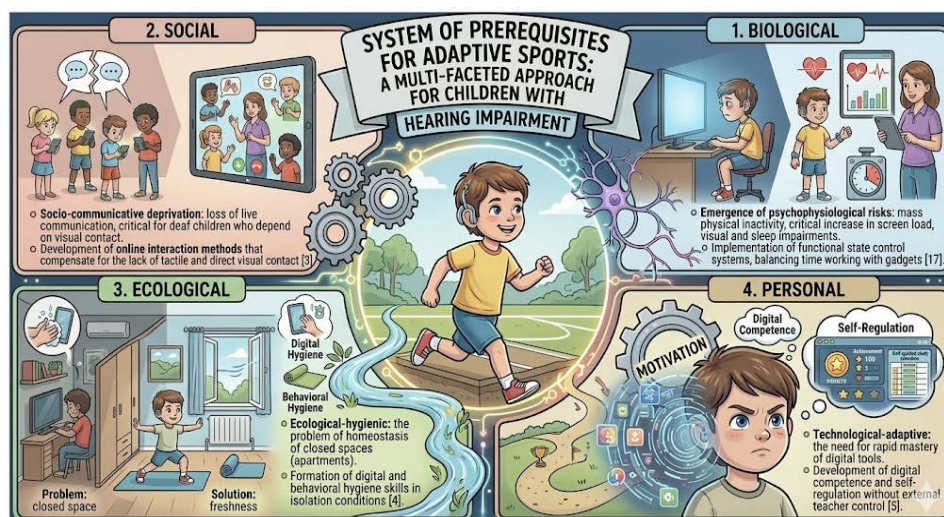


Fig. 2. Modification of prerequisites in conditions of the pandemic and distance education form: the second stage (2020–2022)*

Note: * – generated from the data obtained through systemic analysis by artificial intelligence model Gemini Pro

risks for the immune system (*immunological load*), caused by the viral threat and a sharp restriction of physical activity (quarantine restrictions); highlighted the problem of "screen fatigue" and visual impairment (*psychophysiological aspect, screen load*) for children with hearing impairments, in whom vision is the main channel of information perception; many hours spent in front of a monitor led to sensory overload and the depletion of the body's adaptive reserves.

– The block of social prerequisites – the destruction of the usual socialization mechanisms: *socio-communicative deprivation* showed that the lack of live communication became a critical problem for children with hearing impairments, as the distance form of education could not fully replace direct interaction and led to deepening isolation and regression in communication skills; the *socio-pedagogical aspect (distance correction)* emphasized the need for urgent development of distance physical education methods that would allow the teacher to control the correctness of educational tasks "through the screen".

– The block of ecological prerequisites – transformation of the concept of "ecology" from a global dimension to a local one: the *ecological-hygienic aspect* noted the emergence of "closed space hygiene" and digital hygiene into the foreground; the aspect of *stability of the "homeostasis" of closed space* determined the

impact of prolonged indoor stays on the child's physical and psychological state.

– The block of personal prerequisites – increased requirements for the personal qualities of the child: *technological-adaptive competence* included the need to quickly master digital tools (Zoom, Google Meet) not only for education but also for physical culture and sports; the *personal-motivational aspect (self-regulation)* highlighted the orientation towards the child's critically important ability for self-motivation and independent support of physical activity under conditions of isolation and the absence of external control by the teacher/coach.

Thus, the transition from the "development" strategy to the "anti-crisis adaptation" strategy meant that the very goal of the second stage was not so much improving physical conditions as preserving the achieved level of health and preventing maladaptation in conditions of total digitalization and social isolation.

The third stage (2022–2025): global structural transformation. This period determined the most radical changes that occurred under the influence of combined stress as a result of military actions (Fig. 3).

As can be seen, the current stage requires a transition to a rehabilitation-resilience model. According to the new Law of Ukraine "On Physical Culture and Sports" (2025), adaptive sports acquire the function of an instrument of

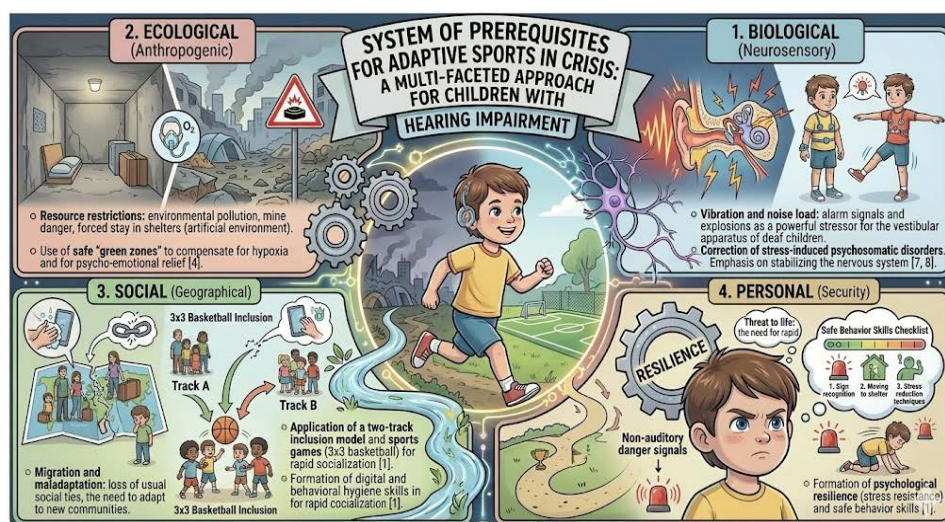


Fig. 3. Transformation of prerequisites in conditions of long-term military and environmental stress: the third stage (2022–2025) *

Note: * – generated from the data obtained through systemic analysis by artificial intelligence model Gemini Pro

psychological rehabilitation. The analytical data presented by us reflect a radical restructuring of the conceptual foundations of physical education, caused by conditions of combined long-term stress – full-scale military aggression and the accompanying environmental crisis.

Details of transformations by categories of prerequisites are as follows:

– The block of biological prerequisites – a shift of priorities from “classical” concomitant pathologies (posture disorders; reduced muscle tone, visual impairment) to those formed during the war (nervous system damage): *neurosensory sensitivity* determined the specific vulnerability of children with hearing impairments to vibration loading, because the body compensates for damage to the auditory analyzer with increased tactile and vibration sensitivity, so alarm signals, blast waves, and the operation of heavy machinery become a powerful stressor that exacerbates vestibular dysfunctions (dizziness, loss of balance); *stress-induced disorders* dictate the growth of psychosomatic disorders (muscle spasms, sleep disturbances, respiratory deterioration) as the body’s reaction to chronic danger.

– The block of ecological prerequisites – acquiring critical importance due to the change in living environment: *resource restrictions and hypoxia* define the consequences of a forced stay in bomb shelters and hideouts (an artificial, closed environment); the *strategy of “green zones”*

emphasizes the need to use safe natural locations (parks, squares) for health and recreational activity, which are now considered a therapeutic space for compensating the consequences of staying in shelters and reducing stress levels.

– The block of social prerequisites – a change of context due to mass population displacement: *migration challenges* define the requirement of constant readaptation to new conditions, the loss of usual social ties, and the communicative environment; the *two-track model* aims at rapid integration through the combination of correctional classes with joint games involving local children, utilizing communication through action and visual signals, thereby neutralizing the language barrier.

– The block of personal prerequisites – reorientation from “success” to “resilience”: *psychological resilience* defines the formation of an internal support system and the ability to withstand traumatic experiences through physical activity; *security competence* brings to the forefront skills in spatial orientation within shelters, rapid reaction to visual danger signals, and self-control in extreme situations.

Thus, the third stage emphasizes the transition to a rehabilitation-resilience model, which is based on the new 2025 legislation defining adaptive sports as a means of social protection. The key idea of the stage: preserving the mental and physical health of the child through integration into a safe natural environment (“green zones”)

and the application of inclusive sports technologies.

Summarizing the results of the analysis of the evolution of theoretical prerequisites, it can be argued that over the period 2015–2025, there was a fundamental paradigm shift in the physical education of children with hearing impairments: from local correctional tasks to a global strategy of survival and rehabilitation. The proposed rehabilitation-resilience model, which integrates the health-promoting potential of “green zones”, the socializing effect of inclusive sports games, and modern digital monitoring tools, acts as a non-alternative response to the challenges of long-term combined stress. This transformation is fully consistent with the new legislative field of Ukraine, which reclassifies adaptive sports from a means of physical development to an instrument of social protection, psychological stability, and full integration into society.

Conclusions. As a result of a systemic analysis of the evolution of scientific views, it was established that the concept of physical education for children with hearing impairments has undergone a fundamental transformation: from a basic correctional-developmental model (until 2020) to an anti-crisis one (2020–2022) and, ultimately, to a rehabilitation-resilience model (2022–2025). This change is due to the need to adapt to the conditions of long-term combined stress (military and environmental).

It is proven that under conditions of anthropogenic and military threats, the legislative and methodological consolidation of adaptive sports as a tool for psychological rehabilitation is critically important. According to the Law of Ukraine “On Physical Culture and Sports”, the priority is not only physical development but also the achievement of social independence and integration into society. This requires the allocation of a

healthy lifestyle as a separate, full-fledged component of adaptive physical culture.

The effectiveness of implementing an integrated approach that combines health and recreational activity in “green zones” with the use of inclusive means, for example, sports games, is substantiated. The use of the natural environment allows compensating for the consequences of staying in closed spaces and neutralizing environmental stress. Separately, it is determined that a specific biological prerequisite of the current stage is the high neurosensory sensitivity of children with hearing impairments to vibration load, which exacerbates vestibular dysfunctions. This requires the implementation of a system of enhanced control over the body’s adaptive capabilities to prevent hyperactivity and exhaustion of the nervous system.

The obtained results open a new field for scientific research aimed at the practical implementation of the substantiated model. It is advisable to focus further research on the following areas:

- the development of safety protocols and spatial orientation methods for children with hearing impairments during classes in open locations under martial law conditions (algorithms of actions during alarm signals, taking into account sensory deprivation);
- studying the impact of organized physical activity in “green zones” on the indicators of the musculoskeletal and cardiorespiratory systems of children with hearing impairments who have been in an artificially controlled environment for a long time;
- substantiating a system for training pedagogical personnel capable of combining the competencies of a coach, rehabilitator, and tutor, ready to work under conditions of inclusion and increased psychogenic load, as required by the standards of the New Ukrainian School.

Bibliography

1. Гопей ММ [Gorei MM]. Інформаційно-модульна програма «Баскетбол 3х3» в практиці фізичного виховання дітей з вадами слуху [Informational-modular program “Basketball 3x3” in the practice of physical education of children with hearing impairments]. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 15*. 2021;1(129):23–27.
2. Кашуба ВО, Маслова ОВ, Ричок ТМ [Kashuba VO, Maslova OV, Rychok TM]. Технологія корекції фізичного стану школярів з вадами слуху в процесі фізичного виховання [Technology for correcting the physical condition of schoolchildren with hearing impairments in the process of physical education]. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2018;(2):42–48.
3. Маслова ОВ, Гопей ММ [Maslova OV, Gorei MM]. Обґрунтування необхідності розробки інноваційних технологій для оптимізації процесу

фізичного виховання дітей з вадами слуху [Justification of the need to develop innovative technologies to optimize the physical education process of children with hearing impairments]. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2017;(3):78–85.

4. Маслова ОВ, та ін. [Maslova OV, et al.]. Ендоекологічні підходи формування здоров'я дітей з вадами слуху у процесі адаптивного фізичного виховання [Endoecological approaches to the formation of health of children with hearing impairments in the process of adaptive physical education]. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 15*. 2018;6(100):59–62.

5. Форостян ОІ [Forostyan OI]. Теоретико-методичні засади адаптивного фізичного виховання підлітків з порушеннями слуху [Theoretical and methodological principles of adaptive physical education of ado-

lescents with hearing impairments]. *Hayka i ocsima*. 2015;(5):128–133.

Alshahrany AN. Motor Skills Performance of Children with Hearing Impairment using Different Modules and Physical Education Setting. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*. 2021;12(4): 473–487.

6. Azevedo MG, Samelli AG. Comparative Study of Balance on Deaf and Hearing Children. *Revista CEFAC*. 2009;11:85–91.

7. Barboza CFS, Campello AR, Castro HC. Sports, Physical Education, Olympic Games and Brazil: The Deafness That Still Should Be Listened. *Creative Education*. 2015;6:1386–1390.

8. Barboza C, et al. Physical Education: Adaptations and Benefits for Deaf Students. *Creative Education*. 2019;10:714–725.

9. Barker DH, et al. Predicting behavior problems in deaf and hearing children. *Development and psychopathology*. 2009;21(2):73–92.

10. Brunt D, Broadhead G. Motor Proficiency Traits of Deaf Children. *Research Quarterly*. 1982;53:236–238.

11. Cavalcante MSAO. Qualidade e Cidadania nas Reformas da Educação Brasileira. Maceió: EDUFAL; 2007.

12. Fiorini MLS, Manzini EJ. Strategies of Physical Education Teachers to Promote the Participation of Students with Hearing Impairment in Classrooms. *Revista Brasileira de Educação Especial*. 2018;24: 183–198.

13. Gorla JI, Araujo PF. Motor Skills Assessment and Adapted Physical Education. São Paulo: Phorte; 2007.

14. Hartman E, Houwen S, Visscher C. Motor skill performance and sports participation in deaf elementary school children. *Adapted Physical Activity Quarterly*. 2011;28(2):132–145.

15. Haywood MK. Life Span Motor Development. Champaign : Human Kinetics; 1986.

16. Kashuba VO, Carp I, Rychock T. Use of information assets in physical education of students with special needs. *Scientific and Methodological*

Foundations of information technology in the field of physical culture and sports. Kharkiv : HDAFK; 2017. p. 42–46.

17. Lieberman LJ, Cowart JF. Games for People with Sensory Impairments. Champaign : Human Kinetics; 1996.

18. Lima F, et al. Effect of Impact Load and Active Load on Bone Metabolism and Body Composition of Adolescent Athletes. *MedSci Sports Exercise*. 2001;33:1318–1323.

19. Mantoan MTE. O desafio das diferenças nas escolas. Petrópolis, RJ : Vozes; 1996.

20. Mithen S. The Singing Neanderthals. London : Weidenfeld & Nicolson; 2005.

21. Mourão C. Ensinando educação física para surdos: Análise de caso. Porto Alegre: Plannertec; 2008.

22. Patel H, et al. Comparison of balance in children with and without hearing impairment. *Int J Healthcare Biomed Research*. 2017;5(5):19–27.

23. Smith LB, Thelen E. A Dynamic Systems Approach to Development. Cambridge, MA: The MIT Press; 1993.

24. Stewart D, Ellis M. Physical Education for Deaf Students. *American Annals of the Deaf*. 1999;144:315–319.

25. Takala M, Sume H. Hearing-impaired pupils in mainstream education in Finland. *European Journal of Special Needs Education*. 2018;33(1):134–147.

26. WHO. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. Geneva: World Health Organization; 2019.

27. Zaccagnini KJ. How Physical Education Teacher Education Majors Should Be Prepared to Teach Students with Hearing Loss. *American Annals of the Deaf*. 2019;150:273–282.

28. Zaghetto AA. Deaf Musical Dimension: Reality or Utopia. 2013. p. 1–6.

29. Zwierchowska A, Gawlik K, Grabara M. Energetic and Coordination Abilities of Deaf Children. *Journal of Human Kinetics*. 2004;11:83–92.

ORCID 0000-0001-8907-6172, omaslova@uni-sport.edu.ua

ORCID 0000-0003-1244-9801, mrygan@uni-sport.edu.ua

Дата першого надходження статті до видання: 28.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 19.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Комплексна реабілітація військовослужбовців і ветеранів війни в системі громадського здоров'я

УДК 614.2:616-058.65

Г. І. Жара

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка, Чернігів,
Україна

Резюме. У роботі представлено аналіз досвіду комплексної реабілітації військовослужбовців та ветеранів під час лікування у військовому госпіталі з позицій системи громадського здоров'я. *Мета* – розкрити напрями комплексної реабілітації військовослужбовців і ветеранів в умовах військового госпіталю як приклад для системи громадського здоров'я. *Методи* – бібліосемантичний метод, контент-аналіз, метод моделювання, соціологічний метод. *Результати.* У процесі комплексної реабілітації поранених і травмованих військовослужбовців та ветеранів одночасно із заходами з медичного, психологічного, фізичного та соціального супроводу основна увага спрямовується на реадaptaцію подолання соціальної ексклюзії із залученням різних суспільних інституцій для сприяння процесу реінтеграції. Налагоджено співпрацю з культурними, мистецькими, освітніми, юридичними установами, ветеранськими просторами, волонтерами для комплексної міждисциплінарної підтримки реабілітаційного процесу. *Висновки.* Виклики для системи громадського здоров'я під час війни спричиняють істотні зрушення в стані здоров'я населення, здійснюючи тиск на всі детермінанти здоров'я на індивідуальному, структурному й контекстуальному рівні. Особлива увага системи громадського здоров'я має спрямовуватися на комплексну реабілітацію військовослужбовців та ветеранів війни як соціальної категорії з особливими правами на отримання послуг з охорони здоров'я. Державна й суспільна підтримка є необхідною умовою для повноцінної реінтеграції ветеранів та подолання соціальної ексклюзії через формування поваги до захисників і прийняття їх як найшанованішої верстви населення. У представленому досвіді в межах реабілітаційного процесу здійснюється комплексний підхід до реабілітації поранених і травмованих військовослужбовців за допомогою мультидисциплінарної команди із залученням представників різних категорій суспільства, які сприяють здійсненню реадaptaції для повноцінного функціонування в суспільстві.

Ключові слова: російсько-українська війна, військовослужбовці, ветерани, комплексна реабілітація, громадське здоров'я, реадaptaція, реінтеграція.

Comprehensive rehabilitation of military personnel and war veterans in the system of public health

H. I. Zhara

T. H. Shevchenko National University "Chernihiv Colehium", Chernihiv, Ukraine

Abstract. The paper presents an analysis of the experience of military personnel and veterans' comprehensive rehabilitation during treatment in a military hospital from the perspective of the public health system. *Aim* is to reveal the directions of comprehensive rehabilitation of military personnel and veterans in a military hospital as an example for the public health system. *Methods* that were used are bibliosemantic method, content analysis, modeling method, sociological method. *Results.* In the process of

comprehensive rehabilitation of wounded and injured military personnel and veterans, simultaneously with measures for medical, psychological, physical and social support, the main attention is paid to readaptation and overcoming social exclusion with the involvement of various public institutions to facilitate the reintegration process. Cooperation has been established with cultural, artistic, educational, legal institutions, veteran spaces, and volunteers for comprehensive interdisciplinary support of the rehabilitation process. *Conclusions.* Public health system challenges during wartime cause significant changes in the health status of the population, putting pressure on all determinants of health at the individual, structural and contextual levels. Special attention of the public health system should be directed to the comprehensive rehabilitation of military personnel and war veterans as a social category with special rights to receive health care services. State and public support is a necessary condition for the full reintegration of veterans and overcoming social exclusion through the formation of respect for defenders and their acceptance as the most respected segment of the population. In the presented experience, within the framework of the rehabilitation process, a comprehensive approach to the rehabilitation of wounded and injured military personnel is implemented using a multidisciplinary team with the involvement of representatives of different categories of society, which contribute to the implementation of readaptation for full functioning in society.

Keywords: russian-Ukrainian war, military personnel, veterans, comprehensive rehabilitation, public health, readaptation, reintegration.

Постановка проблеми. В умовах російсько-української війни, особливо після початку повномасштабного вторгнення 2022 року, система громадського здоров'я в Україні зазнає істотного навантаження, спричиненого бойовими діями. Серед основних проблем, які заго-струються, науковці вказують на такі:

- мінно-вибухові травми та інші фізичні поранення з високим ступенем ушкодження різних систем організму [27];

- порушення ментального здоров'я населення, особливо військовослужбовців, як наслідок високого коморбідного стресу;

- загострення й поява численних нових випадків неінфекційних захворювань як результат алоstaticного та фізичного перевантаження;

- поширення епідемічних захворювань унаслідок екологічного тероризму й екоциду;

- поширення інфекцій, які передаються за допомогою гемоконтактного механізму (ВІЛ, гепатити В, С тощо) — у місцях безпосереднього ведення бойових дій; аерогенного механізму (COVID-19 тощо) — у місцях з великим скупченням людей — укриттях, таборах для тимчасово переміщених осіб; фекально-орального механізму (лептоспіроз тощо) — на територіях, де є обмежений доступ до чистої питної води, а також ускладнений контроль за популяціями гризунів;

- критична демографічна ситуація в Україні внаслідок негативної динаміки населення (ріст смертності й зменшення народжуваності),

інтенсивного механічного руху населення (внутрішня і зовнішня міграція, переважно жінок з дітьми), а також прогресивного старіння населення [16; 24].

Іншими викликами для системи громадського здоров'я в Україні, спричиненими війною, є поява великої кількості ветеранів та цивільних людей з інвалідністю, що потребують як комплексної реабілітації, соціально-психологічної адаптації та реінтеграції в соціальну спільноту, так і забезпечення індивідуального підходу та безбар'єрності — шляхом не тільки розвитку інфраструктури, споруд тощо, а й формування інклюзивної свідомості й навичок супроводу людей з інвалідністю в мешканців громад за місцем проживання [5; 19].

Водночас у зв'язку з військовою агресією серед населення дедалі відчутніше поширюються поведінкові аспекти, які мають негативний вплив на здоров'я, але якими люди послуговуються як способами зниження алоstaticного навантаження внаслідок недостатньої обізнаності й умотивованості до застосування доказових методів подолання негативних емоційних станів. Утім, тютюнопаління, вживання алкоголю та наркотичних речовин, неконтрольований прийом лікарських препаратів, зловживання стимуляторами, енергетиками тощо, занурення у віртуальні ігри або різновиди онлайн-казино (бетинг, гемблінг тощо), які викликають стійку залежність [4; 5; 13] не тільки не сприяють зниженню стресу, а й навпаки — посилюють його дію на організм, що може провокувати

розвиток тривожно-депресивних станів, саморуйнівну / самопошкоджувальну, а часто й суїцидальну поведінку.

Незважаючи на доволі позитивну динаміку посттравматичного зростання серед цивільного населення, особливо молоді [25; 26], відбувається загострення проблеми порушення психічного здоров'я серед військовослужбовців і ветеранів. Наразі попит на послуги щодо психічного здоров'я вдсятеро перевищує наявні можливості системи охорони здоров'я. Відчутний «кадровий голод» на фахівців, які могли б надавати психосоціальну допомогу ветеранам війни та демобілізованим особам (потреба — понад 150 тис. осіб) не компенсується системою формальної і неформальної освіти. Водночас посилення вимог до фахівців з фізичної і психологічної реабілітації (відповідність єдиним кваліфікаційним вимогам, затвердженням МОЗ [17–20; 22]) збільшує і без того гострий дефіцит кадрів (нагальна потреба — мінімум 60–70 тис. осіб).

Зв'язок роботи з важливими науковими програмами або практичними завданнями. Останніми роками відбувається інтенсивне оновлення різноманітних нормативних актів, які стосуються реабілітації різних верств населення, постраждалих внаслідок війни [3; 17–21]. Підвищуються як вимоги до змісту й процедур реабілітаційного процесу [18], так і вимоги до підготовки фахівців реабілітаційної сфери [22; 25]. При цьому перевагу віддають комплексній реабілітації за допомогою міждисциплінарних команд [8; 20; 23], яка вважається міжнародним і вітчизняним стандартом [3; 14; 15; 18; 20; 23; 27].

Комплексна реабілітація поранених і травмованих військовослужбовців та ветеранів має свою специфіку з фокусом на коморбідності багатьох порушень різних складників здоров'я [6; 7; 9–11]. Саме тому для них пріоритетом є розробка індивідуальних програм комплексної реабілітації, які становлять тріаду реабілітаційної допомоги — медичну й фізичну реабілітацію з одного боку, неврологічну і психіатричну — з другого, психологічну й соціальну — з третього. Кінцевим очікуваним результатом комплексної реабілітації військовослужбовців є відновлення боєздатності та якнайшвидше повернення до служби; за неможливості продовжувати службу — подолання соціальної ексклюзивності, повернення до повноцінного

життя, реадаптація і реінтеграція в суспільство. Тому комплексна реабілітація має не тільки медичні аспекти, а й залучати різні суспільні інституції для сприяння реабілітаційному процесу [28].

Мета роботи — розкрити напрями комплексної реабілітації військовослужбовців і ветеранів в умовах військового госпіталю як прикладу для системи громадського здоров'я.

Методи і організація дослідження. У процесі дослідження використано бібліосемантичний метод — для аналізу наявних викликів, спричинених військовою агресією РФ, та напрямів комплексної реабілітації військовослужбовців у системі громадського здоров'я; контент-аналіз — для визначення ефективності окремих засобів фізичної, психологічної, фізкультурно-спортивної та соціальної реабілітації військовослужбовців з пораненнями, зокрема з ампутаціями; метод моделювання — для індивідуалізації та інтеграції різних підходів у періоді ранньої реабілітації військовослужбовців; соціологічний метод — для оцінки задоволеності пацієнтів результатами реабілітаційного процесу на цьому етапі.

Результати дослідження та їх обговорення. Реінтеграція військовослужбовців, які захищають нашу країну від країни-агресора, у суспільство після завершення служби є складним довготривалим процесом, що відбувається одночасно на індивідуальному й соціальному рівнях. Для повноцінної реінтеграції насамперед має бути вирішене питання соціальної ексклюзії — дуже відчутного негативного явища, з яким стикаються майже всі військовослужбовці. Ексклюзія трактується як соціальне відторгнення або соціальне виключення [12], що для людей з бойовим досвідом є нестерпним психологічним випробуванням. На думку фахівців, «вирішення проблеми соціальної ексклюзії <...> полягає у створенні системи соціальних послуг, яка має бути спрямована на соціальне залучення індивідів і має знайти своє відображення в національній стратегії соціально-економічного розвитку країни» [12, с. 80]. Саме тому на часі створення спеціальних програм реінтеграції, спрямованих на подолання викликів, з якими стикаються військовослужбовці й ветерани — щодо здобуття освіти або перекваліфікації, повернення на попереднє місце роботи або інше працевлаштування, залучення до суспільного й політичного життя тощо.

У будь-якому разі подолання ексклюзивності можливе тільки шляхом усвідомлення суспільством необхідності прояву глибокої поваги до людини з бойовим досвідом Захисника України, і включення ветеранів до суспільних процесів у їхньому новому статусі на засадах поваги, збереження гідності й забезпечення безпеки (рис. 1).

Ексклюзивність ветеранів



Рис. 1. Взаємодія ветеранів і суспільства в процесі реінтеграції (©Г. І. Жара, 2025)

Передувати комплексним заходам з реінтеграції обов'язково мають комплексна реабілітація (для подолання обмежень і покращення повсякденного функціонування внаслідок стану здоров'я [20]) і реадaptaція, яка передбачає психоемоційну стабілізацію, задоволення базових потреб у фізичному, матеріальному, медичному забезпеченні, соціальній підтримці, навчанні, тимчасовому працевлаштуванні тощо і є більш короткотерміновим процесом.

Основними принципами, на яких ґрунтується реабілітаційний процес, є ранній початок, послідовність, систематичність, безперервність, комплексність, мультидисциплінарність, індивідуалізація, активна участь пацієнта та його оточення, інклюзивність / ексклюзивність.

У процесі ранньої реабілітації поранених, травмованих і хворих військовослужбовців і ветеранів в умовах Чернігівського військового госпіталю враховують індивідуальні особливості поточного психологічного і фізичного стану пацієнтів, а також об'єктивні та суб'єктивні чинники, які можуть сприяти або перешкоджати реабілітаційному процесу. Так, наприклад, для поранених з ампутаціями в процесі лікування фантомного болю поєднуються функціональне тренування з психотерапевтичним, психоедукаційним та ерготерапевтичним впливом, що дає

змогу досягти максимального ефекту в короткі терміни [6; 7].

Психологічна підтримка пацієнта здійснюється на всіх етапах лікування і реабілітації. За цей період здійснюється його / її психоемоційна стабілізація, надають психологічні консультації і проводять короткотермінові інтервенції низької інтенсивності для покращення психоемоційного стану, подолання нагальних психологічних труднощів (як-от гостра реакція на стрес, тривожність, порушення сну, нав'язливі думки / спогади, прояви дратівливості, агресивності, флешбеки тощо), за потреби — психотерапевтична допомога з використанням доказових методів терапії (дзеркальна терапія — для зменшення фантомного болю, КПТ — когнітивно-поведінкова терапія, АСТ — терапія прийняття і зобов'язання, EMDR — десенсибілізація та репроцесуалізація рухом очей, емоційно-фокусована терапія, майндфулнес-базований підхід, EFT — техніка емоційної свободи тощо [6; 7]). Також проводиться системна просвітницька робота з роз'яснення пацієнтам особливостей перебігу лікувального процесу, напрямів збереження оптимального повсякденного функціонування із запобіганням порушень їхнього стану здоров'я, організації здорового способу життя впродовж усього періоду відновлення. Також для кожного пацієнта індивідуально добираються вправи для полегшення фізичного й психічного самопочуття (техніки дихання, заземлення, релаксації, су-джок терапії, нейропсихологічної десенсибілізації, відчеплення від гачка важких думок і почуттів, аутогенного тренування, ідеомоторного тренування, прогресивної м'язової релаксації, ментальної переробки травматичних спогадів, створення безпечного простору тощо). Оскільки термін перебування пацієнта в госпіталі є досить коротким (у середньому від 7–10 до 21 дня), кожен пацієнт отримує інструктаж для самостійного продовження терапії при виписці.

В окремих випадках застосовують нестандартні методи терапії, які сприяють підготовці до використання доказових методів та психоемоційному розвантаженню, наприклад, медитація з мильними бульбашками (навчання подовженому видиху), видування болю (контейнування емоцій), ароматерапія з ефірними оліями (техніки релаксації, терапія сну, «безпечне місце», переключення й перенаправлення уваги) тощо.

Одночасно з рекомендованими методами медичної, фізичної та психологічної реабілітації розробляють організаційні заходи із залучення пацієнтів до заходів із соціальної реабілітації. Цьому сприяє систематична співпраця з волонтерами (забезпечення базових потреб — адаптивний та звичайний одяг, засоби гігієни, засоби зв'язку, перукарські послуги, чай / кава / смаколики у відділеннях, спортивне / високопротейнове харчування, отримання / відправлення посилок, закупівля необхідних речей та інше) та громадськістю (наприклад, організація святкових заходів для поранених учнями шкіл, концертні програми із залученням провідних творчих колективів міста та області, проведення занять з арттерапії, вивезення пацієнтів на екскурсії, відвідування концертів, театральних вистав тощо). Для трудової реабілітації залучаються майстри Чернігівського обласного центру народної творчості, які проводять майстеркласи з гончарства, плетіння зі шкіри, із соломки, виготовлення оберегів, традиційного петриківського розпису тощо. Це дає змогу військовослужбовцям і ветеранам перенести увагу з лікувального на творчий процес, знизити рівень психологічного напруження, а також навчитися нових видів діяльності, навички яких вони зможуть використати в майбутньому житті в процесі трудової адаптації.

Задля морально-психологічної підтримки військовослужбовців з важкими пораненнями, особливо пацієнтів з ампутаціями, запрошують фахівців з ветеранських просторів, які мають аналогічні поранення й здійснюють підтримку за принципом «Рівний — Рівному», демонструючи приклади успішної реабілітації, реадaptaції та реінтеграції. Співпраця з ветеранськими об'єднаннями дає змогу залучити пацієнтів до фізкультурно-спортивної реабілітації і ветеранського спорту вже на етапі ранньої реабілітації [9; 10].

Також здійснюється системний соціальний та юридичний супровід поранених під час перебування в госпіталі. Часто пацієнти потребують відновлення втрачених документів, правильного оформлення документів для отримання виплат

за поранення, вирішення спірних юридичних питань тощо. Варто відмітити, що після виписки пацієнта з госпіталю він отримує перенаправлення для роботи з фахівцями із супроводу ветеранів і демобілізованих осіб за місцем свого проживання (або перебування на подальшому етапі реабілітації).

Систематичний моніторинг вжитих заходів упродовж грудня 2024 — грудня 2025 рр. свідчить про загальну задоволеність пацієнтів наданими послугами з лікування та комплексної реабілітації. Вжиті заходи комплексної міждисциплінарної підтримки реабілітаційного процесу сприяють подальшій реадaptaції військово-службовців і ветеранів з наступним полегшенням їхньої соціальної реінтеграції.

Висновки. Виклики для системи громадського здоров'я під час війни спричиняють істотні зрушення в стані здоров'я населення, здійснюючи тиск на всі детермінанти здоров'я на індивідуальному, структурному й контекстальному рівні. Особлива увага системи громадського здоров'я має спрямовуватися на комплексну реабілітацію військовослужбовців та ветеранів війни як соціальної категорії з особливими правами на отримання послуг з охорони здоров'я. Державна й суспільна підтримка є необхідною умовою для повноцінної реінтеграції ветеранів і подолання соціальної ексклюзії через формування поваги до захисників та прийняття їх як найшанованішої верстви населення. У представленому досвіді в межах реабілітаційного процесу здійснюється комплексний підхід до реабілітації поранених і травмованих військовослужбовців за допомогою мультидисциплінарної команди із залученням представників різних категорій суспільства, які сприяють здійсненню реадaptaції для повноцінного функціонування в суспільстві.

Перспективи подальших досліджень охоплюють детальний факторний аналіз впливу кожної із представлених складників комплексної реабілітації в тріаді реабілітаційної допомоги на успішність подальшої реінтеграції військовослужбовців та ветеранів у довготривалій перспективі.

Література

1. Белікова ІВ, Костріков АВ. Показники здоров'я населення та сучасні погляди на методику їх розрахунку [Population health indicators and modern views on the methodology for their calculation]. Акт. пробл. сучасн. мед. 2017;17(1 (57)):18–20.

2. Голованова ІА, Белікова ІВ, Ляхова НО. Громадське здоров'я : навч.-метод. посібник [Public health: teaching and methodological manual]. Львів : Видавець Марченко Т. В; 2023. 182 с.

3. Державна типова програма реабілітації осіб з інвалідністю : Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 8 грудня 2006 р. № 1686 [State Standard Program for the Rehabilitation of Persons with Disabilities: Approved by Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated December 8, 2006 No. 1686.]. [цитовано 2025 Грудень 12]. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1686-2006-%D0%BF#n11>.
4. Жара ПІ. Динаміка поширеності розладів психіки і поведінки серед населення України у 2017-2021 роках [Dynamics of mental and behavioral disorders prevalence among the population of Ukraine in 2017-2021]. В: Ждан ВМ, Голованова ІА, ред. Громадське здоров'я в Україні: здобутки та виклики сьогодення. Колективна монографія [Public Health in Ukraine: Achievements and Current Challenges. Collective Monograph]. Полтава; 2023:34–43.
5. Жара ПІ. Здоров'я населення України в умовах війни та у повоєнний час: погляд з позицій системи громадського здоров'я [Health of the population of Ukraine in wartime and post-war times: a view from the perspective of the public health system]. В: Білик ВГ., ред. Освіта і здоров'я підрастаючого покоління. Матеріали VI Міжнародного симпозиуму; 16–19 квітня 2024 року; м. Київ [Education and Health of the Younger Generation. Proceedings of the VI International Symposium; April 16–19, 2024; Kyiv]. Вип. 6. К.: Алатон; 2024. 227 с. С. 73–6.
6. Жара ПІ. Індивідуалізація засобів дзеркальної терапії поранених з ампутаціями [Individualization of mirror therapy for wounded with amputations]. В: Головенченко І., відп. ред. Актуальні питання медицини, фармації, терапії та реабілітації : Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції; 23-24 травня 2025 року; м. Херсон [Current issues of medicine, pharmacy, therapy and rehabilitation: Materials of the International Scientific and Practical Conference; May 23-24, 2025; Kherson]. Херс. держ. ун-т. Херсон : ХДУ; 2025. 185 с. С. 162–5.
7. Жара ПІ. Інноваційні підходи до терапії болю в комплексній реабілітації військовослужбовців з ампутаціями [Innovative approaches to pain therapy in the comprehensive rehabilitation of military personnel with amputations]. В: Бурка О., ред. Сучасні аспекти фізичної терапії та ерготерапії: досягнення, проблеми, шляхи вирішення : матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції; 06-07 листопада 2025 р., м. Запоріжжя [Modern aspects of physical therapy and occupational therapy: achievements, problems, solutions: materials of the 1st International Scientific and Practical Conference; November 6-7, 2025, Zaporizhzhia]. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2025. 189 с. С. 72–4.
8. Жара ПІ. Організація комплексної реабілітації в Україні та зарубіжних країнах: порівняльний аналіз [Organization of comprehensive rehabilitation in Ukraine and foreign countries: comparative analysis]. В: Ждан ВМ., Лисак ВП., Голованова ІА. та ін. Медична реабілітація в Україні: сучасний стан та напрями розвитку, проблеми та перспективи. Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю; 8 вересня 2023 року; м. Полтава [Medical rehabilitation in Ukraine: current state and development trends, problems and prospects. Materials of the III All-Ukrainian scientific and practical conference with international participation; September 8, 2023; Poltava.]. Полтава : ПДМУ, 2023. 174 с. С. 9–14.
9. Жара ПІ. Фізкультурно-спортивна реабілітація ветеранів війни в умовах ветеранських просторів [Physical education and sports rehabilitation of war veterans in veteran spaces]. Наука і освіта [Science and education]. 2024;3:С. 17–22. DOI : <https://doi.org/10.24195/2414-4665-2024-3-3>
10. Жара ПІ., Довбиш СС. Рекреаційні та реабілітаційні технології у фізичній культурі та спорті: способи покращення функціонування організму [Recreational and rehabilitation technologies in physical culture and sports: ways to improve the functioning of the body]. Пед. науки : науковий журнал [Pedagogical science: scientific journal]. Полтава. 2024;83:97–103.
11. Жара ПІ. Структура індивідуального здоров'я людини з позицій причинно-системного підходу [The structure of individual human health from the standpoint of a causal-system approach]. В: Бойчук ЮД., ред. Загальна теорія здоров'я та здоров'язбереження : колективна монографія [General theory of health and health preservation: collective monograph]. Харків : Вид. Рожко С. Г.; 2017. С. 26–33.
12. Карп'як МО, Стегней МІ. Оцінювання соціальної ексклюзії в Україні та її впливу на соціально-економічний розвиток держави на національному та регіональному рівнях [Assessment of social exclusion in Ukraine and its impact on the socio-economic development of the state at the national and regional levels.]. Регіональна економіка [Regional economy]. 2021;2:72–82.
13. Качур ОЮ. Задачі системи громадського здоров'я по формуванню у населення відповідального ставлення до особистого здоров'я [Tasks of the public health system to form a responsible attitude towards personal health among the population]. Україна. Здоров'я нації [Ukraine. Health of the Nation]. 2022;1(67):37–41. DOI : <https://doi.org/10.24144/2077-6594.1.1.2022.254634>.
14. Методичні рекомендації щодо роботи з пацієнтами-ветеранами та учасниками бойових дій : посібник [Methodological recommendations for working with veteran patients and combatants: manual]. 2021. 93 с. Available from: <https://ingeniusua.org/veterani-rekomendacii>
15. Про затвердження Переліку протипоказань для надання реабілітаційної допомоги високого обсягу особі, яка потребує реабілітації, у стаціонарному відділенні післягострої та довготривалої реабілітації та внесення зміни до наказу Міністерства охорони здоров'я України від 14 лютого 2012 року № 110 : Наказ МОЗ України від 17.05.2023 № 915 [Order of the Ministry of Health of Ukraine dated 05/17/2023 No. 915 "On approval of the List of contraindications for providing high-volume rehabilitation care to a person in need of rehabilitation in an inpatient post-acute and long-term rehabilitation department and amending the Order of the Ministry of Health of Ukraine dated February 14, 2012 No. 110"] [Цитовано 25.12.2025]. Available from: <https://moz.gov.ua/article/ministry-mandates/nakaz-moz-ukraini-vid-17052023--915-pro-zatverdzhennja-pereliku-protipokazan-dlja-nadannja-reabilitacijnoi-dopomogi-visokogo-obsjagu-osobi-jaka-potrebuje-reabilitacii-u-stacionarnomu-viddileni--pisljagostroi-ta-dovgotrivaloj-reabilitacii>
16. Населення та міграція. Держстат України. 2009-2023 [Population and Migration. State Statistics Service of Ukraine. 2009-2023.]. [Цитовано 12.12.2025]. Available from: <https://stat.gov.ua/uk/topics/naselennja-ta-migratsiya>
17. Порядок застосування методів психологічної і психотерапевтичної допомоги [The procedure for applying methods of psychological and psychotherapeutic assistance.]. [Цитовано 25.12.2025]. Available from: https://moz.gov.ua/uploads/2/13725-pro_20190725_1_dod.pdf
18. Порядок здійснення реабілітаційних заходів : постанова Кабінету Міністрів України від 19 січня 2022 р. № 31 [Procedure for rehabilitation measures implementing. Approved by Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 31 of January 19, 2022.]. [Цитовано 12.12.2025]. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/31-2022-%D0%BF#Text>.
19. Про реабілітацію осіб з інвалідністю в Україні. Відомості Верховної Ради України (ВВР) [On the rehabilitation of persons with disabilities in Ukraine. Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine (BVR)]. 2006;2-3:36. [Цитовано 05.09.2023]. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2961-15#n560>.
20. Про реабілітацію у сфері охорони здоров'я. Відомості Верховної Ради України (ВВР) [On rehabilitation in the healthcare sector. Information of the Verkhovna Rada (IVR)]. 2021;8:59. [Цитовано 05.01.2026]. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1053-20#n6>
21. Про систему громадського здоров'я. № 2573-IX від 6 вересня 2022 року [On the public health system. No. 2573-IX of September 6, 2022.]. [Цитовано 05.01.2026]. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text>
22. Професійний Стандарт «Фахівець із супроводу ветеранів війни та демобілізованих осіб» : Наказ Міністерства у справах ветеранів України від 09 квітня 2024 р. № 111 [Professional Standard "Specialist in the Support of War Veterans and Demobilized Persons". Approved by Order of the Ministry of Veterans Affairs of Ukraine dated April 9, 2024 No. 111]. [Цитовано 12.12.2025]. Available from: https://register.nqa.gov.ua/uploads/0/604-profesijnij_standart_10_04_2024_do_nakazu_111.pdf
23. Самойленко ВБ, Яковенко НП, Петряшев Ю та ін. Медична і соціальна реабілітація : підручник [Medical and social rehabilitation: a textbook]. 3-є вид., переробл. і доповн. Київ : БСВ «Медицина»; 2023. 359 с.
24. Чисельність та природний рух населення: Банк даних [Internet]. Держстат України [Population size and natural population movement: Data

Bank]. [State Statistics Service of Ukraine]. [цитовано 2025 Січень 03]. Available from: <https://stat.gov.ua/uk/explorer?md5=f45b3f189af60d258bd2877925ccb69>.

25. Pavlova I, Petrytsa P, Zhara H, Bodnar I, Synytsya T. Experience and well-being of young Ukrainians during the war: results of sociological research. Luts'k : Vezha-Druk; 2023. 160 p.

26. Pavlova I, Krauss S, McGrath B, Cehajic-Clancy S, Bodnar I, Petrytsa P, et al. Individual and contextual predictors of young Ukrainian adults' subjective well-being during the Russian-Ukrainian war. *Appl Psychol Heal Well-Being* [Internet]. 2024;16(3):886–905. Available

from: <https://iaap-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/aphw.12484>.

27. Walsh N, Walsh W. Rehabilitation of landmine victims – The ultimate challenge. *Bull World Health Organ*. 2003;81(9):665–70. DOI: 10.1590/S0042-96862003000900009.

28. Zhara HI. Formation of interdisciplinary connections in public health for the realization of sustainable development goals. In: *Public health system in Ukraine and EU countries: realities, transformation, development vectors, perspectives* : Scientific monograph. 1st ed. [Internet]. Riga, Latvia: Baltija Publishing; 2023:31–60. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-330-9-2>.

ORCID 0000-0002-8092-542X, zhannafarm@gmail.com

Дата першого надходження статті до видання: 25.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 19.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Психоемоційний стан та харчова поведінка підлітків в умовах війни

УДК 613.956/.96:355.01

П. В. Киричек¹, Н. В. Моторна², Т. Є. Лукаш³

¹Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

²Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, Київ, Україна

³Бучанський ліцей Бучанської міської ради Київської області, Буча, Україна

Резюме. Український підліток змушений постійно стикатися зі стресовими ситуаціями – навчальним та інформаційним перевантаженням, соціальною напругою, а в умовах війни ще й із психологічною нестабільністю, що впливає на всі аспекти його життя. Незважаючи на зростання уваги до проблем впливу війни як потужного стресу на психоемоційний стан підлітка, його харчову поведінку та культуру харчування, ці питання залишаються недостатньо з'ясованими. **Мета.** З'ясувати наявність взаємозв'язку між психоемоційним напруженням та харчовою поведінкою підлітків в умовах війни. **Методи.** Використано комплексний підхід, що включав теоретичний аналіз та узагальнення наукової літератури, опитування дітей (n = 59) 14–15 років, які протягом 3-х років живуть в умовах військового стану, а також якісний аналіз отриманих емпіричних даних. Статистичний аналіз здійснювався з використанням методів описової статистики та відсоткового співвідношення. **Результати.** Проведений аналіз результатів анкетування дозволив встановити, що більшість опитаних підлітків зазнає змін психоемоційного стану в умовах війни. Підвищений рівень тривожності відзначено у понад половини респондентів (51 %). Виявлено, що фізіологічні прояви стресу під час повітряної тривоги виникають не у всіх підлітків, однак у частини опитаних спостерігаються психосоматичні реакції, зокрема зміни частоти серцевих скорочень та дихання. Аналіз харчової поведінки показав різноспрямовані зміни раціону підлітків під впливом війни. Встановлено, що режим харчування порушується у більшості досліджуваних, що проявляється нерегулярністю прийому їжі та пропуском основних прийомів їжі. Дослідження структури раціону показало переважання у харчуванні підлітків бутербродів і менш збалансованих продуктів у першій половині дня та більш повноцінного харчування у другій половині дня. Основними причинами пропускання прийомів їжі є заміна їх перекусами, дефіцит часу, вплив стресу та економічні фактори. **Висновки.** Війна є сильним психотравматичним фактором та має істотний вплив на психічне здоров'я підлітків. Війна суттєво впливає на харчову поведінку та харчову культуру українських підлітків. Виявлено взаємозв'язок між підвищеним рівнем тривожності, порушенням режиму харчування та зміною структури раціону. Основною причиною порушення харчування є зміна способу життя, що відбулася через повномасштабну війну. **Ключові слова:** український підліток, стрес, війна, військовий стан, психоемоційний стан, тривожність, соматичні порушення, харчова поведінка, харчовий раціон, режим харчування, харчування.

Psycho-emotional state and eating behavior of teenagers in wartime

P. V. Kyrychek¹, N. V. Motorna², T. E. Lukash³

¹National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

²O. O. Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

³Buchanan Lyceum, Kyiv region, Bucha, Ukraine

Abstract. Ukrainian teenager has stressful situations constantly – educational and information overload and social tension. He has psychological instability due to the

war, which affects all aspects of his life. These issues remain insufficiently clarified, despite the growing attention to the problems of the impact of war as a powerful stressor on the psycho-emotional state of a teenager, his eating behavior and food culture. *Objective.* To determine the relationship between psycho-emotional stress and eating behavior of adolescents in war conditions. *Methods.* A comprehensive approach was employed, including theoretical analysis and synthesis of the scientific literature, surveys of children (n=59), aged 14–15 who have been living under martial law for 3 years. And qualitative analysis of the empirical data obtained. Statistical analysis included descriptive statistics and percentage distributions. *Result.* The analysis of the survey has established that the majority of surveyed adolescents had changes psycho-emotional state during war. More than half of the respondents (51 %) had an increased level of anxiety. It has been found that physiological manifestations of stress during air raid alert time do not occur in all adolescents, however, some of the respondents experience psychosomatic reactions including changes in heart rate and breathing. Analysis of eating behavior has showed multidirectional changes in the diet of adolescents under the influence of the war. It was found that the diet is disturbed in the majority of respondents, which manifests itself in irregular eating and skipping major meals. It was found that most respondents had a disturbed eating pattern, which was manifested in irregular eating and skipping major meals. A study of the diet structure has showed a predominance of sandwiches in the diet of adolescents and less balanced foods in the morning and a more complete meal in the afternoon. The main reasons for skipping meals is replacing them with snacks, time constraints, the impact of stress and economic factors. *Conclusion.* War is a strong a psychologically traumatic factor and has a significant impact on the mental health of adolescents. The war significantly affects the eating behavior and food culture of ukrainian teenagers. A relationship has been found between increased levels of anxiety, eating disorders, and changes in diet structure. The main cause of eating disorders is the change in lifestyle that occurred due to the full-scale war.

Keywords: ukrainian teenager, stress, war, military status, psycho-emotional state, anxiety, somatic disorders, eating behavior, diet, diet, nutrition.

Постановка проблеми. Дослідження реакції організму на критичні навантаження має ґрунтовну наукову базу. У 1950-х роках Г. Сельє описав механізми впливу стресорів на метаболічні процеси, а концепція гомеостазу В. Кеннона (1960) розкрила зв'язок між внутрішньою стабільністю та зовнішніми викликами [9; 14; 15].

В умовах війни стрес стає хронічним фізіологічним чинником, надмірним за своєю силою і тривалістю, який може спричинити несприятливі зміни гомеостазу [3; 6; 11; 16]. Сильні емоції, інтенсивне навантаження, термінальні стани — невід'ємні супутники війни — провокують виникнення затяжних стресових ситуацій, що виснажують організм підлітка, його імунну систему та провокують соматичні розлади, зокрема порушення процесів травлення, розлади серцево-судинної та ендокринної систем [1; 6; 10; 17].

Психоемоційний стан підлітків в умовах війни зазнає глибоких трансформацій, оскільки хронічний стрес нашаровується на природні вікові кризи [8; 16; 17]. У підлітків це може мати характер емоційної дестабілізації, що

проявляється у вигляді емоційної лабільності [8; 18].

Особливу роль у формуванні психоемоційного стану підлітків відіграють повітряні тривоги, які стали невіддільною частиною повсякденного життя в умовах військового стану [10; 18]. Часті сигнали небезпеки викликають емоційне напруження, страх, тривогу та відчуття невизначеності, що може супроводжуватися фізіологічними реакціями організму [8; 18]. Дослідження таких реакцій є важливим для розуміння адаптаційних можливостей підлітків та оцінки впливу хронічного стресу на їхнє здоров'я [1; 11].

Дія стресорів нерідко стає пусковим механізмом для відмови від здорового способу життя [5; 12; 13]. Зміна раціону на користь висококалорійної їжі під впливом стресу є яскравим прикладом того, як психологічний дискомфорт призводить до виснаження внутрішніх ресурсів організму [4; 19]. Стрес виступає потужним модулятором харчової поведінки підлітків, провокуючи специфічну трансформацію раціону: скорочення основних прийомів їжі та споживання овочів на фоні зростання адикції до

висококалорійних продуктів із високим вмістом жирів і цукру [2]. Це своєю чергою спричиняє погіршення процесів травлення та перистальтики кишечника, порушує регуляцію рухової активності товстої кишки [5; 12; 13]. Стресові фактори військового часу можуть істотно змінювати харчову поведінку підлітків [4]. Психоемоційне напруження часто супроводжується змінами апетиту, порушенням режиму прийому їжі, зменшенням різноманітності раціону та збільшенням споживання продуктів із високим вмістом простих вуглеводів [2; 19]. Такі зміни нерідко пов'язані з явищем так званого «емоційного харчування», коли їжа використовується як спосіб зниження рівня тривоги або психологічного дискомфорту [4; 7].

В умовах війни значно змінюється повсякденний режим життя підлітків [4]. Переривання навчального процесу через повітряні тривоги, дистанційне навчання, зміни соціального середовища та зростання психоемоційного навантаження можуть призводити до нерегулярного харчування, пропуску основних прийомів їжі та заміни їх перекусами [4]. Важливим чинником також є обмежений доступ до якісних продуктів харчування та економічні труднощі, що додатково впливають на структуру раціону.

Щоденні стресові фактори пов'язані зі збільшенням споживання продуктів із високим вмістом жиру / цукру та зі зменшенням основних прийомів їжі та споживанням овочів [2; 19]. У сукупності ці результати свідчать про те, що люди під час стресу віддають перевагу більш смачним і енергетичним продуктам, які є менш корисними та містять більше жиру і вуглеводів [2; 19]. Вплив стресу також пов'язують зі збільшенням так званих «перекусів» у фаст-фудах між прийомами їжі та зменшенням споживання низькокалорійної їжі з високим вмістом поживних речовин, наприклад фруктів та овочів [4].

Така харчова поведінка, пов'язана зі стресом, може мати шкідливий вплив на здоров'я, збільшуючи ризик надмірної ваги або ожиріння [2]. Вважається, що саме цим шляхом стрес сприяє збільшенню поширеності дитячого ожиріння [8]. Період, що охоплює дитинство до підліткового віку, вважається критичним, коли багато характеристик поведінки дитинства стають рисами поведінки дорослих. Це особливо стосується поганих харчових звичок, сформованих у дитинстві, причому така поведінка часто зберігається у людини, коли вона стає

дорослою [8]. Тому першочерговим є розуміння факторів, які можуть впливати на харчову поведінку дітей, щоб забезпечити формування більш позитивних звичок у ранньому підлітковому віці, сприяти кращому здоров'ю дітей, коли вони стануть дорослими [2]. Коли діти переходять у підлітковий вік, вони отримують більшу автономію щодо власної харчової поведінки і тому можуть виявити, що на їхню харчову поведінку стрес впливає більше, ніж у молодших дітей [19].

Зв'язок роботи з важливими науковими програмами або практичними завданнями. Робота безпосередньо пов'язана з пріоритетними завданнями курсу «Біологія людини», зокрема в частині вивчення фізіології обміну речовин, травлення, енергозабезпечення клітин та системних реакцій організму на стрес. Дослідження сприяє глибшому розумінню біологічних адаптаційних процесів та формуванню практичних навичок збереження гомеостазу у несприятливих умовах.

Представлена робота є логічним та змістовним продовженням наукових розвідок із тем:

- «Особливості харчування при довготривалій адаптації до дії стресових факторів»;
- «Вплив сьогодення на психоемоційний та соматичний стани українських підлітків в умовах війни».

Узагальнені результати дослідження та підготовлені на їх основі практичні рекомендації планується використовувати у навчальному процесі спеціалізованих біологічних, медичних і спортивних закладів вищої освіти під час проведення лекцій і практичних занять із фізіології, а також у практичній медицині.

Мета дослідження. З'ясувати наявність взаємозв'язку між психоемоційним напруженням та харчовою поведінкою підлітків в умовах війни.

Методи дослідження. Було проведено опитування у вигляді анкетування дітей 14–15 років, які протягом 3-х років живуть в умовах військового стану. Учасниками дослідження стали 59 підлітків Бучанського ліцею № 9 Бучанської міської ради Київської області. Дані були оброблені методами описової статистики з розрахунком відсоткового розподілу відповідей та графічним відображенням результатів.

Постановка нашого дослідження й усі маніпуляції були здійснені відповідно до міжнародних принципів Гельсінської декларації Всесвітньої

медичної асоціації (1964), Нюрнберзького кодексу (1947) та Конвенції про права дитини ООН (1989), положень Закону України «Основи законодавства України про охорону здоров'я», Етичного кодексу лікаря України та інших нормативно-правових актів.

Результати дослідження та їх обговорення. У процесі цього дослідження нами було проведено аналіз впливу затяжного хронічного стресу війни на психоемоційний та соматичний стани українських підлітків, зокрема впливу на харчову поведінку (апетит, режим та якість харчування).

Згідно з результатами, представленими на рисунку 1, психоемоційний стан опитаних підлітків в умовах війни характеризувався високим рівнем напруження, що, безперечно, мало вплив на їхню фізичну життєдіяльність. Понад половину підлітків (51 %) мали високий рівень тривожності, відчували зростання тривоги під час дії стресових факторів, зумовлених війною (рис. 1).

12 % опитаних підлітків із цієї вибірки ($n = 59$) не мали явної сильної тривоги, але відзначали наявність внутрішнього дискомфорту, пов'язаного з внутрішнім напруженням, спричиненим війною.

Проте 37 % опитаних підлітків не зазначали жодних змін у своєму психоемоційному стані, демонструючи психологічну стійкість або адаптацію до стресових умов. На нашу думку, це може пояснюватися індивідуальними особливостями психіки, соціальним середовищем або механізмами психологічного захисту.

Аналізуючи дані, представлені на рисунку 1, можемо констатувати, що у 63 % підлітків (51 % + 12 %) спостерігаються негативні психоемоційні зміни. Такий високий рівень тривожності серед підлітків підкреслює суттєвий вплив війни на їхнє психічне здоров'я та вказує на той факт, що війна є сильним психотравмуючим фактором для підліткового віку, який і так характеризується емоційною нестабільністю. Це вказує на необхідність психологічної підтримки та соціальної допомоги для підлітків, що перебувають на території, що наближена до бойових зіткнень або піддається ворожим атакам.

Однак, незважаючи на наявні, продиктовані війною негативні психоемоційні зміни в опитаних підлітків цієї вікової групи, на що вказували результати попереднього опитування (рис. 1), більшість учасників наступного опитування (76 %) не помічали у себе жодних фізіологічних змін під час дії повітряної тривоги (рис. 2).

Однак, як видно з рисунка 2, 24 % (17 % + 7 %) опитаних учнів все ж спостерігали фізіологічний відгук на емоції під час повітряної тривоги. За такої потужної стресової ситуації їхнє психоемоційне напруження вже трансформувалося у соматичні реакції — збільшення частоти серцевих скорочень та прискорення дихання.

На нашу думку, отримані результати, показані на рисунках 1 і 2, корелюються між собою і свідчать про те, що українські підлітки є досить стійкими до психотравмувальних змін, демонструючи достатню сталість своїх фізіологічних

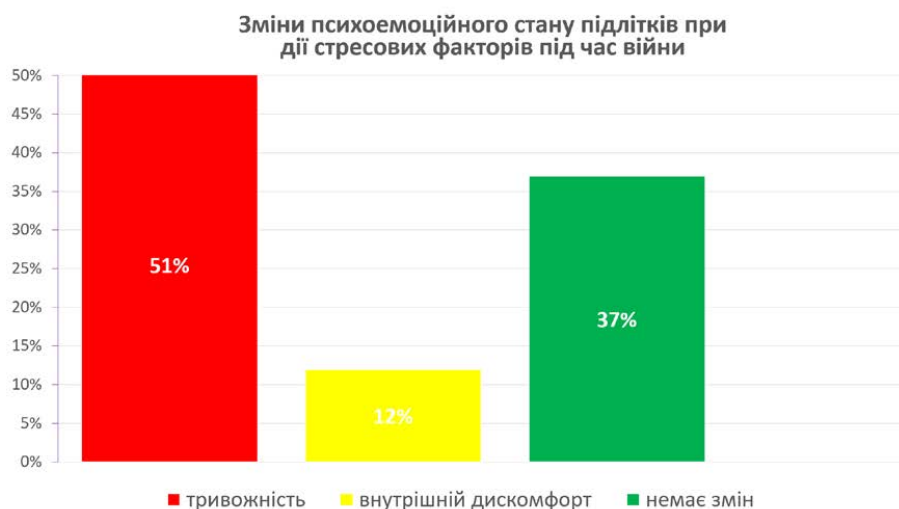


Рис. 1. Зміни психоемоційного стану підлітків при дії стресових факторів під час війни

Фізіологічні зміни в організмі під час повітряної тривоги
(збільшення частоти серцевих скорочень, частоти дихання)

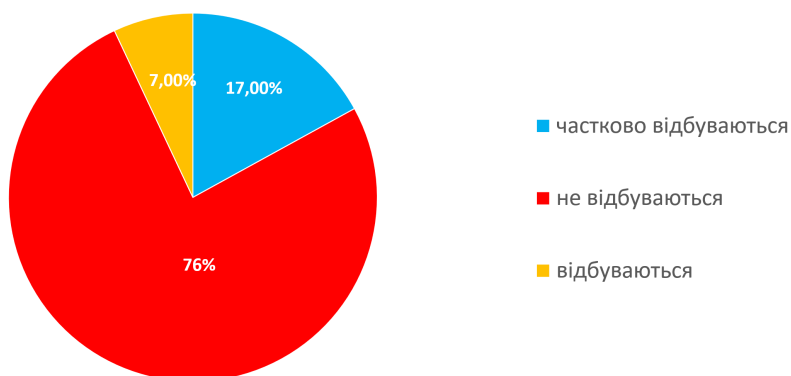


Рис. 2. Фізіологічні зміни в організмі під час повітряної тривоги
(збільшення частоти серцевих скорочень, частоти дихання)

процесів стосовно власних психоемоційних змін та гарну адаптацію до стресових умов під час війни. Чого не скажеш про 24 % підлітків, організм яких все ж не витримав натиск емоційного напруження і вже має психосоматичні зміни у роботі внутрішніх органів.

У наступній частині нашого дослідження ми спробували оцінити режим та якість харчування підлітків в умовах стресогенного впливу повномасштабної війни. Як видно з рисунка 3, більша частина, а саме 37,6 % (18,8 % + 18,8 %), опитаних підлітків цієї вибірки ($n = 59$) повідомила про погіршення свого раціону, що характеризується споживанням ними нездорової їжі. При цьому 18,8 % з них зазначають значне

погіршення якості свого раціону харчування: вони перейшли на дешеву їжу та перекуси. Це явний сигнал про економічні труднощі в сім'ях та «заїдання» стресу швидкими вуглеводами. У четвертій частині (25 %) нашої вибірки раціон майже не змінився і лишився на тому ж рівні, що і до війни (рис. 3). Проте 31,3 % опитаних підлітків стверджували, що вони почали харчуватися краще та більш усвідомлено (рис. 3). Це може бути пов'язано з бажанням контролювати хоча б одну сферу життя (власне здоров'я) у нестабільні часи.

Отримані результати засвідчили значну трансформацію культури харчування українських підлітків, зумовлену війною. Аналізуючи

Оцінка змін раціону харчування підлітків у порівнянні з періодом до повномасштабної війни

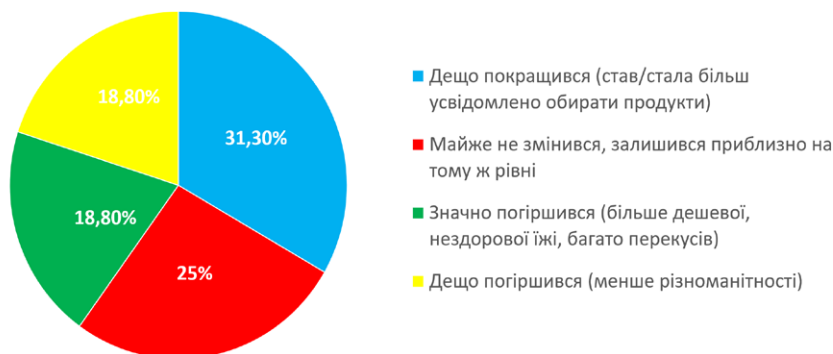


Рис. 3. Оцінка змін раціону харчування підлітків у порівнянні з періодом до повномасштабної війни

результати, представлені на рисунку 3, можемо стверджувати, що більшість усіх опитаних, а саме 68,6 % (18,8 % + 18,8 % + 31,3 %), зазначила наявність змін у своєму раціоні порівняно з періодом до повномасштабної війни. Зміни, що відбулися у харчовій поведінці українських підлітків під час повномасштабної війни, мали різноспрямований характер — від значного погіршення до деякого покращення.

Сучасні підлітки в умовах війни частково дотримуються (46 %) та геть не дотримуються (30 %) режиму вчасного прийому їжі, що впливає з результатів їх опитування, представлених на рисунку 4. Тобто у більшості респондентів, а саме 76 % (46 % + 30 %), спостерігається нестабільність харчового режиму, що, на нашу думку, пов'язано з частими повітряними тривогами, змінами розкладу навчання, психоемоційною напругою та іншими стресовими факторами, що з'явилися під час війни (рис. 4). Лише кожен п'ятий підліток (19 %) має стабільний режим харчування (рис. 4). Той факт, що 5 % опитаних учнів цієї вибірки прив'язують свою харчову поведінку до повітряних тривог, свідчить про прямий вплив безпекового фактора на базові потреби підлітка і засвідчують наявність у них психосоматичних змін, пов'язаних з війною.

«Бутербродний» ранок та ситний обід — напевно, так можна охарактеризувати зміни, що відбулися у структурі раціону підлітків у першій та другій половині дня згідно з результатами їх опитування, поданими у рисунках 5 і 6. З рисунку 5 бачимо, що у першій половині

дня у підлітків переважають швидкі рішення — бутерброди (34 %). Це говорить про швидкий формат харчування, тобто брак часу або енергії на приготування повноцінного сніданку. Проте у другій половині дня (рис. 6) ситуація краща — 46 % споживають каші з білком (м'ясо / риба / яйця). Це означає, що основна енергетична цінність раціону зміщується на обід або вечерю. При цьому характерно, що українські підлітки не люблять споживати каші. У першій половині дня їх споживали лише 5 %, а у другій — лише 3 % опитаних підлітків з усієї вибірки ($n = 59$), що можемо бачити на рисунках 5 і 6. Таким чином, у другій половині дня харчування стає більш збалансованим. Ймовірно, це пов'язано з прийомом їжі вдома, контролем з боку батьків, більшими можливостями для приготування їжі. Слід зазначити, що недостатній вміст білків і мікроелементів, які надходять з їжею до організму підлітків, може негативно впливати на їхні когнітивні функції, працездатність та розвиток організму.

Серед основних причин порушень режиму харчування — заміна повноцінного харчування кавою, солодощами чи снеками, про що повідомили 45,5 % опитаних підлітків (рис. 7). Це вказує на тривожну тенденцію і свідчить про «культуру перекусу», яка виникає через високий темп життя або неможливість поїсти в нормальних умовах, що також може бути пов'язано з перебоями постачання електроенергії та тепла у домівки, де проживають підлітки, через часті воєнні обстріли. 36,4 % респондентів забувають поїсти через зайнятість,

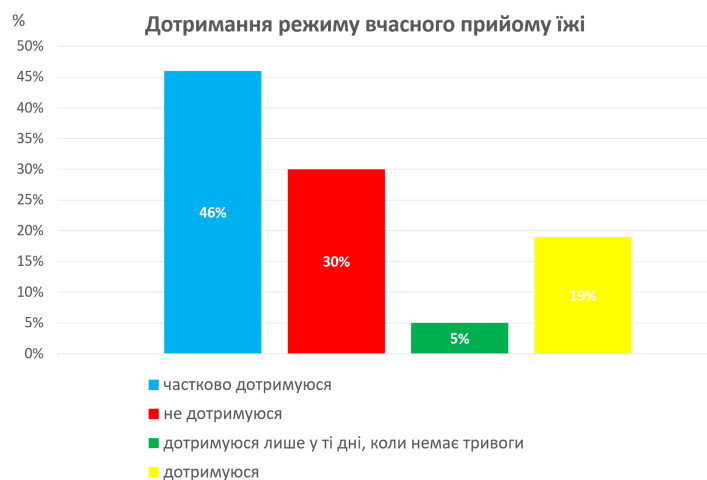


Рис. 4. Дотримання режиму вчасного прийому їжі



Рис. 5. Споживання харчових продуктів, що переважають у харчуванні підлітків у першій половині дня



Рис. 6. Споживання харчових продуктів, що переважають у харчуванні підлітків у другій половині дня



Рис. 7. Головні причини пропускання основного прийому їжі

що вказує на високий рівень психологічного навантаження, що, на нашу думку, також пов'язано з військовим конфліктом. Особливої уваги заслуговують результати опитування

підлітків, що розподілились порівну — по 9,1 %, які втратили апетит через тривожний стан, що загрожує появою у них психосоматичних змін, які можуть призвести до порушень

з боку травної системи та інших структур організму (рис. 7). Інша група респондентів відверто вказує на економічні труднощі (9,1 %), що, можливо, пов'язані із зuboжінням населення під час війни (рис. 7).

Висновки. Підсумовуючи вищенаведене, можемо констатувати, що війна є сильним психотравмуючим фактором та має суттєвий вплив на психічне здоров'я підлітків. Війна істотно впливає на харчову поведінку та харчову культуру українських підлітків. Виявлено взаємозв'язок між підвищеним рівнем тривожності, порушенням режиму харчування та зміною структури раціону. Основною причиною порушення харчування є зміна способу життя, що відбулася через повномасштабну війну. При цьому простежуються

основні тенденції таких змін. Це насамперед зниження регулярності прийому їжі, збільшення частоти перекусів, порушення режиму харчування, водночас формування у частини підлітків більш усвідомленого ставлення до харчування. Встановлено, що основна енергетична цінність раціону зміщується на обід або вечерю. Темп життя під час війни формує серед підлітків так звану «культуру перекусу», що все більше витісняє у них повноцінне харчування.

Отримані дані підтверджують необхідність впровадження профілактичних заходів, спрямованих на підтримку психічного здоров'я підлітків, формування культури раціонального харчування та стабілізацію режиму дня в умовах тривалого стресу.

Література

1. Кашкалда Д, Рак Л, Камарчук Л, Сухова Л, Волкова Ю. Зміни показників стрес-регулюючих систем у підлітків на тлі війни в Україні [Changes in indicators of stress-regulating systems in adolescents of Ukraine during the period of military actions]. *Сучасна педіатрія. Україна*. 2023;(8):61–66. DOI: 10.15574/SP.2023.136.61.
2. Кравченко Т, Ульянов В, Копійка Г. Психосоматичні розлади в підлітків з функціональними порушеннями шлунково-кишкового тракту (огляд літератури) [Psychosomatic disorders in adolescents with functional gastrointestinal disorders (review of literature)]. *Ментальне здоров'я*. 2025;(3):50–56. DOI: <https://doi.org/10.32782/3041-2005/2025-3.9>.
3. Крячкова Л, Ліхолетов Є, Шустерман Т, Юр'єва Л. Психометричне дослідження цивільних осіб, що зазнали психосоціального стресу в умовах воєнного конфлікту [Psychometric study of civilians exposed to psychosocial stress in conditions of military conflict]. *Український вісник психоневрології*. 2021;29(1):42–47. DOI: <https://doi.org/10.36927/2079-0325-V29-is1-2021-8>.
4. Лукаш Т, Моторна Н. Особливості харчування при довготривалій адаптації до дії стресових факторів [Features of nutrition during long-term adaptation to stress factors]. II обласний етап конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАН України. 2025. Available from: <https://kyivobl-man.in.ua/finishuvav-ii-oblasnyj-etap-konkursu-zahystu-naukovo-doslidnytskyh-robit-uchniv-chleniv-man-ukrayiny/>
5. Лук'янцева Г, Киричек П, Олійник Т, Моторна Н, Луць Ю. Сучасний погляд на регуляторні механізми моторної функції товстої кишки [Modern view on regulatory mechanisms of colon motor function]. *Вісник проблем біології і медицини*. 2021;4(162):40–46. DOI: 10.29254/2077-4214-2021-4-162-40-46.
6. Мазур О, Каченко І, Чепурна В. Посттравматичний стресовий розлад в умовах військового стану [Post-traumatic stress disorder in the conditions of the military state]. *Наукові перспективи*. 2023;5(35):825–834. DOI: 10.52058/2708-7530-2023-5(35)-825-834.
7. Сидорова Н, Царалунга В, Куц Т. Стрес та тривога як чинники порушень функції кишечника у військовослужбовців в умовах бойових дій [Stress and anxiety as factors of intestinal function disorders in military personnel in combat conditions]. *Сучасні аспекти військової медицини*. 2023;30(2):146–160. DOI: 10.327/2310-4910-2023-30-2-15.
8. Страшок Л, Рак Л, Ещенко А, Кашина-Ярмак В, Завеля Є, Ісакова М. Клінічні наслідки психоемоційного стресу у підлітковому віці [Clinical consequences of psychoemotional stress in adolescence]. *Здоров'я дитини*. 2025;19(8):526–532. DOI: 10.22141/2224-0551.19.8.2024.1778.
9. Cannon W. Organization for physiological homeostasis. *Physiol Rev*. 1929;9(3):399–431. DOI: 10.1152/physrev.1929.9.3.399.
10. Júnior J, de Amorim L, Neto M, Uchida R, de Moura A, Lima N. The impact of “the war that drags on” in Ukraine for the health of children and adolescents: old problems in a new conflict? *Child Abuse Negl*. 2022;128(2):105602. DOI: 10.1016/j.chiabu.2022.105602.
11. Mohseni M, Ghasemi D, Eftekhari R. War, armed conflict, and children's health. *Archives de Pédiatrie*. 2020;27(6):348–349. DOI: 10.1016/j.arcped.2020.05.009.
12. Kirichek P. Modulation of the contractile activity in the smooth muscles of the colon by biologically active substances. *Cherkasy university bulletin. Biological Sciences Series*. 2024;(1):29–34. DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2024-1-29-34.
13. Kirichek P, Lukyantseva H. Changes in the secretory activity of mast cells under the influence of biologically active substances. *Bulletin of problems biology and medicine*. 2024;3(174):280–289. DOI: 10.29254/2077-4214-2024-3-174-280-289.
14. Selye H. The Physiology and Pathology of Exposure to Stress. A Treatise Based on the Concept of the General Adaptation Syndrome and the Diseases of Adaptation. *The Indian Medical Gazette*. 1952;87(9):431. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5191521/#floats-group1>
15. Selye H. The stress of life. New York: McGraw-Hill.;1956. 324 p. Available from: <https://www.scribd.com/document/798494097/Hans-Selye-The-Stress-of-Life-The-McGraw-Hill-Companies-Inc-1978>
16. Sennersten F, Frogh S, Pahlsson S, Backstrom D. The Russo-Ukrainian War's toll on paediatric health during the first two years and future research directions: a scoping review. *Commun Med*. 2025;5(1):431. DOI: 10.1038/s43856-025-01190-1.
17. Smeeth D, McEwen F, Popham C, Karam E, Fayyad J, Saab D, et al. War exposure, post-traumatic stress symptoms and hair cortisol concentrations in Syrian refugee children. *Mol Psychiatry*. 2023;28(2):647–656. DOI: 10.1038/s41380-022-01859-2.
18. Yatsyna O. Impact of war on mental health: signs of psychological trauma of children and adolescents. *Naukovi perspektyvy*. 2022;7(25):554–567. DOI: 10.52058/2708-7530-2022-7(25)-554-567.
19. Zellner D, Loaiza S, Gonzalez Z. Food selection changes under stress. *Physiol Behav*. 2006;87(4):789–793. DOI: 10.1016/j.physbeh.2006.01.014.

ORCID 0000-0002-2760-9225, del-p@ukr.net

ORCID 0000-0003-3432-8438, natalivfrbvt@gmail.com
tihonlukas@gmail.com

Дата першого надходження статті до видання: 19.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 16.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Потенціал застосування безпілотних літальних апаратів під час воєнних конфліктів як один із головних пріоритетів під час медичної евакуації

УДК 614.2:629.7:355

**В. В. Чорна, Х. С. Дегтяренко, А. С. Дем'янюк,
Н. І. Гуменюк, В. Ю. Ангельська**

Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова, Вінниця,
Україна

Резюме. Тактична медична допомога на полі бою (Tactical Combat Casualty Care, TCCC) спрямована на максимізацію виживання поранених у бойових умовах шляхом своєчасного надання невідкладної допомоги безпосередньо на місці події та ефективної організації евакуації до наступних рівнів медичного забезпечення. Повномасштабна війна в Україні актуалізувала необхідність упровадити інноваційні технології, зокрема використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА), для забезпечення швидкої, безпечної та автономної евакуації поранених із зон підвищеного ризику. **Мета.** Узагальнити сучасні наукові дані щодо використання БПЛА в тактичній домедичній евакуації в умовах бойових дій, оцінити їх ефективність та сформулювати принципи триажу для інтеграції дронів у систему ТССС. **Методи й матеріали дослідження.** Пошук наукових джерел здійснювався в базах даних PubMed, Scopus, Google Scholar та вітчизняних ресурсах із використанням ключових слів MEDEVAC, drone, TCCC, military medicine. До аналізу включено 23 публікації за період 2011–2025 рр. **Результати дослідження.** Свідчать, що впровадження БПЛА в систему тактичної медицини має значний потенціал щодо оптимізації евакуаційних процесів, зниження ризику для медичного персоналу та підвищення загальної ефективності тактичної догоспітальної допомоги. **Висновки.** Водночас технічні виклики, пов'язані з обмеженою вантажопідйомністю, автономністю енергозабезпечення та вразливістю до засобів радіоелектронної боротьби, потребують подальших інженерних удосконалень і розробки захищених систем управління.

Ключові слова: безпілотних літальних апаратів, технічні властивості, ТССС, медична евакуація, етапи триажу, Role 1/2.

The potential use of unmanned aerial vehicles during military conflicts as one of the main priorities in medical evacuation

**V. V. Chorna, K. S. Dehtiarenko, A. S. Demianiuk, N. I. Gumeniuk,
V. Yu. Anhelska**

Vinnitsa National Medical University named after M. I. Pirogov, Vinnytsia, Ukraine

Abstract. Tactical Combat Casualty Care (TCCC) aims to maximize the survival of wounded soldiers in combat conditions by providing timely emergency care directly at the scene and organizing effective evacuation to the next levels of medical care. The full-scale war in Ukraine has highlighted the need to introduce innovative technologies, in particular the use of unmanned aerial vehicles (UAVs), to ensure the rapid, safe, and autonomous evacuation of the wounded from high-risk areas. The *aim* of this

study is to summarize current scientific data on the use of UAVs in tactical prehospital evacuation under combat conditions, assess their effectiveness, and develop triage principles for integrating drones into the TCCC system. *Research methods and materials.* Scientific sources were searched in the PubMed, Scopus, Google Scholar databases and domestic resources using the keywords MEDEVAC, drone, TCCC, military medicine. The analysis includes 23 publications for the period 2011–2025. *Research results.* They show that the introduction of UAVs into the tactical medicine system has significant potential for optimizing evacuation processes, reducing risks for medical personnel, and increasing the overall effectiveness of tactical prehospital care. *Conclusions.* At the same time, technical challenges related to limited payload capacity, energy autonomy, and vulnerability to electronic warfare require further engineering improvements and the development of secure control systems.

Keywords: unmanned aerial vehicles, technical characteristics, TSSS, medical evacuation, triage stages, Role 1/2.

Постановка проблеми. Тактична медична допомога на полі бою (Tactical Combat Casualty Care — TCCC) має на меті максимізувати виживання поранених у бойових умовах шляхом своєчасного надання невідкладної допомоги безпосередньо на місці події та організації подальшої евакуації до наступних рівнів медичної підтримки. Програми TCCC орієнтовані на впровадження стандартизованих клінічних алгоритмів і процедур, що зменшують часові затримки в наданні допомоги, оптимізують використання обмежених ресурсів та підвищують імовірність сприятливого відновлення в умовах тактичного ризику.

За результатами дослідження Kotwal R.S. (2011), проведеного серед підрозділів, які брали участь у бойових діях в Іраку (протягом 7 років) та Афганістані (протягом 8,5 року), загальна летальність становила 10,7 % під час безпосереднього бою та 1,7 % — унаслідок отриманих поранень, несумісних із життям. Ці дані підтверджують ефективність упровадження протоколів TCCC у зниженні рівня втрат серед особового складу.

Ключовим елементом сучасної доктрини тактичної догоспітальної допомоги є концепція «золотої години» (Golden Hour), яка підкреслює критичну важливість мінімізації часу від моменту поранення до надання допомоги на рівні Role 1/2. У бойових умовах дотримання цього принципу ускладнюється низкою факторів: високим рівнем бойової загрози для евакуаційних підрозділів, складною або недоступною місцевістю, а також обмеженнями, пов'язаними з веденням вогню під час евакуації, як зараз це відбувається в Україні на лінії зіткнення [15].

У дослідженні Eastridge B.J. (2011) проаналізовано бойові втрати серед 558 військовослужбовців, що зазнали поранень під час виконання

бойових завдань. Згідно з отриманими даними, летальні випадки становили 4,56 % загальної кількості бойових травм, які призвели до інвалідизації особового складу.

Серед усіх летальних випадків 48,6 % класифіковані як травми, несумісні з життям, тоді як 51,4 % — як потенційно попереджувані, тобто такі, що могли бути усунуті за умови своєчасного надання тактичної домедичної допомоги.

Основними причинами травм, несумісних із життям, визначено: важку черепно-мозкову травму — у 83,0 % випадків; масивну кровотечу — у 80,0 % випадків. Джерела критичних кровотеч найчастіше локалізувалися в таких анатомічних зонах: ділянка тулуба — 48,0 %; кінцівки — 31,0 %; пахвинно-суглобова зона — 21,0 %.

Більше половини постраждалих (51,0 %) доставлено до медичного пункту Role 1 у стані клінічної смерті, із проведенням серцево-легеневої реанімації під час транспортування.

Результати дослідження Eastridge B.J. підтверджують критичну роль своєчасного надання допомоги на етапі тактичної медицини та необхідність удосконалення системи евакуації поранених, особливо в умовах інтенсивних бойових дій [6; 7; 11].

Згідно з результатами дослідження Butler F.K. (2012), упровадження протоколів тактичної медичної допомоги на полі бою (Tactical Combat Casualty Care — TCCC) сприяло істотному зниженню рівня летальності серед поранених у бойових умовах. Автор зазначає, що після систематичного застосування принципів TCCC частка попереджуваних бойових втрат зменшилася з 24,0 % до менше ніж 10,0 %, а загальна летальність серед поранених знизилася більш ніж на 15,0 %.

Досвід, узагальнений Butler F.K., підтверджує, що дотримання протоколів TCCC є одним

із ключових чинників підвищення виживаності на полі бою та зниження частки запобіжних летальних випадків [1].

Найбільш виражене покращення зафіксовано в зменшенні смертності, спричиненої масивними кровотечами з кінцівок — з 23,0 % до менше ніж 7,0 %. Такий результат безпосередньо пов'язаний із широким впровадженням турнікетів (накладених високо та щільно) і своєчасною зупинкою кровотечі на догоспітальному етапі, відповідно до стандартів ТССС [8; 9].

Безпілотні літальні апарати (далі — БпЛА) володіють низкою операційних переваг, що робить їх ефективними засобами для виконання розвідувальних та тактичних завдань: збір тактичної розвідінформації, корекція вогню, цілевизначення, а також ураження ворожих сил і нівелювання об'єктів противника [13].

Завдяки високій мобільності, відносно низькій помітності та здатності діяти в умовах високого ризику для людини, БпЛА забезпечують оперативне отримання даних у режимі реального часу, скорочують час ухвалення рішень і дають змогу оптимізувати використання обмежених ресурсів у бойовій обстановці [2].

Безпілотні літальні апарати (БпЛА) дедалі активніше інтегруються в систему військово-медичної тактичної догоспітальної допомоги, створюючи нові можливості для оперативного постачання крові, медикаментів та медичних матеріалів у зони активних бойових дій, а також виявлення та локалізації поранених за допомогою відео- й тепловізійних сенсорів для прискореного пошуку людей у важкодоступній місцевості [12].

У ситуаціях, коли традиційна евакуація є ускладненою або небезпечною, використання БпЛА дає змогу суттєво скоротити час реагування та мінімізувати ризики для медичного персоналу.

Актуальність використання безпілотних літальних апаратів під час повномасштабної війни в Україні підтвердила нагальну потребу у швидкій та безпечній евакуації поранених. Особливої важливості це набуває як безпосередньо на полі бою, так і під час транспортування постраждалих до медичних пунктів рівня Role 1, так на Role 2.

Мета статті — узагальнити сучасні наукові дані щодо використання БпЛА в тактичній медичній евакуації в умовах бойових дій, оцінка їх ефективності та формування принципів тріажу для інтеграції дронів у систему ТССС.

Методи та матеріали: робота виконана шляхом метааналізу зарубіжних наукових досліджень, а також контент-аналізу публікацій у наукових базах SCOPUS, PubMed, поряд із матеріалами фахових видань. Літературний пошук здійснювався за допомогою ключових слів та словосполучень, що відображають тематику дослідження: MEDEVAC, drone, TCCC, military medicine. До цього огляду увійшло 23 статті. Глибина пошуку становить 2011–2025 pp.

Результати дослідження. Bongartz L. G. (2025), Benhassine M. (2024), Baker J. B. (2024), Kazmirchuk A. (2022) аналізують процес оновлення доктринальних підходів НАТО (North Atlantic Treaty Organization), акцентуючи на врахуванні досвіду застосування безпілотних літальних апаратів у російсько-українській війні. Незважаючи на численні виклики, зумовлені людським фактором, сучасний український досвід демонструє приклади інноваційних рішень тактичних і логістичних проблем. Водночас є ризик втратити ці напрацювання, якщо їх не буде інтегровано до офіційних рецензованих доктринальних документів або поширено через інституційні механізми НАТО.

Попередні підходи НАТО ґрунтувалися на домінуванні в повітрі, що забезпечувало безпечну евакуацію та своєчасне надання медичної допомоги на всіх рівнях системи медичного забезпечення. Натомість український досвід бойових дій виявив, що в конфлікті з противником, який має порівнянні технологічні можливості та цілеспрямовано атакує медичну інфраструктуру й шляхи евакуації, виникають критичні ризики для військової та цивільної систем охорони здоров'я [3–5; 16].

Залежність від наземного транспорту для евакуації поранених змусила українські підрозділи імпровізувати та використовувати широкий спектр нестандартних транспортних засобів, оскільки спеціалізований автопарк швидкої допомоги зазнав значних втрат, а бронетехніка переважно залучалася безпосередньо до бойових операцій. Отже, оновлена доктрина НАТО має приділяти особливу увагу розвитку систем медичної евакуації, стійких до атак мінних й ударних дронів, з провадженням універсальних засобів радіоелектронної боротьби (далі — РЕБ) як ключового елементу захисту.

Знищення критично важливих медичних об'єктів, високий темп бойових дій та масовий

характер санітарних втрат призвели до відмови від традиційних принципів медичного сортування. У результаті цього значна частина поранених залишається в догоспітальних умовах протягом тривалого часу. За таких обставин пріоритетного значення набуває стабілізація стану безпосередньо на місці ураження. Українські медики впровадили низку мобільних рішень, зокрема застосування безпілотних платформ для доставки медикаментів, турнікетів та засобів першої допомоги безпосередньо в зону бойових дій.

Використання БпЛА для евакуації поранених розглядається як перспективний напрям інноваційного розвитку військової медицини. Такий підхід потенційно скорочує час доставки постраждалих, знижує ризики для медичного персоналу та розширює оперативні можливості підрозділів на полі бою.

У своїх дослідженнях Wen T. (2016) особливу увагу приділив питанням забезпечення належного температурного режиму під час транспортування крові, оптимізації маршрутів доставки у випадках множинних запитів, а також виявленню обмежень вантажопідйомності БпЛА. Ключовим напрямом його роботи стало моделювання температурної стабільності крові під впливом зовнішніх факторів, часу польоту та характеристик охолоджувальних або нагрівальних елементів.

На основі цих параметрів формуються алгоритми оптимізації маршрутів і розподілу ресурсів, які враховують відстань, вагу вантажу, терміновість доставки та наявні технічні ресурси. Сучасні дослідження свідчать, що використання багатоцільових еволюційних алгоритмів та методів локального пошуку при плануванні маршрутів БпЛА забезпечує більш ефективне використання логістичних можливостей і суттєве скорочення часу доставки. Це, своєю чергою, підвищує шанси на виживання поранених у тактичних умовах та підсилює загальну ефективність системи медичної евакуації [23].

У дослідженні Saitoh T. (2021) представлено експериментальну технологію застосування малогабаритних дронів для виявлення дихальних рухів у реальному часі за допомогою відеоаналізу під час посадки апарата на тіло пораненого. Результати дослідження засвідчили, що використання відеокамер високої роздільної здатності в поєднанні з алгоритмами комп'ютерного зору дає змогу надійно

ідентифікувати наявність або відсутність дихання навіть у складних польових умовах.

У межах концепції тактичної допомоги пораненим (Tactical Combat Casualty Care, TCCC) такі технології мають значний потенціал для дистанційного первинного оцінювання життєвих функцій на полі бою, особливо в зонах, де безпечний підхід медичного персоналу неможливий через активні бойові дії. Інтеграція систем автоматичного розпізнавання дихання з евакуаційними або розвідувальними БпЛА може суттєво підвищити ефективність медичного сортування, оптимізувати пріоритети евакуації та скоротити час до початку надання невідкладної допомоги [20].

Дослідження Roberts N. B. (2023), Claesson A. (2016) засвідчило, що застосування БпЛА може суттєво скоротити час доставки життєво важливих матеріалів, зокрема компонентів крові та автоматичних зовнішніх дефібриляторів (AED), у надзвичайних ситуаціях [18]. Окрім транспортування критичних медичних ресурсів, використання дронів має потенціал для оптимізації логістичних процесів забезпечення базовими засобами життєдіяльності особового складу, як-от питна вода, продовольство, медикаменти загального призначення та витратні матеріали.

У контексті тактичної допомоги пораненим (Tactical Combat Casualty Care, TCCC) це створює нові можливості для підвищення ефективності надання допомоги безпосередньо на полі бою. Зокрема, дрон може доставити кров або гемостатичні засоби максимально близько до місця ураження ще до завершення евакуації, що істотно підвищує шанси на виживання поранених та зменшує часові втрати на етапі догоспітальної допомоги [10].

У відповідь на цілеспрямовані атаки на медичні заклади українські підрозділи впровадили розподілені, замасковані «мікролікарні» та високомобільні хірургічні бригади з метою зниження ризику виявлення й ураження. Набутий досвід виявив фундаментальні вразливості традиційних централізованих ланцюгів постачання та обґрунтував потребу в децентралізованих, запиторієнтованих моделях надання медичної допомоги на полі бою. З технічного боку це посилює роль безпілотних літальних апаратів як платформи для оперативного постачання медичних матеріалів, розгортання локальних модулів надання допомоги та

забезпечення зв'язку між розпорощеними під-розділами. БпЛА можуть здійснювати швидку та порівняно безпечну логістику до тимчасових пунктів медичної допомоги, зменшуючи потребу в переміщенні великих конвоїв і, відповідно, експозицію медичного персоналу. Одночасно високий рівень цивільно-військової координації є критично важливим для інтеграції таких технологій у наявні процедури Tactical Combat Casualty Care (TCCC) та оперативні протоколи евакуації.

Різні дослідники відзначають інтенсивну фазу розроблення, випробувань та часткового впровадження медичних БпЛА в низці країн світу, особливо в Україні. Ідеться про широкий спектр рішень — від експериментальних мереж доставки медичних вантажів і транспортування біологічних зразків до масштабних демонстраційних проєктів і прототипів літальних апаратів вертикального зльоту та посадки (eVTOL), призначених для медичних перевезень й евакуації постраждалих.

Зокрема, у дослідженні Hu L. (2024) основну увагу зосереджено на апаратах вертикального зльоту та посадки, здатних забезпечити оперативне транспортування пацієнтів у складних умовах обмеженого доступу. У контексті цих технологічних тенденцій транспортування постраждалих за допомогою БпЛА — від легких платформ для доставки медичного обладнання до перспективних *man-rated* eVTOL-концепцій — має потенціал перейти від експериментальних демонстрацій до повноцінного операційного застосування у відносно короткі терміни [14].

Головні технічні параметри / властивості, що визначають придатність для TCCC-евакуації:

- вантажопідйомність і сумісність із ношами;
- дальність та час у повітрі (*endurance*);
- швидкість і стабільність за умов вітру / турбулентності;

— система зв'язку та надійність каналу управління в умовах радіопригнічення або GPS-спроб, що описував Surman K (2024) у своєму дослідженні [21];

— автономія та можливість вертикальної посадки / підйому з обмежених майданчиків;

— захищеність від стрільби / протидронних систем (мережі, радіоподавлення) [19; 22].

Тактичні переваги використання БпЛА (TCCC):

1. **Доступ у «сірі зони»:** безпілотники можуть доставляти медичну допомогу або

евакуювати поранених у ділянки, куди небезпечно або неможливо спрямувати наземні машини або вертольоти.

2. **Зменшення часу до евакуації.** Дрони можуть долати перешкоди (міни, заміновані підходи) й доставляти пораненого або критичні медикаменти швидше, ніж наземні евакуаційні підрозділи в певних умовах (підтримка «золотої години») (TCCC-related studies).

3. **Зниження ризику для особового складу.** Використання безпілотників зменшує необхідність висування людей у зону вогню для забіральних дій.

4. **Гнучкість логістики.** Дрони можуть виконувати як доставку життєво необхідних засобів (кровозамінники, гемостатики, адреналін), так й евакуацію ношами за умов, коли наземні шляхи недоступні.

5. **Сумісність із дистанційною медичною підтримкою.** Платформи можуть нести обладнання для телемедицини або бути інтегровані в мережу медичного командування для дистанційного нагляду та консультування (tele-TCCC) [22].

Тактичні недоліки:

1. Найбільший ризик. Насиченість зони бойових дій засобами РЕБ противника може призвести до втрати керування дроном і, відповідно, втрати пораненого. Потреба в стійких до РЕБ системах є критичною.

2. БпЛА, здатні нести дорослу людину (100—150 кг), є великими, повільними й вимагають значних ресурсів (батареї, обслуговування, логістика). Їх радіус дії часто обмежений.

3. Сильний вітер, дощ або низька хмарність можуть унеможливити польоти. Крім того, великий дрон створює багато шуму, що демаскує місце евакуації та може привернути увагу ворога.

4. Статус дрона, який перевозить пораненого, є не до кінця врегульованим. Якщо дрон класифікується як носій «некомбатанта», його знищення може бути військовим злочином, але на практиці це не завжди дотримується (Табл. 1).

Рекомендації для інтеграції технологій використання БпЛА (TCCC):

1. Розробка стандартних операційних процедур (SOP): чіткі критерії для використання дронів у різних тактичних сценаріях (під вогнем, у зоні контролю, у міських умовах).

2. Мультидисциплінарні тренування: симуляції, в яких беруть участь медики TCCC, пілоти / оператори БпЛА, командири та інженери.

ТАБЛИЦЯ 1 – Види та властивості БпЛА

№ з/п	Назва БпЛА	Категорія / основна функція	Максимальна швидкість / запас ходу / вантажопідйомність	Властивості
1	DP-14 Hawk («Яструб»)	БпЛА, евакуація / медична логістика	132 км/год До 200 кг	Значна вантажопідйомність, підходить для евакуації
2	Cormorant (Tactical Robotics)	БпЛА / авіаційна евакуація	160 км/год	Може евакуювати двох поранених
3	Загальні БпЛА для медичного призначення / доставки	Обзорні системи застосування	≈4,5 кг у дослідженні	Дослідження показало доставку 4.5 кг навантаження (турнікет, перев'язки, анальгетики, продукти крові)
4	Наземний роботизований комплекс (НРК) / роботизовані платформи України	Земельні роботизовані системи для евакуації	Наприклад, платформи зі 150–300 кг вантажу	Використовуються як альтернатива дронам у медичній евакуації в Україні

3. Інтеграція телемедицини: встановлення каналів для оперативної клінічної консультації при транспортуванні.

4. Резервні плани: алгоритми дій при втраті зв'язку, ураженні платформи чи зміні тактичної ситуації.

5. Фокус на безпеку пацієнта: стандарти фіксації, моніторингу та можливостей під час проведення невідкладних заходів.

6. Транспортування (наприклад, доступ до об'єму грудної порожнини, можливість декомпресії).

Загальні принципи шаблону протоколу тріажу для використання БпЛА під час медичної евакуації (MEDEVAC-Drone)

1. Пріоритет — збереження життя та мінімізація часу до надання кваліфікованої допомоги.

2. Евакуація БпЛА застосовується лише для пацієнтів, придатних за масо-та фізіологічними критеріями.

3. Рішення про тріаж ухвалює медик підрозділу або офіцер медичної служби.

4. Протокол сумісний із системами START, TCCC (MARCH алгоритм) та військовими стандартами MEDEVAC.

5. Кожен евакуйований пацієнт має позначку (тріаж-тег) із мінімальним набором даних.

Етапи тріажу:

Етап 1. Первинна оцінка стану (Табл. 2)

Етап 2. Оцінка технічної можливості евакуації

1. Вага пацієнта + спорядження ≤ допустимого навантаження БпЛА.

2. Маршрут без активного вогню / РЕБ-загрози.

3. Дальність ≤ 80 % радіуса дії апарата.

4. Погодні умови — швидкість вітру, опади, видимість.

5. Наявність приймальної точки медслужби (GPS-координати узгоджені).

Якщо ≥2 критерії не виконуються → використовувати альтернативну евакуацію.

Етап 3. Підготовка пацієнта до транспортування

1. Зупинити кровотечі (турнікети, гемостатичні засоби).

2. Забезпечити прохідність дихальних шляхів (якщо можливо без апаратної вентиляції).

3. Фіксувати переломи та рани.

4. Закріпити пацієнта у транспортному контейнері або модулі.

5. Закріпити тріаж-тег з мінімальними даними:

- ідентифікатор пораненого;
- дата / час евакуації;
- діагноз / тип поранення;
- надані втручання (турнікет, інфузія, тощо);
- контакт медслужби, яка приймає;
- підпис медика, що ухвалив рішення.

Етап 4. Пріоритет евакуації БпЛА (якщо кілька кандидатів) (Табл. 3)

Етап 5. Документування та комунікація

— Вести журнал евакуацій БпЛА (дата, час, координати, тип вантажу/пацієнта, результат).

— Перед польотом обов'язково підтвердити:

— маршрут та приймальний пункт;

— погодні умови;

— зв'язок з оператором дрона.

— Використовувати шифрований зв'язок для передання даних про пацієнта.

— Після евакуації — медик приймального пункту підтверджує стан пацієнта й час прибуття.

Етап 6. Оцінка ефективності протоколу

Після кожного використання БпЛА-MEDEVAC:

— аналізувати час евакуації, якість транспортування, стан пацієнта під час прибуття;

ТАБЛИЦЯ 2 – Критерії, показники, категорії тріажу

№ з/п	Критерій	Показник	Категорія тріажу	Рекомендації щодо БПЛА
1	Свідомий, дихає самостійно, кровотечі контрольовані, стабільні життєві показники	Легка / помірна травма	Зелена (Minor)	Може бути евакуйований БПЛА
2	Свідомий або притомний, стабільний після базової допомоги (турнікет, перев'язка), дихання стабільне	Середній ризик	Жовта (Delayed)	Евакуація БПЛА можлива, якщо обмежена наземна можливість
3	Потребує інтенсивного нагляду, нестабільна гемодинаміка, потребує ШВЛ або ручної підтримки	Тяжкий	Червона (Immediate)	Евакуація тільки наземним або пілотованим транспортом
4	Без ознак життя або несумісні травми	Загиблий	Чорна (Expectant)	Не евакуюється БПЛА

ТАБЛИЦЯ 3 – Пріоритети та критерії стану пацієнтів до медичної евакуації

№ з/п	Пріоритет	Критерії	Мета
1	Високий	Стабільний, але з потенційним погіршенням без швидкої допомоги	Зменшити ризик ускладнень
2	Середній	Помірна травма, не загрожує життю протягом 1–2 годин	Розвантажити медичний пункт
3	Низький	Легкі травми, може пересуватися самостійно	За потреби транспортування до тилу

— оновлювати критерії тріажу за результатами досвіду;

— проводити післядії (After Action Review) в підрозділі медслужби [17].

Перспектива подальших досліджень. Проведений аналіз наукових праць дає змогу продовжувати дослідження в Україні на різних етапах медичної евакуації під час повномасштабної війни.

Висновки. 1. БПЛА демонструють високий потенціал у системі тактичної медицини — зокрема, у скороченні часу евакуації та зниженні ризику для медичного персоналу в зонах бойових дій.

2. Технічні виклики пов'язані з обмеженнями вантажопідйомності, енергетичної автономності

та вразливістю до засобів радіоелектронної боротьби, що потребує інженерних удосконалень і захисту систем управління.

3. Операційна інтеграція БПЛА потребує адаптації до протоколів TCCC/CASEVAC/MEDEVAC, розробки тактичних процедур, підготовки персоналу та віддалених методів тріажу.

4. Регуляторне та етичне забезпечення передбачає врегулювання правового статусу медичних дронів, стандартизацію ідентифікації, безпеки та захисту пацієнтів під час повітряного транспортування.

Плануємо продовжувати дослідження в цьому напрямі.

Література

- Гуменюк НІ, Ангельська ВЮ, Матвійчук МВ, Поляруш ВВ. Безпілотні літальні апарати: виклики та перспективи сьогодення. Вінниця; 2023. Available from: <https://dspace.vnuu.edu.ua/handle/123456789/6524> [Humeniuk NI, Anhelska VYu, Matviichuk MV, Poliarush VV. Bezpilotni litalni aparaty: vyklyky ta perspektvyv sohodennia.]
- Чорна ВВ, Гринзовський АМ, Калашченко СІ, Нестерова СЮ та ін. Аналіз використання, ефективності, ускладнень засобів тимчасової зупинки кровотечі у воєнних конфліктах світу та досвід Збройних Сил України під час війни. In: Intellectual capital is the foundation of innovative development 2025. Monographic series "Scientific thought development". Karlsruhe; 2025.
- Чорна ВВ, Коломієць ВВ, Ангельська ВЮ, Поляруш ВВ, Тимчук СВ. Мета — аналіз структури бойової травми, виникнення інфекції ран під час військового конфлікту та соціальний, психологічний захист поранених. *Перспективи та інновації науки*. 2025;1(47):2562-2579. DOI: 10.52058/2786-4952-2025-1(47)-2562-2579.
- [Chorna VV, Kolomiets VV, Anhelska VYu, Poliarush VV, Tymchuk YeV. Meta — analiz struktury boiovoi travmy, vynyknennia infektsii ran pid chas viiskovoho konfliktu ta sotsialnyi, psykholohichniy zakhyst poranenykh.]
- Baker JB, Keenan S, Duquette-Frame TA, et al. Analysis of the US military trauma system in accordance with doctrinal levels of warfare. *Mil Med*. 2024;189(5-6):1098-1105. DOI: 10.1093/milmed/usad053.
- Benhassine M, Quinn J, Stewart D, et al. Advancing military medical planning in large scale combat operations: insights from computer simulation

and experimentation in NATO's Vigorous Warrior Exercise 2024. *Mil Med*. 2024;189(Suppl 3):456-464. DOI: 10.1093/milmed/usae152.

7. Bongartz LG, Quinn VJ, Fransen CM, et al. A call for comprehensive reform of military medical planning of NATO and its allies based on lessons from the Ukraine war—cultural context and the human factor. *Mil Med*. 2025;usaf217. DOI: 10.1093/milmed/usaf217.

8. Book 41, Part 6. p.1-77. DOI: 10.30890/2709-2313.2025-41. [Chorna VV, Hryniovskyi AM, Kalashchenko SI, Nesterova SYu, ta in. Analiz vykorystannia, efektyvnosti, uskladnen zasobiv tymchasovoi zupynky krovotechi u voiennykh konfliktakh svitu ta dosvid Zbroinykh Syl Ukrainy pid chas viiny.]

9. Borsari F, Davis GB Jr. An urgent matter of drones: lessons for NATO from Ukraine. Washington DC: Center for European Policy Analysis (CEPA); 2023. Available from: <https://cepa.org/comprehensive-reports/an-urgent-matter-of-drones/>

10. Butler FK, Blackburne LH. Battlefield trauma care then and now: a decade of Tactical Combat Casualty Care. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012;73(6 Suppl 5):S395-402. DOI: 10.1097/TA.0b013e3182754850.

11. Chorna VV, Hryniovskyi AM, Kalashchenko SI, et al. Assessment of the effectiveness and risks of using tourniquets in the Armed Forces of Ukraine during hostilities in Ukraine. *Травма*. 2025;26(4):249-255. DOI: 10.22141/1608-1706.4.26.2025.1029.

12. Chorna VV, Savichan KV, Bozhytska OM, et al. Structuring features and consequences of combat trauma, infectious complications of wounds and

rehabilitation period of servicemen depending on various factors. In: International Science Group. Modern ways of developing medicine, biology and psychology as methods of protecting humans: collective monograph. Boston: Primedia eLaunch; 2025. p.80-106, 200-206. DOI: 10.46299/ISG.2025.MONO.MED.1.5.1.

13. Claesson A, Fredman D, Svensson L, et al. Unmanned aerial vehicles (drones) in out-of-hospital cardiac arrest. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2016;24(1):124. DOI: 10.1186/s13049-016-0313-5.

14. Eastridge BJ, Hardin M, Cantrell J, et al. Died of wounds on the battlefield: causation and implications for improving combat casualty care. *J Trauma.* 2011;71(1 Suppl):S4-8. DOI: 10.1097/TA.0b013e318221147b.

15. Elistair Team. Rethinking recon: how tethered UAV change ISR doctrine. Elistair; 2025. Available from: <https://elistair.com/articles/how-tethered-uav-change-isr-doctrine/>

16. Hu L, Yan X, Yuan Y. Study on the evaluation method of pilot workload in eVTOL aircraft operation. *Heliyon.* 2024;10(18):e37970. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e37970.

17. Kazmirchuk A, Yarmoliuk Y, Lurin I, et al. Ukraine's experience with management of combat casualties using NATO's four-tier "changing as needed" healthcare system. *World J Surg.* 2022;46(12):2858-2862. DOI: 10.1007/s00268-022-06718-3.

18. Kotwal RS, Montgomery HR, Kotwal BM, et al. Eliminating preventable death on the battlefield. *Arch Surg.* 2011;146(12):1350-1358. DOI: 10.1001/archsurg.2011.213.

ORCID 0000-0002-9525-0613, valentina.chorna65@gmail.com

ORCID 0009-0002-4428-1847, frostcoldgo@gmail.com

ORCID 0009-0003-5431-7839, anna100demianuk@gmail.com

ORCID 0000-0002-7071-6464, n.i.gumenyuk.kr@gmail.com

ORCID 0000-0001-6140-0807, kycya_23@ukr.net

19. Mesar T, Lessig A, King DR. Use of drone technology for delivery of medical supplies during prolonged field care. *J Spec Oper Med.* 2018;18(4):34-35. DOI: 10.55460/M63P-H7DM.

20. Roberts NB, Ager E, Leith T, et al. Current summary of the evidence in drone-based emergency medical services care. *Resusc Plus.* 2023;13:100347. DOI: 10.1016/j.resplu.2022.100347.

21. Rosser JC, Vignesh V, Terwilliger BA, Parker BC. Surgical and medical applications of drones: a comprehensive review. *JSLs.* 2018;22(3):e2018.00018. DOI: 10.4293/JSLs.2018.00018.

22. Saitoh T, Takahashi Y, Minami H, et al. Real-time breath recognition by movies from a small drone landing on victim's bodies. *Sci Rep.* 2021;11(1):5042. DOI: 10.1038/s41598-021-84575-1.

23. Siddiqi MA, Iwendi C, Jaroslava K, Anumbe N. Analysis on security-related concerns of unmanned aerial vehicle: attacks, limitations, and recommendations. *Math Biosci Eng.* 2022;19(3):2641-2670. DOI: 10.3934/mbe.2022121.

24. Surman K, Lockey D. Unmanned aerial vehicles and pre-hospital emergency medicine. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2024;32(1):9. DOI: 10.1186/s13049-024-01180-7.

25. Wen T, Zhang Z, Wong KK. Multi-objective algorithm for blood supply via unmanned aerial vehicles to the wounded in an emergency situation. *PLoS One.* 2016;11(5):e0155176. DOI: 10.1371/journal.pone.0155176.

Дата першого надходження статті до видання: 14.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 09.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026



DOI <https://doi.org/10.32782/spmed.2026.1.28>

Особливості анаеробного енергозабезпечення м'язової діяльності легкоатлетів за умов різних видів навантажень

УДК 612.766.1:796

О. М. Лисенко

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. *Мета.* Визначити особливості мобілізації анаеробних креатинфосфатних та гліколітичних механізмів енергозабезпечення під час фізичних навантажень максимальної інтенсивності у спортсменів з різною спрямованістю процесу довгострокової адаптації до тренувальних навантажень (на прикладі спеціалізації спортсменів із бігу на дистанції 100 м, 800 м і 5 000 м). *Методи.* Аналіз наукової та науково-методичної літератури, методи ергометрії, спірометрії, газоаналізу, пульсометрії, біохімічні методи, математико-статистичні методи. *Результати.* У спортсменів-спринтерів високий рівень фізичної працездатності під час короткочасних навантажень максимальної інтенсивності залежить від мобілізації анаеробного креатинфосфатного механізму енергозабезпечення, а у спортсменів-бігунів на середні дистанції – від мобілізації анаеробних гліколітичних. У спортсменів-стаєрів висока працездатність при короткочасній роботі (до 20 с) залежить від анаеробних гліколітичних механізмів, а зі збільшенням тривалості навантаження (60–90 с) – від мобілізації аеробних механізмів енергозабезпечення. За результатами дослідження прояву спеціальної працездатності спортсменів за умов анаеробних навантажень максимальної інтенсивності були визначені критерії оцінки рівня тренуваності по змінах $W_{\max}$ та $HL_{\text{ав}}$ крові з урахуванням як спортивної спеціалізації, так і особливостей довгострокової адаптації спортсменів.

Ключові слова: кваліфіковані спортсмени, фізичні навантаження, працездатність, лактат, анаеробний механізм енергозабезпечення.

Features of anaerobic energy supply of muscle activity of athletes under conditions of various types of loads

O. M. Lysenko

Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Kyiv, Ukraine

National University of Physical Education and Sport of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. *Objective.* To determine the features of the mobilization of anaerobic creatine phosphate and glycolytic energy supply mechanisms during maximum intensity physical activity in athletes with different orientations of the process of long-term adaptation to training loads (using the example of athletes specializing in 100 m, 800 m and 5,000 m running). *Methods.* Analysis of scientific and scientific-methodical literature, methods of ergometry, spirometry, gas analysis, pulsometry, biochemical

methods, mathematical and statistical methods. *Results.* In sprinters, a high level of physical performance during short-term maximal intensity loads depends on the mobilization of the anaerobic creatine phosphate mechanism of energy supply, and in middle-distance runners, on the mobilization of anaerobic glycolytic mechanisms. In older athletes, high performance during short-term work (up to 20 s) depends on anaerobic glycolytic mechanisms, and with an increase in the duration of the load (60–90 s) – on the mobilization of aerobic mechanisms of energy supply. According to the results of the study of the manifestation of special performance of athletes under conditions of maximal intensity anaerobic loads, criteria for assessing the level of training were determined based on changes in max and HLa in the blood, taking into account both sports specialization and the characteristics of long-term adaptation of athletes.

Keywords: qualified athletes, physical loads, physical performance, lactate, anaerobic energy supply mechanism.

Постановка проблеми. У спорті, за умов конкретної змагальної діяльності фізіологічні процеси, що лімітують прояв високого рівня фізичної працездатності, істотно відрізняються залежно від потужності і граничного часу подолання змагальної дистанції [4; 12; 25]. Нині в основі диференціації функціональних можливостей спортсменів, які спеціалізуються в циклічних видах спорту, лежить оцінка різних сторін енергозабезпечення тренувальних і змагальних навантажень. Зазвичай виходять із загальної оцінки можливостей енергетичних систем – анаеробної креатинфосфатної і гліколітичної, а також аеробної [4; 5; 6; 10; 12; 15; 17].

Співвідношення аеробного та анаеробного механізмів енергозабезпечення під час фізичних навантажень різної відносної потужності неоднакова. Крім того, насправді, у виконанні будь-якого фізичного навантаження беруть участь усі три механізми енергозабезпечення у різному їх співвідношенні [12; 14; 15; 17; 18]. Кожний із цих механізмів відрізняється за характеристиками потужності, ємності, ефективності, а також швидкості його розгортання, що вказує на час виходу інтенсивності біохімічних процесів на максимальну потужність, необхідну для потреб енергозабезпечення навантаження. Зрозуміло, що енергетичні та фізіологічні умови забезпечення високої працездатності на коротких і довгих змагальних дистанціях істотно відрізняються, оскільки механізми лімітування спеціальної працездатності спортсменів різні.

Раніше були виділено три групи спортсменів за відмінностями у метаболізмі за умов виконання субмаксимальних тестових навантажень [1; 3; 20]. Зазначимо, що ці відмінності спостерігалися як серед спортсменів, так і серед осіб, які не займаються спортом, що свідчить

про спадкову зумовленість визначених типів реагування і про те, що, вірогідно, вони взаємозалежні з формуванням специфічної конституціональної типології: «спринтерської», «стаєрської» і змішаної [3; 4]. Так, перша група характеризувалася високою активністю окисних ферментів, зниженою активністю гліколітичних, швидкою мобілізацією ліпідів. Спортсмени даної групи за умов субмаксимального режиму фізичного навантаження програвали у швидкості і не могли продемонструвати високу фізичну працездатність. Третя група спортсменів відрізнялася високою фізичною працездатністю в умовах субмаксимального режиму навантаження і гарними швидкісними якостями. У них відзначалася висока активність гліколітичних ферментів, високий рівень концентрації лактату в крові і більш висока швидкість його утилізації у період найближчого відновлення, швидка мобілізація глюкози з печінки і швидка її утилізації з крові. Очевидно, що спортсмени першої групи в основному успішно спеціалізувалися на довгих змагальних дистанціях, а спортсмени третьої групи – на коротких. Друга група займала проміжне положення і за рівнем працездатності, і за критеріями метаболічного обміну.

Таким чином, кваліфіковані спортсмени відрізняються за характером мобілізації механізмів енергозабезпечення фізичного навантаження, і це пов'язано з особливостями їхньої довгострокової адаптації до специфіки вимог виду змагального навантаження [12; 17; 18], а також з індивідуально-типологічними властивостями реагування функціональних систем організму на зрушення дихального гомеостазису [1; 3]. Аналіз фізіологічних факторів, які забезпечують досягнення високої фізичної працездатності, продуктивності кардіореспіраторної

системи (КРС), а також реалізації аеробних і анаеробних можливостей показав, що існуючі уявлення і практика фізіологічного моніторингу недостатньо враховують індивідуальні особливості довгострокової адаптації спортсменів до тренувальних навантажень у розробці критеріїв оцінки змін їхнього функціонального стану в тренувальному процесі.

Натепер розроблені методи оцінки загальної та спеціальної працездатності спортсменів та отримані дані про зміни метаболічних і фізіологічних реакцій під впливом фізичного тренування. Але отримані результати нерідко мають суперечливий характер, особливо для оцінки реакції спортсменів на тренувальні навантаження з переважно анаеробним механізмом енергозабезпечення [12; 17; 18]. Значною мірою це пов'язано з тим, що часто в інтерпретації отриманих результатів не враховувалась спеціалізація спортсменів, рівень їхньої тренуваності, а також можливий вплив спадкових властивостей на характер довготривалої адаптації організму до напруженої м'язової діяльності.

Мета дослідження. Визначення особливостей мобілізації анаеробних креатинфосфатних та гліколітичних механізмів енергозабезпечення під час фізичних навантажень максимальної інтенсивності у спортсменів із різною спрямованістю процесу довгострокової адаптації до тренувальних навантажень (на прикладі спеціалізації спортсменів із бігу на дистанції 100 м, 800 м і 5 000 м).

Робота виконувалася відповідно до держбюджетних науково-дослідних тем кафедри спорту та фітнесу Київського столичного університету імені Бориса Грінченка та кафедри кіберспорту та інформаційних технологій Національного університету фізичного виховання і спорту України.

Методи дослідження. Дослідження проводилося у передзмагальному періоді спортивної підготовки: було обстежено 54 кваліфікованих спортсмени віком 19–24 роки з рівнем спортивної кваліфікації МС-КМС, що спеціалізувалися в бігу на дистанції 100 м – 19 спортсменів, на 800 м – 15 спортсменів і на 5 000 м – 16 спортсменів, а також 17 спортсменів, які спеціалізувалися в стрибкових видах. Тестування проводилося після дня відпочинку в умовах стандартизованого режиму харчування та питного режиму. Спортсмени були поінформовані про зміст тестів та дали згоду на їх проведення.

На першому етапі насамперед проводився аналіз наукової та науково-методичної літератури. Пошук літературних джерел здійснювався в міжнародних наукових базах даних PubMed, Scopus і Web of Science за період 2010–2026 років.

На другому етапі вивчався прояв фізичної працездатності спортсменів та реакція систем дихання, кровообігу на граничні (максимальні) фізичні навантаження, що дозволяють визначити аеробні та анаеробні можливості організму [1, 5, 16; 27]. Для оцінки анаеробних креатинфосфатних можливостей організму спортсменів використовували 15-секундну роботу максимальної інтенсивності ($W_{\max}$ 15с), а для оцінки анаеробних гліколітичних можливостей – 60-секундну роботу субмаксимальної інтенсивності ($W_{\max}$ 60с) [5; 20; 27]. Тести виконували на велоергометрі «Monark-894E», призначеному для проведення тестів анаеробного характеру.

Як модель навантаження «змішаного» (аеробного та анаеробного) енергозабезпечення використовували тестові навантаження із ступінчасто зростаючою потужністю тривалістю 14–20 хвилин до моменту досягнення спортсменом індивідуального рівня споживання O_2 ($VO_{2\max}$) – рівень «критичної» потужності [5; 27]. Потужність аеробних механізмів енергозабезпечення фізичної роботи характеризувалися потужністю «критичного» навантаження ($W_{кр}$) під час виконання роботи ступінчасто зростаючої потужності, що виконується до моменту вольової втоми («до відмови»), а також потужністю роботи на рівні анаеробного порога ($W_{анп}$). Тест виконувався на тредмлі LE-200 С (Німеччина) при постійній швидкості руху і при постійній зміні потужності (кожні 2 хвилини) на 17 Вт. Як показники досягнутого ефекту адаптації використовували ергометричні параметри тестових навантажень – потужність, граничний час або загальну кількість виконаної роботи [5; 27].

Для оцінки впливу вищевказаних режимів тестових навантажень на організм спортсменів реєстрували показники реакції КРС за допомогою ергоспірометричного комплексу «Охусон Pro» (Jaeger, Німеччина). На 3-й хвилині відновлювального періоду після кожного тестового навантаження визначалася концентрація лактату (HLa , ммоль·л⁻¹) у капілярній крові ензиматичним методом («Dr. Lange-400», Німеччина) [5].

На третьому етапі дослідження проводилося в змагальному періоді підготовки в природних умовах змагальної діяльності протягом двох років за участю висококваліфікованих спортсменів, що спеціалізувалися в стрибках. Так, у висококваліфікованих спортсменів-лідерів, які беруть участь в офіційних змаганнях «Кубок України», проводився забір капілярної крові відразу після завершення виконання спортсменами змагальної програми для визначення концентрації лактату (HLA, ммоль л⁻¹) у крові ензиматичним методом («Dr. Lange», Німеччина).

Статистична обробка експериментального матеріалу здійснювалася методом варіаційної статистики з використанням t-критерію Стюдента ($p < 0,05$) і з розрахунком коефіцієнтів кореляції за допомогою пакета стандартних комп'ютерних програм математичної статистики.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз наукової і науково-методичної літератури дозволив виділити основні особливості різних механізмів енергозабезпечення м'язових навантажень, які найбільш важливі, на нашу думку, для подальшої інтерпретації результатів моніторингу функціонального стану спортсменів у тренувальному процесі. Передусім нагадаємо, що будь-яка діяльність людини пов'язана з витратою енергії, але джерело енергії під час м'язової діяльності різного характеру одне й те саме — аденозинтрифосфат (АТФ) (рис. 1). Різні механізми ресинтезу АТФ: залежать від інтенсивності і тривалості навантаження та здійснюються за рахунок біохімічних

реакцій як аеробного, так і анаеробного характеру [1, 2; 4; 6; 12; 15].

Найважливішими енергетичними системами, в яких відбуваються реакції ресинтезу АТФ, що приводять до забезпечення скелетних м'язів енергією, є: анаеробна креатинфосфатна система (або ще назви: фосфагенна, алактатна — не утворюється молочна кислота); анаеробна гліколітична (лактатна — утворюється молочна кислота); аеробна система (окислювальне фосфорилування). Найбільш загальні уявлення про потужність і ємність різних джерел енергозабезпечення, а також про послідовність мобілізації і кількісне співвідношення в енергозабезпеченні м'язової діяльності кожної із зазначених енергетичних систем наведені на рис. 2.

Як видно з рисунка, найбільш висока потужність і швидкість розгортання спостерігається в анаеробного креатинфосфатного механізму енергозабезпечення (система АТФ-креатинфосфат), але тривалість роботи м'язів за рахунок цього механізму становить лише 6—15 секунд (знижена ємність). Енергосистема АТФ-креатинфосфат використовує для ресинтезу АТФ енергію, що вивільняється у результаті розщеплення креатинфосфату (рис. 3). Цей механізм енергозабезпечення реалізується під час короточасних навантажень максимальної інтенсивності швидко-силового характеру та має вирішальне значення для високої ефективності змагальної діяльності в бігу на дистанції 100 м і 110 м із бар'єрами, в стрибках та метанні, важкій атлетиці, спринтерській велогонці на треку, плаванні і пірнанні на дистанції 50 м, а також під час виконання короточасних

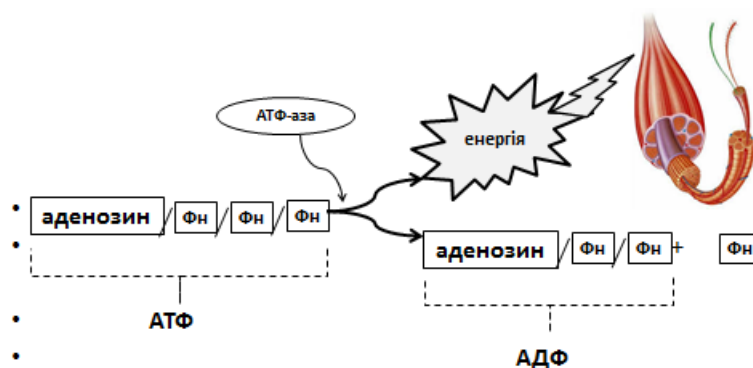


Рис. 1. Схема процесу розщеплення молекули аденозинтрифосфату (АТФ) до аденозиндифосфату (АДФ) з виділенням вільної енергії, яка перетворюється в механічну енергію м'язового скорочення; структура молекул АТФ і АДФ

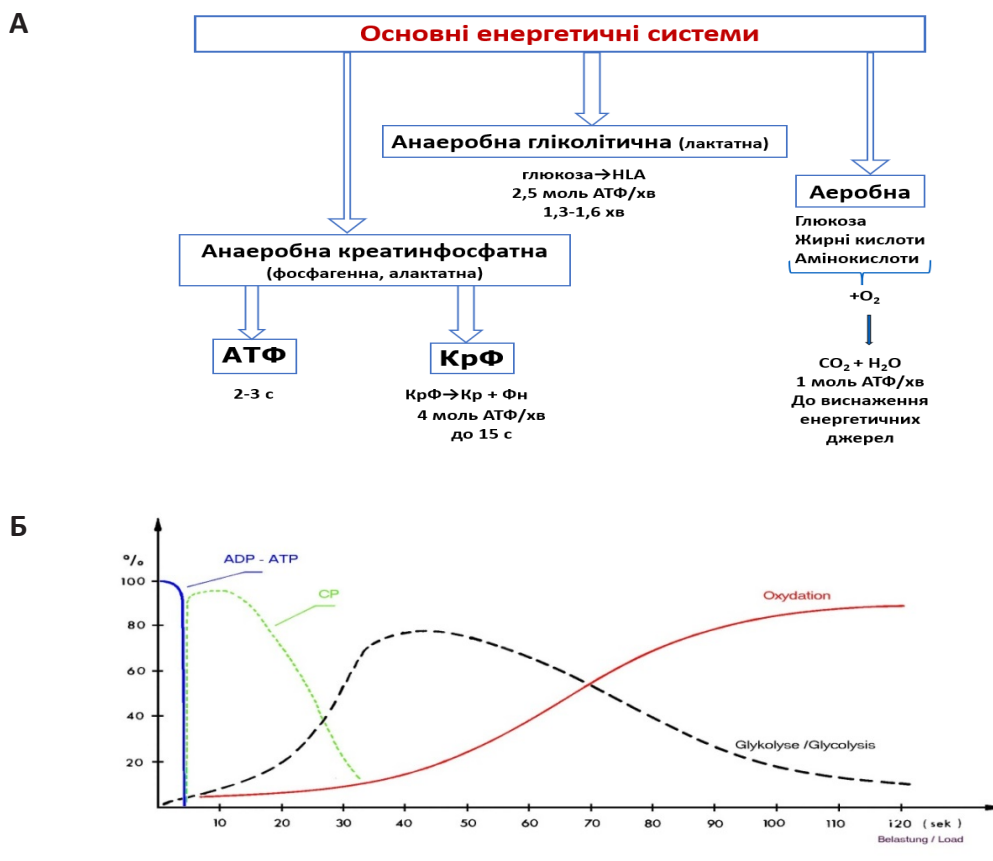


Рис. 2. Основні енергетичні системи ресинтезу АТФ під час м'язової роботи та їх основні характеристики (А), а також послідовність мобілізації і кількісне співвідношення (у відсотках, %) в енергозабезпеченні м'язової діяльності різних енергетичних систем (Б)

високоінтенсивних рухових дій у спортивних іграх та єдиноборствах [4; 17; 24]. Провідними фізіологічними системами і механізмами, що забезпечують високу працездатність за умов подібних навантажень, є стан ЦНС, функціональні властивості нервово-м'язового апарату (швидкісно-силові), а також ємність і потужність фосфагенної енергетичної системи робочих м'язів.

Таким чином, анаеробний креатинфосфатний механізм енергозабезпечення має велику максимальну потужність і ефективність ресинтезу АТФ, але короткий час утримання високої інтенсивності і невелику ємність через малі запаси енергетичних субстратів. Раніше вважалося, що на початковому етапі виконання м'язових навантажень високої інтенсивності ресинтез АТФ відбувається виключно за рахунок розщеплення КрФ. Нині доведено, що під час інтенсивних фізичних навантажень активація процесів гліколізу відбувається досить швидко [12; 16; 22; 24]. Вважається, що при

максимальних навантажень система АТФ-креатинфосфат домінує в частці загальної енергопродукції протягом перших 5–6 с з наступним поступовим її зменшенням [8; 9; 14], що супроводжується збільшенням активності гліколізу (таблиця 1). Очевидно, що для моніторингу процесу довгострокової адаптації спортсменів до навантажень швидкісно-силового характеру важливо встановити кількісне співвідношення в їх енергозабезпеченні анаеробних креатинфосфатних та гліколітичних процесів з урахуванням досягнутої потужності навантаження.

Анаеробний гліколітичний механізм енергозабезпечення більш повільний, і максимального рівня потужності він може досягти лише за 35–50 секунд від початку виконання навантаження (див. рис. 2). Ресинтез АТФ все більшою мірою протікає завдяки реакціям субстратного фосфорилування — анаеробного розщеплення насамперед глікогену м'язів та печінки, а потім і глюкози крові до молочної кислоти (рис. 4) [10; 12; 14; 17; 23;

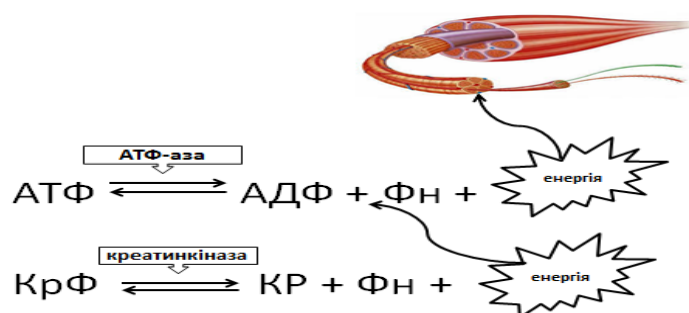


Рис. 3. Схематичне зображення процесу утворення енергії в анаеробній креатинфосфатній енергосистемі (АТФ-креатинфосфат): креатинфосфат (КрФ), креатин (Кр), неорганічний фосфат (Фн)

ТАБЛИЦЯ 1 – Залежність між тривалістю змагальної дистанції і активністю різних механізмів, що характеризують анаеробні креатинфосфатні можливості організму спортсменів

Тривалість змагальної дистанції	Характеристика системи енергозабезпечення
До 4 секунд	Потужність креатинфосфатного механізму.
До 7 секунд	Ємність креатинфосфатного механізму.
13–15 секунд	Ємність креатинфосфатного механізму та поступове нарощування потужності реакцій анаеробного гліколізу.

25]. При гліколізі утворюється ряд проміжних макроергічних сполук, найважливішою з яких є фосфопіровиноградна кислота, яка взаємодіє з накопиченою в клітинах АДФ і передає їй фосфатну групу. У результаті цього АДФ перетворюється в АТФ, а фосфопіровиноградна кислота — в піровиноградну кислоту, яка надалі в анаеробних умовах (без кисню) перетворюється в кінцевий продукт гліколізу — молочну кислоту (див. рис. 4).

Цей механізм дає набагато більше енергії в одиницю часу, ніж аеробний механізм,

і є провідним під час виконання роботи близько максимальної потужності, з тривалістю окремої вправи від 30 секунд до 2–3 хвилин, але відрізняється невисокою ефективністю. Лише 35–50 % енергії може бути реалізовано у вигляді АТФ для м'язового скорочення, а велика частина енергії залишається в молекулах молочної кислоти, що утворюється. Концентрація молочної кислоти перебуває в прямій залежності від потужності і тривалості роботи близько максимальної потужності і може бути виділена тільки шляхом аеробного окислення.

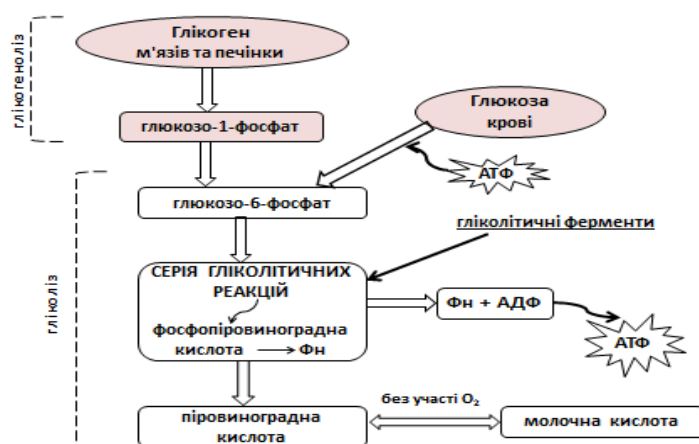


Рис. 4. Схематичне зображення процесу анаеробного гліколізу

Основним фактором, що лімітує енергоутворення в процесі гліколізу, є закислення протонами водню (H^+) та «виснаження» запасів глюкози. Концентрацію лактату в крові часто використовують як критерій оцінки інтенсивності фізичного навантаження та як показник, що відображає анаеробний шлях енергозабезпечення під час м'язової роботи [5; 26; 27].

Анаеробний гліколітичний механізм енергозабезпечення значною мірою визначає спеціальну швидкісну витривалість спортсменів у бігу на дистанції 400 м, 800 м і 1 500 м, плаванні на дистанції 100 м і 200 м, велогонках на треку на дистанції 1 000 м і 4 000 м, спортивних іграх, особливо із жорстким єдиноборством (хокей, водне поло, баскетбол). Провідні фізіологічні системи і механізми, що забезпечують високу працездатність: ємність і потужність гліколітичної енергетичної системи робочих м'язів, резерви буферних систем крові, функціональні властивості нервово-м'язового апарату, стійкість до наростаючого ступеня ацидозу, киснево-транспортні можливості організму, аеробні (окислювальні) можливості працюючих м'язів, швидкість розгортання аеробних процесів в енергозабезпеченні.

Звертаємо увагу, що *серед факторів, що забезпечують високу працездатність під час виконання навантажень анаеробного гліколітичного характеру, зазначаються й аеробні можливості організму, швидкість розгортання аеробних процесів в енергозабезпеченні*. Вважають, що в процесі тренування підвищується опірність організму спортсменів до зрушень рН внутрішньоклітинного середовища і виникнення ацидозу [10; 12; 13; 17; 19; 23; 25], що збільшує резерви буферних систем крові і розширює можливості анаеробного гліколітичного механізму енергозабезпечення. У разі більш тривалої м'язової роботи значення гліколізу поступово знижується, проте залишається істотним до 4-ї хвилини фізичної роботи (таблиця 2). *Збільшення тривалості навантаження в цій зоні приводить до значної мобілізації діяльності КРС, результатом чого може бути і досягнення індивідуального максимуму аеробної продуктивності (VO_{2max})* [2; 19; 20; 21]. Таким чином, чим скоріше в енергозабезпечення близько максимальних та суб-максимальних навантажень будуть підключатися більш економні аеробні процеси, тим менше буде в результаті анаеробного гліколізу утворюватися та накопичуватися молочна кислота,

тим менше буде закислення протонами водню (H^+) внутрішньоклітинного середовища, що дозволить спортсмену продемонструвати високу фізичну працездатність без зайвого напруження регуляторних механізмів адаптації.

ТАБЛИЦЯ 2 – Залежність між тривалістю змагальної дистанції і активністю різних механізмів, що характеризують анаеробні гліколітичні можливості організму спортсмена

Тривалість змагальної дистанції	Характеристика системи енергозабезпечення
30–40 секунд	Потужність гліколізу
60 секунд	Утримання потужності гліколізу.
від 2 до 3 хвилин	Ємність гліколізу, швидкість розгортання аеробних процесів в енергозабезпеченні

Швидкість розгортання аеробного механізму знижена, і організм може досягати максимальної аеробної потужності (VO_{2max}) лише на 3-й хвилині виконання фізичного навантаження [7; 12; 15; 20; 21]. Аеробний шлях енергозабезпечення є основним у разі тривалості навантаження 30–120 хвилин і більше, що характерно для легкоатлетичного бігу на дистанції 5 000 м і 10 000 м, марафонського бігу, лижних гонок, плавання на дистанції 800 м і 1 500 м, бігу на ковзанах на дистанції 5 000 м і 10 000 м.

Таким чином, у літературі широко наведені результати вивчення потужності і ємності різних джерел енергозабезпечення та їх значення у виконанні фізичних навантажень різного характеру. Але виявлений деякі різнобіжності думок із питань енергозабезпечення короткочасної роботи максимальної інтенсивності. Досить поширена думка, що під час короткочасного навантаження максимальної інтенсивності (до 20 секунд) найбільша частина енергії визначається резервом АТФ і КрФ, активація анаеробних гліколітичних процесів не відбувається. Проте спеціальні лабораторні дослідження з використанням біопсії за умов навантаження максимальної інтенсивності показали, що гліколітичні процеси активізуються вже через 6 секунд такого навантаження [1; 7; 17; 23, 22]. У зв'язку з цим навіть у спортсменів-бігунів на короткі дистанції (спринт, 100 м) зі збільшенням швидкості подолання дистанції збільшується вміст лактату в крові і після зазначеного навантаження може досягати 9–14 ммоль·л⁻¹ [1, 16]. Також було встановлено зв'язок між швидкістю бігу і концентрацією лактату, що при цьому утворюється, – у спринтерів зі збільшенням швидкості проходження дистанції збільшується

вміст лактату в крові. Разом із тим наведені результати не узгоджуються з даними про те, що величина накопичення лактату в крові легкоатлетів залежить від рівня їхньої тренуваності: чим вище кваліфікація спортсмена-спринтера, тим більше резерви ресинтезу АТФ креатинкіназним шляхом, тим менше на спринтерських дистанціях (100 м) мають підключатися процеси гліколізу [12; 17; 18; 22]. У легкоатлетів, бігунів на середні дистанції (800 м), навпаки, зі зростанням тренуваності відзначається збільшення вмісту лактату в крові після подолання даної дистанції бігу [10; 13; 19; 23; 25; 26].

Очевидно, що специфіка спорту накладає суттєвий відбиток на характер адаптації систем енергозабезпечення за умов максимальних фізичних навантажень різного характеру. Отримані результати показали, що характеристики фізичної працездатності по змінах потужності навантаження при різних режимах її виконання кваліфікованими спортсменами-легкоатлетами має істотні відмінності, які пов'язані з особливостями довгострокової адаптації до тренувальних навантажень в бігу на дистанції різної тривалості (100 м, 800 м, 5 000 м). Так, у групі бігунів на короткі дистанції (100 м, спринт) відзначаються найбільш високі показники анаеробної креатинфосфатної потужності ($W_{\max} 15c$) — $10,48 \pm 0,19$ Вт·кг⁻¹, а в групі бігунів на середні дистанції (800 м) — показники анаеробної гліколітичної потужності ($W_{\max} 60c$) — $6,82 \pm 0,07$ Вт·кг⁻¹. Вірогідно більший рівень аеробних можливостей організму за показниками потужності на рівні «критичного» навантаження ($W_{кр.}$) та

$VO_{2\max}$ відзначається в групі бігунів на довгі дистанції (5 000 м, стаєри) — $4,82 \pm 0,22$ Вт·кг⁻¹ (табл.3).

Таким чином, виявлені відмінності між групами спортсменів за рівнем загальної фізичної працездатності в тестах різної спрямованості, що узгоджується з даними літератури щодо прояву потужності та ємності різних джерел енергозабезпечення у кваліфікованих спортсменів із різною спрямованістю процесу довготривалої адаптації до тренувальних навантажень [12; 13; 17; 27].

Результати аналізу концентрації лактату (HLa, ммоль·л⁻¹) у крові на третій хвилині відновлювального періоду після виконання короткочасних максимальних фізичних навантажень у кваліфікованих спортсменів свідчать, що активізація анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні спостерігається у спортсменів як під час виконання 60-секундного, так і під час виконання 15-секундного навантажень максимальної інтенсивності (см. табл. 3). Відмінності серед спортсменів різної спеціалізації по HLa не вірогідні ($p > 0,05$), але результати аналізу зв'язку досягнутої величини потужності навантаження з HLa свідчать, що високий рівень працездатності у легкоатлетів-бігунів різної спеціалізації досягається різними шляхами. На рис. 5 показаний взаємозв'язок максимальної потужності навантажень анаеробного креатинфосфатного ($W_{\max} 15c$) та гліколітичного ($W_{\max} 60c$) характеру з HLa в крові на третій хвилині відновлювального періоду у кваліфікованих спортсменів.

ТАБЛИЦЯ 3 — Рівень фізичної працездатності (W) та концентрації лактату в крові у висококваліфікованих спортсменів з різною спрямованістю процесу довгострокової адаптації (біг на 100 м, 800 м, 5000 м) під час виконання максимальних навантажень анаеробного та аеробного характеру, $\bar{X} \pm S$

Показники	Групи спортсменів різної спеціалізації (основна змагальна дистанція)			P(t-тест) <0,05
	Біг на 100 м, n = 19	Біг на 800 м, n = 15	Біг на 5 000 м, n = 16	
$W_{\max} 15c$, Вт	764,19 ± 21,90	697,08 ± 19,01	590,21 ± 44,51	1-2,3; 2-3
$W_{\max} 15c$ на кг маси тіла, Вт·кг ⁻¹	10,48 ± 0,19	9,49 ± 0,09	9,08 ± 0,20	1-2,3; 2-3
HLa 15c, ммоль·л ⁻¹	8,94 ± 0,96	9,96 ± 1,02	9,53 ± 0,87	
$W_{\max} 60c$, Вт	473,84 ± 11,02	513,66 ± 15,98	436,75 ± 29,97	2-1,3
$W_{\max} 60c$ на кг маси тіла, Вт·кг ⁻¹	6,48 ± 0,09	6,82 ± 0,07	6,71 ± 0,19	2-1
HLa 60c, ммоль·л ⁻¹	12,29 ± 1,04	15,81 ± 1,28	12,91 ± 0,85	3-2
$W_{\text{анп}}$, Вт	180,13 ± 4,13	221,09 ± 10,04	242,10 ± 12,61	1-2,3
$W_{\text{анп}}$ на кг маси тіла, Вт·кг ⁻¹	2,49 ± 0,11	2,94 ± 0,21	3,73 ± 0,23	1-2,3; 2-3
$W_{кр.}$, Вт	231,85 ± 7,05	247,15 ± 12,99	311,97 ± 11,13	1-2,3; 2-3
$W_{кр.}$ на кг маси тіла, Вт·кг ⁻¹	3,18 ± 0,17	3,57 ± 0,15	4,82 ± 0,22	3-1,2
$VO_{2\max}$ на кг маси, мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	42,97 ± 3,36	50,11 ± 3,20	61,08 ± 2,38	1-2,3; 2-3
HLa кр., ммоль·л ⁻¹	11,79 ± 0,75	8,96 ± 0,86	7,64 ± 0,96	1-3

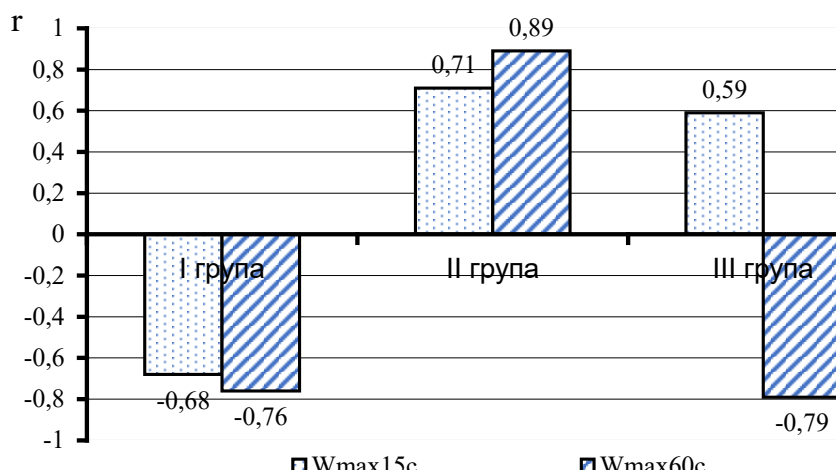


Рис. 5. Взаємозв'язок (r) потужності навантажень анаеробного креатинфосфатного ($W_{\max 15c}$) та гліколітичного ($W_{\max 60c}$) характеру з концентрацією лактату в крові після навантаження у кваліфікованих спортсменів: I група – біг на 100 м, $r_{0,05} > 0,482$, $n = 17$; II група – біг на 800 м, $r_{0,05} > 0,456$, $n = 19$; III група – біг на 5 000 м, $r_{0,05} > 0,468$, $n = 18$

Так, у групі легкоатлетів-бігунів на короткі дистанції (100 м) більший приріст HLa в крові після виконання 15- і 60-секундних тестових навантажень максимальної інтенсивності відзначається у спортсменів, для яких характерні менші показники потужності навантажень анаеробного характеру ($W_{\max 15c}$, $W_{\max 60c}$). Для бігунів-спринтерів, що показують високий по групі спринтерів рівень анаеробних можливостей, характерний менший приріст концентрації лактату в крові після виконання тестових навантажень. Проведений кореляційний аналіз у групі бігунів на 100 м виявив негативний взаємозв'язок HLa в крові з максимальною потужністю навантаження анаеробного креатинфосфатного ($W_{\max 15c}$ $r = -0,68$, $p < 0,05$) і гліколітичного ($W_{\max 60c}$ $r = -0,76$, $p < 0,05$) характеру.

Для легкоатлетів-бігунів на середні дистанції характерна пряма закономірність: низькі по групі показники потужності максимальних 15-секундних і 60-секундних тестових навантажень поєднуються з меншим вмістом лактату в крові, а зі зростанням $W_{\max 15c}$ та $W_{\max 60c}$ відзначається збільшення концентрації лактату на 3-й хвилині відновлювального періоду ($W_{\max 15c}$ $r = 0,81$, $W_{\max 60c}$ $r = 0,89$, $p < 0,05$).

Під час виконання навантажень анаеробного креатинфосфатного характеру у легкоатлетів-бігунів на 5 000 м більш високі показники $W_{\max 15c}$ поєднуються з більш високою

HLa, а під час виконання тестових навантажень анаеробного гліколітичного характеру, навпаки, збільшення показника потужності навантаження $W_{\max 60c}$ супроводжується меншим приростом концентрації лактату в крові. За результатами кореляційного аналізу щодо стаєрів відзначається позитивний взаємозв'язок для потужності навантаження анаеробного креатинфосфатного характеру ($W_{\max 15c}$ $r = 0,56$, $p < 0,05$) з HLa, а для потужності навантажень гліколітичного характеру – навпаки, негативний ($W_{\max 60c}$ $r = -0,79$, $p < 0,05$) (см. рис. 5).

Таким чином, у спортсменів, які спеціалізуються в бігу на дистанції 100 м, відзначається найбільший рівень анаеробних креатинфосфатних можливостей і низький рівень аеробних можливостей організму, що узгоджується з даними літератури [1; 9; 12; 13; 17; 18; 27]. Зростання рівня тренуваності спринтерів відбувається в основному за рахунок удосконалення креатинкіназного механізму ресинтезу АТФ. Зростання рівня тренуваності та спеціальної працездатності в даній групі спортсменів відбувалося в основному за рахунок збільшення потужності та вдосконалення креатинкіназного механізму ресинтезу АТФ. Тому під час виконання максимальних тестових навантажень анаеробного характеру найкращі результати відзначаються у спортсменів з великою потужністю та ємністю креатинфосфатного механізму енергозабезпечення. Під час виконання подібних

навантажень активізуються й анаеробні гліколітичні механізми (див. табл. 1), але їх відсоткова частка в енергозабезпеченні навантажень анаеробного характеру у спортсменів-бігунів на дистанції 100 м значно нижча, ніж у групі спортсменів-бігунів на дистанції 800 м. Факт меншого утворення лактату у більш підготовлених спортсменів-спринтерів підтверджує, що підвищення їхньої спеціальної працездатності забезпечувалося за рахунок більшої мобілізації креатинкіназного механізму енергозабезпечення.

Для легкоатлетів-бігунів на середні дистанції (800 м) характерний найбільший рівень анаеробних гліколітичних можливостей, а рівень аеробних можливостей дещо вищий, ніж у бігунів на 100 м. Це свідчить про те, що у процесі довгострокової адаптації до тренувальних навантажень у бігу на середні дистанції удосконалюється не тільки анаеробна гліколітична, але й аеробна продуктивність [13; 19; 23; 25]. Однак поліпшення фізичної працездатності відбувається в основному за рахунок поступового удосконалення реакцій гліколітичного фосфорилювання. У цій групі вміст лактату в крові був вищим у спортсменів, що досягли найбільшого рівня анаеробної креатинфосфатної ($W_{\max}$ 15с) і гліколітичної ($W_{\max}$ 60с) потужності під час виконання тестових навантажень максимальної інтенсивності (див. рис. 5).

Таким чином, більший приріст концентрації лактату в крові у більш підготовлених спортсменів, бігунів на середні дистанції, свідчить, що підвищення їхньої спеціальної працездатності відбувається за рахунок удосконалення анаеробного гліколітичного механізму енергозабезпечення. Потрібно постійно пам'ятати, що збільшення тривалості навантаження в цій зоні приводить до значної мобілізації діяльності КРС і навіть можливе досягнення максимуму аеробної продуктивності (див. табл. 2). Це потребує від спортивних спеціалістів більше уваги приділяти в тренувальному процесі розвитку швидкості розгортання аеробних процесів в енергозабезпеченні [20]. Тому в оперативному контролі реакції спортсмена на тренувальні навантаження слід враховувати і зіставляти показники працездатності з HLa в крові. Очевидно, що зі збільшенням тривалості максимального навантаження до 1,2–3 хвилин високі показники потужності навантаження, які поєднуються з меншими величинами лактату в крові, будуть

свідчити, що в енергозабезпечення більше залучені економні аеробні процеси і тим менше буде в результаті анаеробного гліколізу утворюватися та накопичуватися молочна кислота, меншою буде вираженість ацидозу. Це створює найбільш сприятливі умови для реалізації енергетичного та функціонального потенціалу спортсмена і дозволить йому продемонструвати високу фізичну працездатність без зайвого напруження регуляторних механізмів адаптації. Збільшити швидкість розгортання аеробних процесів в енергозабезпеченні субмаксимальних анаеробних навантажень можна в процесі спортивного тренування, а також виконуючи спеціальну розминку мобілізуючого характеру безпосередньо перед виконанням цих фізичних навантажень [1].

Найбільший рівень аеробних можливостей організму відзначається у спортсменів, які спеціалізуються в бігу на довгі дистанції (5 000 м). Тривале тренування, спрямоване на підвищення аеробних можливостей організму і витривалості до тривалої м'язової роботи, підвищує спроможність організму до ресинтезу АТФ аеробним шляхом. Одночасно з цим знижується швидкість енергозабезпечення в процесі анаеробного гліколізу [8; 10]. Однак анаеробний гліколітичний механізм енергозабезпечення відіграє істотну роль особливо на початку виконання фізичних навантажень (стартовий відрізок дистанції), що підтверджується більш високим приростом HLa у крові бігунів на 5 000 м, які показали високий рівень працездатності під час виконання короткочасного 15-секундного навантаження максимальної інтенсивності анаеробного креатинфосфатного характеру.

Зі збільшенням тривалості тестового навантаження (60-секундне навантаження біля максимальної інтенсивності) в енергозабезпеченні роботи збільшується роль аеробних механізмів, незважаючи на домінування анаеробного гліколізу [8; 10]. Від швидкості мобілізації аеробних механізмів енергозабезпечення багато в чому залежить прояв працездатності спортсменів за даних умов. Більш низький приріст HLa у спортсменів, які показали високий рівень анаеробних гліколітичних можливостей організму ($W_{\max}$ 60с), свідчить про більш високу швидкість мобілізації аеробних механізмів (у тому числі і реакцій КРС) і більш високої їх частки в енергозабезпеченні. Для цих спортсменів характерні і найбільш високі

функціональні показники аеробних можливостей організму ($W_{кр}$, VO_{2max} , O_2 -пульсу, рівень анаеробного порогу, $VO_{2AnП}$ та ін.). Збільшення величини приросту концентрації лактату в крові після виконання 60-секундного навантаження близько максимальної інтенсивності супроводжується зниженням аеробних можливостей організму спортсменів-бігунів на 5 000 м.

За результатами дослідження прояву спеціальної працездатності спортсменів за умов анаеробних навантажень максимальної та близько максимальної інтенсивності були визначені критерії оцінки рівня тренуваності по змінах потужності тестового навантаження (W_{max}) та концентрації лактату в крові (HLа) з урахуванням як спортивної спеціалізації, так і особливостей довгострокової адаптації спортсменів (таблиця 4).

У таблиці 5 представлені результати пілотних досліджень активності анаеробних гліколітичних процесів у природних умовах змагальної діяльності висококваліфікованих спортсменів, які спеціалізувалися в стрибках.

Вважається, що під час виконання різних видів стрибків (короткочасне навантаження максимальної інтенсивності) основна частина енергії визначається резервом аденозинтрифосфату (АТФ) та креатинфосфату (КФ), а активація анаеробних гліколітичних процесів не відбувається [4; 6; 8; 17]. Однак, як видно з даних, представлених у таблиці 5, у висококваліфікованих спортсменів-стрибунів під час виконання стрибків відзначається активізація анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні, що спростовує класичні уявлення про енергозабезпечення подібної вибухової роботи швидко-силового характеру. При цьому кращий спортивний результат у стрибках із жердиною поєднується з вищою HLа в крові, а під час виконання стрибків у довжину, навпаки, кращий спортивний результат відзначається при нижчій HLа в крові. Факти підвищеної активності анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні стрибків, а також різний її вплив на спортивний результат висококваліфікованих спортсменів-стрибунів вимагає подальшого вивчення та подальшої корекції спортивної підготовки спортсменів-стрибунів.

ТАБЛИЦЯ 4 – Критерії оцінки рівня тренуваності по змінах потужності тестового анаеробного навантаження (W_{max}) та концентрації лактату в крові (HLа) у кваліфікованих спортсменів різної спеціалізації (на прикладі бігу на дистанції 100 м, 800 м, 5 000 м)

Спортивна спеціалізація	Вид тестового навантаження	
	15-секундне навантаження максимальної інтенсивності (W_{max} 15с), анаеробний креатинфосфатний механізм енергозабезпечення	60-секундне навантаження близько максимальної інтенсивності (W_{max} 60с), анаеробний гліколітичний механізм енергозабезпечення
Біг на дистанції 100 м	збільшення W_{max} 15с, зменшення HLа	збільшення W_{max} 60с, зменшення HLа
Біг на дистанції 800 м	збільшення W_{max} 15с, збільшення HLа	збільшення W_{max} 15с, збільшення HLа <i>у разі збільшення тривалості тесту:</i> збільшення W_{max} 60с, зменшення HLа внаслідок більшого залучення аеробних процесів в енергозабезпечення
Біг на дистанції 5 000 м	збільшення W_{max} 15с, збільшення HLа	збільшення W_{max} 60с, зменшення HLа внаслідок більшого залучення аеробних процесів в енергозабезпечення
Примітка:	- оцінка результатів завжди повинна проводитись із зіставленням значень HLа та W_{max} ; - враховуючи «напруженість від ацидозу» за умов анаеробного гліколізу факт меншого утворення HLа при збільшенні W_{max} завжди є більш прогностично сприятливим для оцінки рівня тренуваності	

ТАБЛИЦЯ 5 – Концентрація лактату (HLа, ммоль·л⁻¹) у крові на 3-й хвилині відновлювального періоду у кваліфікованих спортсменів-стрибунів після виконання змагальної програми, n = 17

Вид змагальної програми	Спортивний результат, м	Концентрація лактату, HLа, ммоль·л ⁻¹
Стрибки із жердиною, n = 6	5,50 – 5,83 м	6,02 – 12,1
Стрибки в довжину, n = 6	8,09 – 8,18 м	8,79 – 14,0
Стрибки у висоту, n = 5	2,28 – 2,31 м	3,63 – 7,23

Висновки. 1. Під час виконання навантажень максимальної та близько максимальної інтенсивності співвідношення анаеробних креатинфосфатних та гліколітичних механізмів енергозабезпечення у висококваліфікованих спортсменів залежить від особливостей їхньої довгострокової адаптації до тренувальних навантажень.

2. У спортсменів-спринтерів високий рівень фізичної працездатності під час виконання як 15-секундного, так і 60-секундного навантаження максимальної інтенсивності в основному залежить від мобілізації анаеробного креатинфосфатного механізму енергозабезпечення, а у спортсменів-бігунів на середні дистанції — від мобілізації анаеробних гліколітичних механізмів.

3. У спортсменів-стаєрів висока працездатність при короткочасній роботі (до 20 секунд) залежить від анаеробних гліколітичних механізмів, а зі збільшенням тривалості навантаження (60—90 секунд і більше) — від мобілізації аеробних механізмів енергозабезпечення.

4. Для оцінки рівня тренуваності спортсменів по змінах потужності тестового навантаження та концентрації лактату в крові оцінка результатів завжди повинна проводитись із зіставленням значень $\dot{V}_{O_{2\max}}$ та $W_{\max}$.

5. Враховуючи обмежуюче значення ацидозу для прояву працездатності за умов навантажень із переважно анаеробним гліколітичним енергозабезпеченням, факт меншого утворення HLa при збільшенні $W_{\max}$ свідчить про більше залучення аеробних процесів в енергозабезпечення, що дозволить спортсмену продемонструвати високу фізичну працездатність без зайвого напруження регуляторних механізмів адаптації, і є більш прогностично сприятливим для оцінки рівня тренуваності.

6. У висококваліфікованих спортсменів під час виконання різних видів стрибків відзначається активізація анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні. Кращий спортивний результат у стрибках із жердиною поєднується з вищою HLa в крові, а під час виконання стрибків у довжину, навпаки, кращий спортивний результат відзначається при нижчій HLa в крові. Різний вплив підвищеної активності анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні на спортивний результат висококваліфікованих спортсменів-стрибунів вимагає подальшого його вивчення для проведення корекції спортивної підготовки спортсменів-стрибунів.

Література

1. Лисенко ОМ. Зміни фізіологічної реактивності дихальної системи на зрушення дихального гомеостазу при застосуванні комплексу засобів стимуляції працездатності [Changes in the physiological reactivity of the respiratory system to shifts in respiratory homeostasis when using a complex of performance-enhancing agents]. *Фізіологічний журнал*. 2012;58(5):70–77.
2. Лисенко О. Особливості мобілізації енергетичних механізмів при виконанні фізичних навантажень різного характеру у легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на різні дистанції [Features of mobilization of energy mechanisms when performing physical exertion of various nature in track and field athletes specializing in running at various distances]. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2000;(1):47–50.
3. Міщенко ВС, Лисенко ОМ, Виноградов ВЄ. Типи фізіологічної реактивності системи дихання і специфіка прояву спеціальної працездатності спортсменів [Types of physiological reactivity of the respiratory system and the specifics of the manifestation of special performance of athletes]. *Фізіологічний журнал*. 2006;52(4):69–77.
4. Платонов ВМ. Сучасна система спортивного тренування [Modern sports training system]. Київ: Перша друкарня; 2020. 704 с.
5. Шинкарук ОА, Лисенко ОМ, Гуніна ЛМ, Карленко ВП, Земцова ІІ, Олішевський СВ, Тайболіна ЛО, Самуйленко ВЄ, та ін. Медико-біологічне забезпечення підготовки спортсменів збірних команд України з олімпійських видів спорту [Medical and biological support for the training of athletes of the national teams of Ukraine in Olympic sports]. *Методичний посібник*. Київ: Олімп. л-ра; 2009. 144 с.
6. Alghannam AF, Ghaith MM, Alhussain MH. Regulation of Energy Substrate Metabolism in Endurance Exercise. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(9):4963. DOI: 10.3390/ijerph18094963.
7. Alvarenga RL and Souza MN. Lactate Thresholds by Bioelectrical Impedance Spectroscopy. *JEPonline*. 2009; 12(5):22–33.

8. Andersson EP, Noordhof DA, de Koning JJ, Stöggli TL, Björklund G. Editorial: Anaerobic Energy/Work Supply in Endurance Activities-The Importance and Effect of Computational Method. *Front Sports Act Living*. 2021;(3):777419. DOI: 10.3389/fspor.2021.777419.
9. Ball D, Burrows C, Sargeant AJ. Human power output during repeated sprint cycle exercise: the influence of thermal stress. *Europ. J. of Appl. Physiol*. 1999;79(4):360–366.
10. Brochhagen J, Hoppe MW. Validation of the metabolic power model during three intermittent running-based exercises with emphasis on aerobic and anaerobic energy supply. *Front Sports Act Living*. 2025;(7):1583313. DOI: 10.3389/fspor.2025.1583313.
11. Dekkerle J, Baron B, Dupont L, Vanvelcenaher J, Pelayo P. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. *Eur J. of Appl. Physiol*. 2003;89(3–4):281–288.
12. Deng A, Zhang T, Chen A. Challenges in learning aerobic and anaerobic concepts: an interpretative understanding from the cognitive load theory perspective. *Phys Educ Sport Pedagogy*. 2021;26(6):633–648. DOI: 10.1080/17408989.2020.1849595.
13. Gastin PB, Lawson DL. Influence of training status on maximal accumulated oxygen deficit during all-out cycle exercise. *Europ. J. of Appl. Physiol.*, Berlin. 1994;69(4):321–330.
14. Greenhaff PL, Timmons JA. Interaction between aerobic and anaerobic metabolism during intense muscle contraction. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 1998;(26):1–36.
15. Hargreaves M, Spriet LL. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nat Metab*. 2020;2(9):817–828. DOI: 10.1038/s42255-020-0251-4.
16. Hollmann W, Hettinger T. *Sportmedizin Arbeit und Trainingsgrundlagen*. Stuttgart: New York; 1980. 773 s.
17. Ikeda S, Muratomi K, Furuhashi Y, Maemura H. Effects of sex differences on energy providing capacities during short duration high-intensity

exercise: focusing on changes in exercise duration. *J Sports Med Phys Fitness*. 2025;65(3):347–353. DOI: 10.23736/S0022-4707.24.16426-2.

18. Lan Y, Wu Y, Chen J, Zhou W, Tian S. Energy metabolism characteristics of sprinters in speed endurance training with different intermittent rest periods. *Sci Rep*. 2025;15(1):34209. DOI: 10.1038/s41598-025-15774-3.

19. Le Hyaric A, Aftalion A, Hanley B. Modelling the optimization of world-class 400 m and 1,500 m running performances using high-resolution data. *Front Sports Act Living*. 2024;(6):1293145 DOI: 10.3389/fspor.2024.1293145.

20. Lysenko Olena. Cardiorespiratory responseveness and manifestations of energy potential for elite athletes. *Research Yearbook. Studies in Physical Education and Sport*. 2007;13(2):235–238.

21. do Nascimento Salvador PC, Dal Pupo J, De Lucas RD, de Aguiar RA, Arins FB, Guglielmo LG. The VO_2 Kinetics of Maximal and Supramaximal Running Exercises in Sprinters and Middle-Distance Runners. *J Strength Cond Res*. 2016;30(10):2857–63. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001366.

22. Santos JA, Affonso HO, Boullosa D, Pereira TMC, Fernandes RJ, Conceição F. Extreme blood lactate rising after very short efforts in top-level

track and field male sprinters. *Res Sports Med*. 2022;30(5):566–572. DOI: 10.1080/15438627.2021.1917406.

23. Scott CB, Djurisic ZM. The Metabolic Oxidation of Glucose: Thermodynamic Considerations for Anaerobic and Aerobic Energy Expenditure. *JEPonline*. 2008;11(4):34–43.

24. Siegler JC. Active and passive recovery and acid-base kinetics following multiple bouts of intense exercise to exhaustion. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2006; (16):92–107.

25. Stellingwerff, T, Bovim, IM, & Whitfield, J. Contemporary Nutrition Interventions to Optimize Performance in Middle-Distance Runners. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2019;29(2):106–116.

26. Weltman A. The blood lactate response to exercise (current issues in Exercise science). *Human Kinetic Publishers*;1995. 128 p.

27. Wilmore JH. *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign: Human Kinetics; 1994. 549 p.

ORCID 0000-0002-1239-2596, markizalus14@gmail.com

Дата першого надходження статті до видання: 24.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 15.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Функціональні реакції артеріальних судин юнаків на вправи різного типу залежно від тренувального профілю

УДК 612.135:796.015.132–053.6

**Г. В. Лук'янцева¹, О. М. Бакуновський^{1,2,3},
С. С. Малюга¹**

¹Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

²Міжнародний центр астрономічних та медико-екологічних досліджень при Президії НАН України, Київ, Україна

³Інститут фізіології імені О.О. Богомольця НАН України, Київ, Україна

Резюме. *Мета.* Порівняти функціональні зміни судинного русла юнаків у відповідь на фізичні вправи динамічного, статичного та статодинамічного характеру залежно від типу їх тренуваності. *Методи.* Обстежено 34 юнаків віком 21–22 років, поділених на три групи: бодибілдері (n = 11), фітнес (n = 11) і нетреновані (n = 12). Функціональні проби передбачали виконання вправ різного типу. Реєстрацію показників судинного русла здійснювали методом тетрапольної реоплетизмографії. Аналізували загальний і питомий периферійний опір, тонус артерій різного калібру, дикротичний і діастолічний індекси. *Результати.* У бодибілдерів зафіксовано найбільш збалансовану та ефективну судинну реакцію: зниження опору та тонуусу артерій після всіх типів навантаження зі швидким відновленням. У фітнес-групі відзначено вазодилатаційну реакцію після виконання динамічних вправ, але нестійкі зміни при статичних і комбінованих зусиллях. Нетреновані учасники демонстрували найменшу адаптивність, з підвищенням судинного опору після статичних і статодинамічних вправ та повільним відновленням. Особливості динаміки дикротичного та діастолічного індексів свідчать про переваги тренуваних осіб у здатності до регуляції гемодинаміки. *Висновки.* Тип фізичних вправ визначає характер судинної відповіді: фітнес формує адаптацію до динамічних навантажень, бодибілдинг – до статичних і комбінованих. У тренуваних юнаків судинна реакція контрольована й ефективна, тоді як у нетренованих переважає симпатно-адреналова відповідь за відсутності вазодилаторного балансу.

Ключові слова: фізичні вправи, кровоносні судини, судинна реакція, гемодинаміка, юнаки

Functional Vascular Responses of Young Men to Different Types of Physical Exercise Depending on Their Training Profile

H. V. Lukyantseva¹, O. M. Bakunovskiy^{1,2,3} S. S. Malyuha¹

¹National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

²International Center for Astronomical and Medico-Ecological Research under Presidium of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

³Bogomoletz Institute of Physiology NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. *Aim.* To compare the functional changes in the vascular system of young men in response to dynamic, static, and statodynamic exercises depending on their training status. *Methods.* The study involved 34 males aged 21–22, divided into three groups: bodybuilders (n = 11), fitness practitioners (n = 11), and untrained individuals (n = 12). Functional tests included exercises of different types. Vascular parameters

were assessed using tetrapolar rheoplethysmography. The analysis included total and specific peripheral resistance, arterial tone at different calibers, as well as diastolic and diastolic indices. *Results.* Bodybuilders showed the most balanced and efficient vascular response, with a reduction in resistance and arterial tone after all types of exercise and rapid recovery. The fitness group exhibited a vasodilatory response after dynamic exercise, but unstable vascular changes under static and combined efforts. Untrained individuals demonstrated the lowest adaptability, with increased vascular resistance after static and statodynamic exercises and slow recovery. The dynamics of diastolic and diastolic indices highlighted the advantages of trained individuals in hemodynamic regulation. *Conclusion.* The type of physical exercise determines the pattern of vascular response: fitness training fosters adaptation to dynamic loading, while bodybuilding enhances the ability to respond to static and combined efforts. Trained young men exhibit more controlled and efficient vascular reactions, whereas untrained individuals predominantly show a sympathoadrenal response with limited vasodilatory compensation.

Keywords: physical exercise, blood vessels, vascular response, hemodynamics, young men.

Вступ. Функціональний стан судинного русла є одним із ключових факторів, що визначають ефективність системи кровообігу в умовах тренувальних навантажень [1; 2]. У підлітковому та юнацькому віці, коли тривають процеси морфофункціонального дозрівання, особливості судинної реакції на м'язову роботу набувають особливого значення, адже саме в цей період формуються довготривалі адаптаційні механізми, що зумовлюють стійкість організму до фізичних і психоемоційних навантажень у дорослому віці [3–5]. З-поміж численних факторів, що впливають на судинну відповідь, провідну роль відіграє характер і систематичність рухової активності. Регулярні заняття фізичними вправами сприяють формуванню типоспецифічних адаптацій гемодинаміки, які проявляються в зміні тону артерій, величини периферійного опору та еластичних властивостей судин тощо [6–9]. У цьому контексті особливий інтерес становить порівняння реакції судинного русла на фізичні вправи різного типу – динамічні, статичні та комбіновані – в осіб, які мають різну структуру тренувального процесу або не займаються спортом узагалі.

Незважаючи на значну кількість досліджень, присвячених кардіогемодинаміці в спортсменів [10–15], питання специфіки периферійної судинної реакції в представників різних напрямів фітнесу й силових тренувань залишається недостатньо вивченим. Окремого уточнення потребує також реактивність артеріального русла у відповідь на статодинамічні впливи, які поєднують елементи ізометричного та ізотонічного навантаження. З огляду на це, метою дослідження стало порівняльне вивчення

функціональних реакцій судинного русла юнаків на фізичні вправи різного типу залежно від рівня та профілю їх тренуваності.

Зв'язок роботи з важливими науковими програмами або практичними завданнями. Дослідження виконано в межах науково-дослідної роботи НУФВСУ «Вплив екзогенних та ендогенних чинників на перебіг адаптаційних реакцій організму до фізичних навантажень різної інтенсивності» (державний реєстраційний номер 012U108187).

Мета роботи – провести порівняльний аналіз функціональних змін судинного русла в юнаків під впливом фізичних вправ динамічного, статичного та статодинамічного характеру залежно від профілю їх тренуваності.

Методи й організація дослідження. Дослідження проведено в лабораторії кафедри медичної біології та спортивної дієтології НУФВСУ. Обстежено 34 юнаків 21–22 років без шкідливих звичок і без суттєвих відмінностей за зростом та масою тіла; сформовано три групи: бодибілдінг із переважанням статичних вправ (Б, $n = 11$), фітнес із переважанням динамічних вправ (Ф, $n = 11$) і нетреновані (Н, $n = 12$). Дослідження виконано з дотриманням міжнародних біоетичних норм і законодавства України; усі учасники надали письмову інформовану згоду. Проводили три функціональні проби з використанням різних типів вправ: динамічних (далі – ДВ), статичних на рівні 50 % від максимальної станової сили (далі – СВ) та статодинамічних (далі – СДВ). Попередньо визначали максимальну станову силу (далі – МСС) із застосуванням станового динамометра ДС-200. Динамічну пробу виконували

як модифіковану пробу Мартіне — Кушелевського (20 присідань за 30 с). Статичну пробу проводили на становому динамометрі ДС-200 у вигляді утримання протягом 20 с зусилля, що становило 50 % МСС; відлік часу розпочинали з моменту фіксації необхідного силового рівня на шкалі приладу. Статодинамічну пробу виконували також із застосуванням ДС-200: до рукоятки динамометра кріпили складену вчетверо гумову стрічку для фітнесу (50С4500 мм) із дуже високим рівнем опору (Х-heavy), після чого учасник, утримуючи руки зігнутими в ліктьових суглобах під кутом 90°, протягом 20 с 20 разів відтворював силові зусилля в діапазоні 25–50 % МСС завдяки плавним рухам у поперековому відділі хребта без рухів у руках. У кожного з учасників реєстрували тетраполярну грудну реоплетизмограму за допомогою комп'ютеризованого діагностичного комплексу «Кардіо+». Аналізували такі параметри гемодинаміки: загальний периферійний опір (далі — ЗПО), питомий периферійний опір (далі — ППО), дикротичний індекс (далі — ДКІн), дістолічний індекс (далі — ДСІн), тонус всіх артерій (далі — ТВА), тонус артерій великого калібру (далі — ТАВ), тонус артерій

середнього й малого калібру (далі — ТАДС). Дані наведено в одиницях SI.

Статистичний аналіз передбачав параметричну описову статистику ($\bar{x}$, S , m) та t-критерій Стюдента для залежних і незалежних вибірок; нормальність розподілу перевіряли критерієм Шапіро — Уїлка. Розрахунки виконано в IBM SPSS Statistics 26, рівень значущості — $p = 0,05$.

Результати. Реакцію судинного русла всіх обстежених юнаків на виконання вправ динамічного характеру представлено в таблиці 1.

Після виконання динамічних вправ у всіх трьох групах зафіксовано виражену вазодилатацію, що проявлялося зниженням загального та питомого периферійного опору (далі — ЗПО і ППО) одразу після проби з подальшим поступовим зростанням протягом трьох хвилин відновлення. Найбільше достовірне зниження ЗПО і ППО зафіксовано в групі бодибілдерів, де ЗПО зменшився на 29,5 %, а ППО — на 29,4 %, що свідчить про високу судинну реактивність у відповідь на динамічну м'язову роботу. У групі фітнесу спостерігали дещо меншу, але теж достовірну динаміку зниження опору (ЗПО — 19,2 % і ППО — 18,5 % відповідно).

ТАБЛИЦЯ 1 — Динаміка функціонування артеріальних судин після виконання динамічних вправ ($\bar{x} \pm m$)

Параметр	Гр.	До ДВ	Одразу після ДВ	Через 1 хв після ДВ	Через 2 хв після ДВ	Через 3 хв після ДВ
ЗПО, дин*с* см	Н, n = 12	1470,5 ± 198,5	1136,5 ± 142,8*	1268,9 ± 186,1*	1348,9 ± 179,6*	1433,6 ± 190,0
	Б, n = 11	1176,9 ± 67,1^	829,3 ± 46,6 ^	944,5 ± 60,8^*	1054,7 ± 47,6^*	1146,5 ± 64,2^
	Ф, n = 11	1322,8 ± 44,4^#	1069,1 ± 57,4^#	1140,5 ± 54,8^#	1227,5 ± 61,1^#	1309,7 ± 46,5^#
ППО, у.о.	Н, n = 12	36,8 ± 7,2	28,4 ± 5,4*	31,7 ± 6,7*	33,8 ± 6,7*	35,9 ± 7,1
	Б, n = 11	28,9 ± 4,0^	20,4 ± 3,0^*	23,2 ± 3,5^*	25,9 ± 3,2^*	28,2 ± 3,8^
	Ф, n = 11	31,4 ± 3,1^#	25,6 ± 3,0^#	27,3 ± 3,2^#	29,4 ± 3,4^#	31,4 ± 3,2^#
ДКІн, %	Н, n = 12	60,4 ± 1,6	46,9 ± 1,4*	50,7 ± 1,3*	54,7 ± 1,3*	59,3 ± 1,3
	Б, n = 11	48,9 ± 1,0^	43,7 ± 0,8^*	45,2 ± 0,7^*	46,7 ± 0,6^*	48,6 ± 0,9^
	Ф, n = 11	55,1 ± 1,1^#	51,3 ± 1,1^#	52,6 ± 1,1^#	53,6 ± 1,1^#	54,9 ± 1,1^#
ДСІн, %	Н, n = 12	61,4 ± 2,0	66,4 ± 1,8*	64,7 ± 2,0*	63,7 ± 1,9	62,6 ± 2,0
	Б, n = 11	50,1 ± 0,6^	53,4 ± 0,9^*	46,2 ± 0,9^*	47,8 ± 0,6^*	49,5 ± 0,6^
	Ф, n = 11	56,2 ± 1,0^#	52,6 ± 0,7^*	53,7 ± 0,8^#	54,7 ± 0,9^#	56,0 ± 1,1^#
ТВА, %	Н, n = 12	26,1 ± 0,9	28,3 ± 0,7*	27,6 ± 0,8*	27,1 ± 1,0*	26,4 ± 1,0
	Б, n = 11	19,4 ± 0,6^	17,2 ± 0,8^*	17,8 ± 0,8^	18,4 ± 0,7^	19,1 ± 0,6^
	Ф, n = 11	22,7 ± 0,9^#	20,8 ± 1,0^#	21,4 ± 1,0^#	22,0 ± 1,0^#	22,6 ± 1,0^#
ТАВ, %	Н, n = 12	11,3 ± 1,1	12,8 ± 1,1*	12,3 ± 1,2*	11,9 ± 1,3	11,7 ± 1,2
	Б, n = 11	6,7 ± 0,4^	5,9 ± 0,4^*	6,2 ± 0,5^*	6,5 ± 0,5^	6,7 ± 0,4^
	Ф, n = 11	8,5 ± 0,4^#	7,7 ± 0,4^#	7,9 ± 0,4^#	8,2 ± 0,4^#	8,4 ± 0,4^#
ТАДС, %	Н, n = 12	17,3 ± 1,1	15,3 ± 1,2*	15,8 ± 1,1*	16,3 ± 1,1*	16,9 ± 1,1
	Б, n = 11	12,1 ± 0,8^	10,1 ± 0,9^*	10,7 ± 0,9^*	11,3 ± 0,8^*	11,8 ± 0,8^
	Ф, n = 11	13,9 ± 0,6^#	12,8 ± 0,6^#	13,1 ± 0,6^#	13,4 ± 0,5^#	13,8 ± 0,5^#

Примітка. Тут і надалі: * — засвідчує статистично достовірну різницю зі значенням цього параметра власної групи у вихідному стані, $p < 0,05$; ^ — засвідчує статистично достовірну різницю зі значенням цього параметра в групі нетренованих осіб, $p < 0,05$; # — засвідчує статистично достовірну різницю зі значенням цього параметра в групі бодибілдерів, $p < 0,05$.

У нетренованих осіб зниження було менш вираженим (ЗПО –22,7 %; ППО –22,8 %) і супроводжувалося затримкою у відновленні початкових значень.

Динаміка дикротичного та діастолічного індексів у тренуваних групах засвідчила більш гармонійне функціонування артеріального русла: у бодибілдерів ці показники нормалізувалися до 3 хв, тоді як у нетренованих осіб спостерігалася їх персистенція з ознаками компенсації. У фітнес-групі дикротичний індекс зменшився на 7 % відносно вихідного рівня, а діастолічний індекс залишався в межах фізіологічної норми. Стосовно тонуусу артерій, найменший ТАВ та ТАДС спостерігався в бодибілдерів, що відображає ефективне судинне розслаблення; нетреновані особи характеризувалися більш тривалим утриманням підвищеного тонуусу. В усіх групах протягом 3-хвилинного періоду реєструвалося поступове повернення гемодинамічних показників до вихідного стану, з найвищою швидкістю відновлення в тренуваних.

У таблиці 2 наведено реакцію судинного русла обстежених юнаків на виконання вправ статичного характеру.

Після виконання ізометричного навантаження зусиллям 50 % від МСС у нетренованих

осіб спостерігався різко виражений вазоконстрикторний ефект — приріст ЗПО становив 38 %, ППО — 36,6 %, дикротичний індекс — 19,1 %. Така реакція свідчить про активацію симпатичного відділу автономної нервової системи й знижену толерантність судин до статичного стресу.

У фітнес-групі реакція також передбачала значне підвищення судинного опору одразу після проби (ЗПО +34,8 %), але відновлення було більш динамічним і повним. У бодибілдерів жодної статистично значущої зміни ЗПО та ППО одразу після виконання вправ не виявлено, натомість через 1 хвилину фіксувалося їх достовірне зниження (–21,5 % ЗПО; –21,7 % ППО), що вказує на відстрочений, але більш ефективний механізм судинної адаптації.

Дикротичний та діастолічний індекси в нетренованих осіб демонстрували парадоксальне підвищення, яке могло бути компенсаторною реакцією на підвищений артеріальний тонуус. Водночас у бодибілдерів ці показники зменшувалися одразу після проби, що узгоджується з більш збалансованою реакцією гемодинаміки. Тонуус артерій усіх калібрів також підвищувався в нетренованих та фітнес-групі, тоді як у бодибілдерів не виявлено значущого приросту, що свідчить про стабільність судинної регуляції

ТАБЛИЦЯ 2 — Динаміка функціонування артеріальних судин після статичних вправ потужністю 50 % максимальної станової сили, ($\bar{x} \pm t$)

Параметр	Гр.	До СВ	Одразу після СВ	Через 1 хв після СВ	Через 2 хв після СВ	Через 3 хв після СВ
ЗПО, дин*с* см	Н, n = 12	1474,5 ± 176,4	2034,8 ± 124,4*	1378,0 ± 88,4*	1420,9 ± 114,0*	1470,8 ± 134,3
	Б, n = 11	1127,5 ± 89,3^	1146,3 ± 76,2^*	884,4 ± 51,9^*	984,3 ± 52,8^*	1119,0 ± 78,0
	Ф, n = 11	1312,4 ± 45,5^#	1768,9 ± 86,7^#*	1175,1 ± 71,0^#*	1217,8 ± 42,8^#	1272,2 ± 38,4^*
ППО, у.о.	Н, n = 12	37,2 ± 6,5	50,8 ± 7,3*	34,4 ± 5,2*	35,5 ± 5,9	36,8 ± 6,1^#
	Б, n = 11	27,7 ± 3,7^	28,1 ± 3,2^	21,7 ± 2,5^*	24,2 ± 2,9^*	27,5 ± 3,4
	Ф, n = 11	31,4 ± 2,4^#	42,3 ± 4,2^#*	28,2 ± 3,6^#*	29,1 ± 2,6^#	30,4 ± 2,1^
ДКІн, %	Н, n = 12	60,8 ± 1,9	72,4 ± 1,9	55,8 ± 2,0*	57,8 ± 2,0	60,0 ± 1,8
	Б, n = 11	48,2 ± 1,9^	42,1 ± 1,7^*	44,3 ± 1,8^*	46,2 ± 1,8^*	48,1 ± 1,8^
	Ф, n = 11	55,5 ± 1,8^#	69,2 ± 2,1^#*	50,7 ± 1,9^#*	52,9 ± 2,0^#*	55,2 ± 2,0^#
ДСІн, %	Н, n = 12	60,4 ± 1,7	66,7 ± 1,8*	64,8 ± 1,4*	62,8 ± 1,3	61,4 ± 1,4
	Б, n = 11	50,6 ± 1,3^	45,6 ± 1,4^*	47,1 ± 1,4^*	48,8 ± 1,5^	50,4 ± 1,2^
	Ф, n = 11	55,0 ± 2,0^#	61,2 ± 1,8^#*	58,8 ± 1,6^#*	57,2 ± 1,6^#	55,7 ± 1,8^#
ТВА, %	Н, n = 12	27,1 ± 2,8	30,4 ± 3,0*	25,3 ± 3,2	26,1 ± 2,3	27,0 ± 2,6
	Б, n = 11	19,7 ± 0,4^	21,1 ± 0,7^*	18,8 ± 0,4^*	19,3 ± 0,3^	19,6 ± 0,4^
	Ф, n = 11	22,3 ± 1,6^#	27,1 ± 1,2^#*	19,5 ± 1,9^#*	20,8 ± 2,0^#*	22,0 ± 1,7^#
ТАВ, %	Н, n = 12	10,4 ± 0,5	11,6 ± 0,4*	11,3 ± 0,3	11,0 ± 0,4	10,6 ± 0,5
	Б, n = 11	6,9 ± 0,2^	7,6 ± 0,3^*	7,3 ± 0,2^*	7,1 ± 0,2^	6,9 ± 0,2^
	Ф, n = 11	8,1 ± 0,3^#	9,5 ± 0,2^#*	9,2 ± 0,3^#*	8,8 ± 0,3^#*	8,4 ± 0,4^#
ТАДС, %	Н, n = 12	16,6 ± 0,8	19,4 ± 0,9	15,0 ± 0,5	15,7 ± 0,7	16,1 ± 0,8
	Б, n = 11	11,8 ± 0,5^	11,2 ± 0,5^*	11,5 ± 0,5^	11,6 ± 0,5#	11,8 ± 0,5^
	Ф, n = 11	14,1 ± 1,0^#	17,2 ± 0,9^#*	12,3 ± 0,3^#	13,2 ± 0,3^#	13,8 ± 0,9^#

навіть в умовах потужного перетискання кровоносних судин під час ізометричного зусилля.

Зміни параметрів функціонування кровоносних судин обстежених юнаків на виконання вправ статодинамічного характеру представлені в таблиці 3. Як можна побачити з табл. 3, у відповідь на комбіноване навантаження статодинамічного характеру тренувані особи демонстрували протилежні вектори гемодинамічної відповіді.

У групі фітнесу одразу після проби ЗПО та ППО суттєво зросли (на 30,3 % і 30,7 % відповідно), що вказує на наявність елементів судинного спазму або недостатню пристосованість до змішаного типу навантаження. У бодибілдерів навпаки — після СДВ спостерігалось достовірне зниження ЗПО на 17,9 % і ППО на 17,2 % із раннім відновленням вихідних значень до 3 хвилин. У нетренованих осіб зміни мали слабковиражений і нестійкий характер: після незначного зменшення судинного опору відбувалося його швидке повернення до базового рівня. Динаміка дикротичного та діастолічного індексів також відрізнялася: у фітнес-групі спостерігався їх сплеск (дикротичний індекс +13,9 %), тоді як у бодибілдерів вони залишалися в межах норми або знижувалися на тлі зменшення тону артерій. У нетренованих осіб показники залишалися нестабільними

з ознаками дезадаптації. Тонус артерій середнього й малого калібру в групі Б достовірно знижувався та повертався до норми, тоді як у фітнес-групі спостерігалось його підвищення. Це дає змогу припустити, що саме бодибілдінг з акцентом на ізометричні та статодинамічні компоненти тренує судини до адаптивної реакції при складному навантаженні.

Отримані результати демонструють чіткі відмінності в судинній відповіді на фізичне навантаження залежно від тренувального профілю учасників, що відображає різний ступінь функціональної спеціалізації судинного русла. Усі досліджувані типи вправ спричинили суттєві зміни показників центральної гемодинаміки, однак характер і спрямованість цих змін виявилися специфічними для кожної з груп. Юнаки, що регулярно виконують вправи динамічного типу (група фітнесу), виявили виражену вазодилатаційну відповідь на динамічне навантаження, яка характеризувалася зниженням загального та питомого периферійного опору вже в першу хвилину після завершення проби та поступовим поверненням до вихідних значень (рис. 1).

Така реакція є свідченням адекватного функціонального стану ендотелію, високої чутливості до вазоактивних метаболітів та ефективної роботи м'язової помпи. Водночас на змішані або статичні навантаження фітнес-група

ТАБЛИЦЯ 3 — Динаміка функціонування артеріальних судин після статодинамічних вправ ($\bar{x} \pm m$)

Параметр	Гр.	До СДВ	Одразу після СДВ	Через 1 хв після СДВ	Через 2 хв після СДВ	Через 3 хв після СДВ
ЗПО, дин*с* см	Н, n = 12	1534,1 ± 180,5	1425,7 ± 134,8*	1469,8 ± 137,0	1507,2 ± 161,1	1536,3 ± 176,5
	Б, n = 11	1163,3 ± 59,2 [^]	954,4 ± 31,7 ^{^*}	1125,2 ± 46,1 ^{^**}	1143,9 ± 41,9 [^]	1153,6 ± 56,7 [^]
	Ф, n = 11	1323,2 ± 64,9 ^{^#}	1724,0 ± 66,1 ^{^**}	1213,1 ± 35,7 ^{^*}	1247,4 ± 56,2 ^{^#}	1305,8 ± 41,1 ^{^#}
ППО, у.о.	Н, n = 12	38,5 ± 6,7	35,8 ± 6,3*	36,9 ± 6,9	37,8 ± 6,5	38,5 ± 6,7
	Б, n = 11	28,5 ± 3,1 [^]	23,6 ± 2,9 ^{^**}	27,2 ± 3,2 [^]	27,8 ± 3,3 [^]	28,3 ± 2,9 [^]
	Ф, n = 11	31,6 ± 2,5 ^{^#}	41,3 ± 4,1 ^{^**}	29,0 ± 2,4 ^{^**}	29,8 ± 2,1 ^{^**}	31,2 ± 2,5 ^{^#}
ДКІн, %	Н, n = 12	60,4 ± 1,4	56,5 ± 2,0*	57,9 ± 1,5*	59,0 ± 1,5	60,2 ± 1,4
	Б, n = 11	48,2 ± 1,3 [^]	44,0 ± 1,2 ^{^*}	45,4 ± 1,4 ^{^*}	46,7 ± 1,3 [^]	48,0 ± 1,3 [^]
	Ф, n = 11	55,1 ± 1,1 ^{^#}	62,8 ± 2,2 ^{^**}	51,9 ± 1,0 ^{^**}	53,9 ± 1,1 ^{^#}	54,6 ± 1,0 ^{^#}
ДСІн, %	Н, n = 12	60,6 ± 1,2	66,0 ± 1,4*	64,0 ± 1,4*	62,6 ± 1,1	61,3 ± 1,0
	Б, n = 11	49,6 ± 1,2 [^]	57,3 ± 1,0 ^{^*}	44,6 ± 0,8 ^{^*}	47,0 ± 1,0 ^{^*}	49,4 ± 1,1 [^]
	Ф, n = 11	55,5 ± 1,0 ^{^#}	60,5 ± 1,2 ^{^**}	51,7 ± 1,1 ^{^**}	54,4 ± 0,8 ^{^#}	55,1 ± 0,9 ^{^#}
ТВА, %	Н, n = 12	27,7 ± 1,1	31,5 ± 0,8*	30,2 ± 0,9*	28,8 ± 1,0	28,1 ± 1,1
	Б, n = 11	19,5 ± 0,9 [^]	17,2 ± 0,8 ^{^*}	18,0 ± 0,8 ^{^*}	18,7 ± 0,8 [^]	19,4 ± 0,9 [^]
	Ф, n = 11	23,0 ± 1,2 ^{^#}	27,1 ± 1,5 ^{^**}	25,7 ± 1,3 ^{^**}	24,3 ± 1,3 ^{^**}	23,3 ± 1,2 ^{^#}
ТАВ, %	Н, n = 12	11,2 ± 1,3	12,9 ± 1,2*	12,9 ± 1,1*	12,4 ± 1,1*	11,6 ± 1,3
	Б, n = 11	6,1 ± 0,4 [^]	5,4 ± 0,4 ^{^*}	5,6 ± 0,4 ^{^*}	5,8 ± 0,4 [^]	6,1 ± 0,4 [^]
	Ф, n = 11	9,1 ± 0,5 ^{^#}	10,5 ± 0,8 ^{^**}	10,0 ± 0,8 ^{^**}	9,6 ± 0,7 ^{^**}	9,2 ± 0,6 ^{^#}
ТАДС, %	Н, n = 12	17,8 ± 1,3	14,5 ± 1,4*	15,5 ± 1,3*	16,7 ± 1,3*	17,3 ± 1,3
	Б, n = 11	11,5 ± 0,7 [^]	9,7 ± 0,4 ^{^*}	10,0 ± 0,5 ^{^*}	10,8 ± 0,6 ^{^*}	11,3 ± 0,7 [^]
	Ф, n = 11	13,5 ± 0,7 ^{^#}	17,3 ± 0,9 ^{^**}	12,2 ± 0,7 ^{^**}	12,8 ± 0,7 ^{^**}	13,3 ± 0,6 ^{^#}

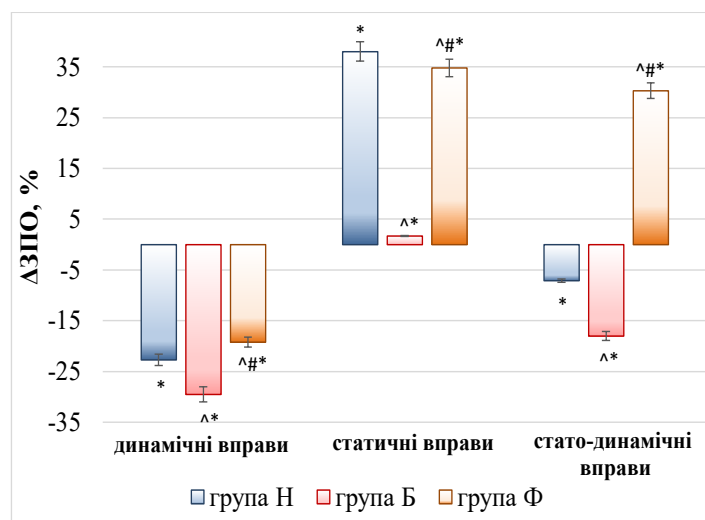


Рис. 1. Зміни Δ ЗПО одразу після виконання фізичних вправ різного типу

Примітка. Тут і надалі: * – засвідчує статистично достовірну різницю зі значенням цього параметра власної групи у вихідному стані, $p < 0,05$; ^Λ – засвідчує статистично достовірну різницю зі значенням цього параметра в групі нетренираних осіб, $p < 0,05$; # – засвідчує статистично достовірну різницю зі значенням цього параметра в групі бодибілдерів, $p < 0,05$.

реагувала менш стабільно: спостерігалось значне короточасне, підвищення судинного тону та периферійного опору, що може бути наслідком недостатньої адаптації до умов обмеженого венозного відтоку та підвищеного післянавантаження.

У групі бодибілдерів адаптація до статичних та статодинамічних навантажень виявилася найбільш збалансованою. Після динамічної проби спостерігалось швидке й значне зниження ЗПО та ППО, з високою швидкістю відновлення, що є свідченням економізації механізмів гемодинамічної регуляції. Особливістю цієї групи було також відстрочене, але виражене зниження опору після статичних вправ – явище, яке може бути результатом тренуваної здатності артерій до реактивної дилатації після компресії. У відповідь на СДВ бодибілдери демонстрували збереження судинного комплаєнсу без ознак спазму, що відображає інтегровану роботу пресорних і депресорних механізмів регуляції.

Нетреновані особи мали загалом менш стабільну та менш ефективну судинну реакцію. Після ДВ фіксували зниження ЗПО та ППО, однак темп відновлення був повільнішим, а після статичного навантаження – навпаки – спостерігалось різке підвищення опору, що свідчить про домінування симпат-адреналової реакції за відсутності достатньої вазодилатаційної противаги.

ДКІн, як відомо, відображає характер відбивної хвилі у фазі діастолі та є показником постнавантаження, тоді як ДСІн характеризує здатність артеріального русла підтримувати перфузійний тиск на тлі зниження серцевого викиду. У бодибілдерів ці індекси знижувалися після навантаження, що свідчить про зменшення периферійного опору та покращення артеріального комплаєнсу. У фітнес-групі динаміка цих індексів була більш варіабельною: після ДВ фіксувалося помірне зниження ДКІн і стабілізація ДСІн, тоді як після СВ та СДВ спостерігався короточасний їхній підйом, імовірно компенсаторного характеру. У нетренираних осіб ці індекси демонстрували парадоксальні коливання – підвищення після ізометричного навантаження і нестабільність після СДВ – що вказує на недостатню адаптацію механізмів артеріального ресентування до зміненої циркуляторної ситуації.

Інші параметри – тону артерій усіх калібрів (ТВА), артерій великого (ТАВ) та середнього/малого (ТАДС) калібрів – загалом узгоджувалися з динамікою ЗПО/ППО (рис. 2).

Зниження ТАВ і ТАДС в групі Б після всіх типів вправ свідчить про тренувану здатність до вазодилатації. У групі фітнесу показники мали тенденцію до нормалізації після ДВ, однак зростали після СВ і СДВ, що є характерною

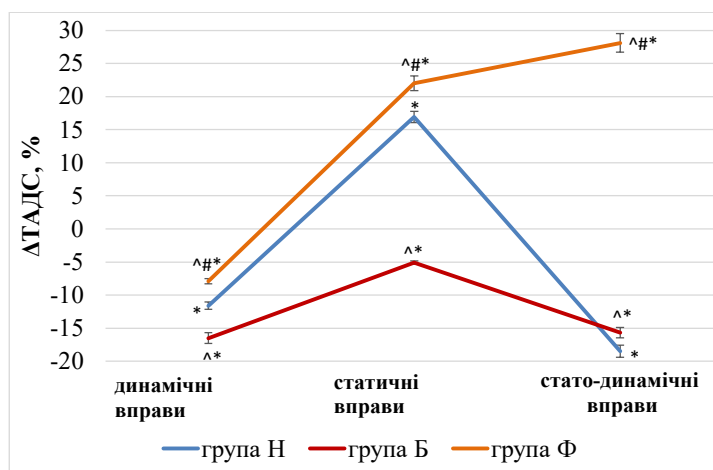


Рис. 2. Зміни $\Delta TACS$ одразу після виконання фізичних вправ різного типу

реакцією судин, менш пристосованих до компресійного впливу. У нетренованих осіб тонус залишався підвищеним, що підтверджує низьку адаптивність.

Так, різні види тренувального навантаження формують специфічні судинні фенотипи адаптації: фітнес — з орієнтацією на швидку регуляцію периферійного опору при динамічних змінах об'єму крові, що циркулює, бодібілдинг — зі здатністю до ефективного контролю артеріального тону в умовах навантажень на тлі підвищеного внутрішньосудинного тиску, тоді як у нетренованих осіб зберігається реакція симпатичного типу з недостатньою участю вазодилаторних механізмів.

Висновки. 1. Тип фізичного навантаження визначає характер судинної реакції: у тренуваних осіб спостерігається специфічна адаптація до того виду вправ, які переважають у їхній руховій активності — фітнес сприяє кращій переносимості динамічних навантажень,

бодібілдинг забезпечує ефективну реакцію на статичні та статодинамічні зусилля.

2. У тренуваних юнаків виявлено більш виражене й контрольоване зниження периферійного опору та тону артерій після фізичного навантаження, що свідчить про наявність ефективних механізмів вазодилатації, підтримки артеріального комплаєнсу й стабілізації гемодинаміки.

3. У нетренованих осіб судинна реакція є найменш ефективною: після статичних і статодинамічних вправ фіксується різке підвищення судинного тону, нестабільність показників опору та уповільнене відновлення, що вказує на недостатність адаптаційних механізмів регуляції кровообігу.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні тривалих ефектів різних типів вправ на судинну реактивність, а також у визначенні статевих та вікових залежностей гемодинамічної адаптації.

Література

1. Talbot JS, Perkins DR, Dawkins TG, Lord RN, Oliver JL, Lloyd RS, McManus AM, Stembridge M, Pugh CJA. Flow-mediated dilation is modified by exercise training status during childhood and adolescence: preliminary evidence of the youth athlete's artery. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2024;327(2):H331–H339. DOI: 10.1152/ajpheart.00287.2024.
2. Haferancke J, Baumgartner L, Dettnerhofer M, Huber S, Mühlbauer F, Engl T, Wasserfurth P, Köhler K, Oberhoffer R, Schulz T, Freilinger S. Molecular Drivers of Vascular Adaptation in Young Athletes: An Integrative Analysis of Endothelial, Metabolic and Lipoprotein Biomarkers. *Biomolecules.* 2025;15(12):1726.
3. Shakhlina L, Futorni S, Sokha T, Maslova O, Chistyakova M, Chernyakova O. et al. Medical and biological fundamentals of young athletes' training. *Slobozhanskyi herald of science and sport.* 2023;27(4):185–92.
4. Baumgartner L, Weberruß H, Oberhoffer-Fritz R, Schulz T. Vascular Structure and Function in Children and Adolescents: What Impact Do Phys-

ical Activity, Health-Related Physical Fitness, and Exercise Have? *Front Pediatr.* 2020;8:103. DOI: 10.3389/fped.2020.00103.

5. Малюга СС. Зміни системи кровообігу в період швидкого відновлення у осіб, які займаються бодібілдингом [Changes in the circulatory system during the rapid recovery period in individuals engaged in bodybuilding]. Київ; 2023. 254 с.

6. Saladini F. Effects of Different Kinds of Physical Activity on Vascular Function. *J Clin Med.* 2023;13(1):152. DOI: 10.3390/jcm13010152.

7. Лук'янцева ГВ, Пастухова ВА, Бакуновський ОМ, Малюга СС, Олійник ТМ. Особливості структурно-функціональних змін показників системи кровообігу осіб, які займаються бодібілдингом [Structural and functional characteristics of changes in circulatory system parameters in individuals engaged in bodybuilding]. *Вісник проблем біології і медицини.* 2020;4(158):31–35.

8. Pierce DR, Doma K, Raiff H, Golledge J, Leicht AS. Influence of Exercise Mode on Post-exercise Arterial Stiffness and Pressure Wave

Measures in Healthy Adult Males. *Front Physiol.* 2018;9:1468. DOI: 10.3389/fphys.2018.01468.

9. Лазарєва ОБ, Леськів НВ. Сучасні підходи до корекції серцево-судинних ризиків у чоловіків з метаболічним синдромом [Modern approaches to the correction of cardiovascular risk in men with metabolic syndrome]. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія.* 2024;1:213–20.

10. Isath A, Koziol KJ, Martinez MW, Garber CE, Martinez MN, Emery MS, Baggish AL, Naidu SS, Lavie CJ, Arena R, Krittanawong C. Exercise and cardiovascular health: A state-of-the-art review. *Prog Cardiovasc Dis.* 2023;79:44–52.

11. Soynikov YaI, Lukyantseva HV. Reactive and adaptive changes of the cardiovascular system in men in response to different types of physical exercise: physiological and training context. *Вісник Черкаського університету, серія Біологія.* 2025;2:70–87. DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2025-2-70-87.

12. Van Ochten NA, Suckow E, Forbes L, Cornwell WK. The structural and functional aspects of exercise-induced cardiac remodeling and the

impact of exercise on cardiovascular outcomes. *Ann Med.* 2025;57(1):2499959.

13. Лук'янцева ГВ, Пастухова ВА, Скоробогатов АМ, Олійник ТМ, Хмельницька ЮК, Ільїн ВМ, et al. Електрокардіографічні особливості спортсменів різних видів спорту: фізіологічні адаптації та діагностичні ризики [Electrocardiographic features in athletes of different sports: physiological adaptations and diagnostic risks]. *Вісник проблем біології і медицини.* 2025;3(178):58–70.

14. Dausin C, Ruiz-Carmona S, Cauwenberghs N, De Bosscher R, Ntalianis E, Kuznetsova T et al. Cardiovascular adaptation to training load in endurance athletes: a longitudinal study. *Eur Heart J.* 2026 Jan 7:ehaf1018. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaf1018.

15. Romanchuk O, Guzii O, Mahlovanyi A, Smirnov I. Cardiorespiratory synchronization under the influence of strength endurance training. *Physical Rehabilitation and Recreational Health Technologies.* 2024;9(1):25–35. DOI: 10.15391/prrht.2024-9(1).04.

ORCID 0000-0002-8054-0108, hlukiantseva@uni-sport.edu.ua

ORCID 0000-0001-6546-1025, alexandr.bakunovskiy@uni-sport.edu.ua

ORCID 0000-0002-8833-3269, maliuha@uni-sport.edu.ua

Дата першого надходження статті до видання: 22.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 18.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Аеробна та анаеробна (лактатна) роботоздатність підлітків 11–12 років під впливом рухової активності в умовах різної метеоситуації

УДК 796.15-053.6:57.045: 616.96

**В. Є. Онищук¹, Т. Б. Кутек², Ю. М. Фурман²,
Р. Ф. Ахметов²**

¹Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, Вінниця, Україна

²Житомирський державний університет імені Івана Франка, Житомир, Україна

Резюме. *Мета.* Науково обґрунтувати доцільність занять у ДЮСШ з легкої атлетики, плавання і баскетболу підлітків 11–12 років чоловічої і жіночої статі для підвищення адаптації організму до несприятливих метеочинників. *Методи.* Теоретичний аналіз і узагальнення наукових джерел з теми статті, велоергометрія, методи математичної статистики. *Результати.* Встановлено, що коливання метеофакторів можуть впливати на функціональну підготовленість підлітків за показниками аеробної та анаеробної (лактатної) роботоздатності незалежно від статі. Відвідування підлітками спортивних секцій з легкої атлетики, плавання і баскетболу сприяють покращенню адаптивних можливостей організму за показниками PWC_{170} , $VO_{2\max}$ і МКЗМР в умовах несприятливої метеоситуації. У підлітків 11–12 років, фізична активність яких обмежувалася лише уроками фізичної культури, вищезгадані показники за несприятливого типу погоди зазнають вірогідного зниження незалежно від статі. *Висновки.* Узагальнення отриманих результатів дослідження засвідчило, що незалежно від статі у підлітків 11–12 років, фізичне виховання яких обмежувалося лише уроками фізичної культури, абсолютні й відносні показники PWC_{170} , $VO_{2\max}$ та МКЗМР за III типу погоди незалежно від пори року зазнають зниження порівняно з I типом погоди. Разом із тим у підлітків, які відвідували спортивні секції, вищезгадані показники зазнають зниження лише за III типу погоди.

Ключові слова: метеоситуація, аеробна роботоздатність, анаеробна роботоздатність, адаптація, підлітки.

Aerobic and anaerobic (lactate) performance of adolescents 11–12 years old under the influence of motor activity in different weather conditions

V. E. Onyshchuk¹, T. B. Kutek², Yu. M. Furman², R. F. Akhmetov²

¹National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Ukraine

²Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine

Abstract. *Objective.* To scientifically substantiate the feasibility of classes in athletics, swimming and basketball in the sports school for adolescents 11–12 years old, male and female, to increase the body's adaptation to adverse weather factors. *Methods.* Theoretical analysis and generalization of scientific sources by the title of the article, bicycle ergometry, methods of mathematical statistics. *Results.* It was established that fluctuations in weather factors can affect the functional preparedness of adoles-

cents in terms of aerobic and anaerobic (lactate) work capacity, regardless of gender. Attendance by adolescents of sports sections in athletics, swimming and basketball contribute to improving the adaptive capabilities of the body in terms of PWC_{170^1} , $VO_{2\max}$ and MKZMR in adverse weather conditions. In adolescents aged 11–12 years, whose physical activity was limited only to physical education lessons, the above-mentioned indicators in adverse weather conditions are likely to decrease regardless of gender. **Conclusions.** The generalization of the obtained results of the study showed that regardless of gender, in adolescents aged 11–12 years, whose physical education was limited only to physical education lessons, the absolute and relative indicators of PWC_{170^1} , $VO_{2\max}$ and MKZMR in III types of weather, regardless of the season, are reduced compared to type of weather. At the same time, in adolescents who attended sports clubs, the above-mentioned indicators are reduced only in III type of weather. **Keywords:** weather situation, aerobic performance, anaerobic performance, adaptation, adolescents.

Постановка проблеми. Здоров'я людини визначається мірою її адаптації до впливу різних чинників, що забезпечує підтримку або відновлення сталості внутрішнього середовища організму [1; 6; 9; 10]. Зокрема, об'єктивним показником фізичного здоров'я може виступати здатність організму адаптуватися до фізичних навантажень різного спрямування.

Результати наукових досліджень свідчать про суттєве розширення адаптивних можливостей людини шляхом регулярного застосування фізичних вправ [6; 7; 8; 9]. Застосування засобів фізичної культури з метою підвищення адаптивних можливостей організму набуває особливого значення у підлітковому віці. Незважаючи на те, що в цей період онтогенезу функціональні можливості організму інтенсивно зростають, здатність адаптуватися до фізичних навантажень різного спрямування ще недосконала. Пояснюється такий підлітковий феномен гетерохронністю розвитку різних систем, що проявляється на фоні гормональної перебудови організму [1; 2; 11; 12; 13].

Оцінювати адаптивні можливості підлітків доцільно також за здатністю зберігати функціональну активність в умовах впливу на організм різних метеочинників, які визначають метеоситуацію (тип погоди). З огляду на це, об'єктивним критерієм для оцінки адаптивних можливостей підлітків може служити їхня здатність зберігати аеробну й анаеробну роботоздатність за несприятливої метеоситуації [5].

Існують наукові відомості про здобутки в лікуванні та профілактиці метеотропних реакцій у метеочутливих людей шляхом застосування незначних за обсягом фізичних навантажень, дієтотерапії і вживання фармакологічних препаратів [3; 11]. Однак інформація, яка стосується можливості запобігання

негативним метеотропним реакціям за допомогою застосування значних за енерговитратами фізичних вправ, обмежена [7; 8]. Склалася ситуація, за якої фізичне виховання більшості підлітків регламентується лише державною програмою з урочної форми занять, що не забезпечує повноцінного вдосконалення адаптивних можливостей організму [4; 5; 7; 9].

З огляду на такі обставини вивчення впливу фізичних навантажень із використанням не лише шкільної (урочної) форми занять, але й тренувань у спортивних секціях різного спрямування розширить сучасні уявлення про можливість вдосконалення фізичного здоров'я підлітків засобами фізичної культури.

Мета дослідження. Науково обґрунтувати доцільність занять у ДЮСШ з легкої атлетики, плавання і баскетболу підлітків 11–12 років чоловічої і жіночої статі для підвищення адаптації організму до несприятливих метеочинників.

Завдання дослідження.

1. Узагальнити сучасну наукову інформацію про можливості вдосконалення здатності підлітків виконувати фізичну роботу аеробного й анаеробного спрямування в умовах різної метеоситуації.

2. Виявити особливості впливу фізичних навантажень із використанням шкільної (урочної) та позашкільної (заняття легкою атлетикою, плаванням і баскетболом) форм фізичного виховання на аеробну і анаеробну (лактатну) роботоздатність підлітків 11–12 років за різних типів погоди.

3. Порівняти ефективність фізичних навантажень із використанням шкільної й позашкільної форм фізичного виховання для вдосконалення адаптивних можливостей підлітків 11–12 років залежно від статі.

Методи дослідження. Аналіз і узагальнення наукових джерел із теми дослідження, велоергометрія, хронометрія, пульсометрія, методи математичної статистики.

Вивчено спеціальну науково-методичну літературу вітчизняних та іноземних науковців. Особлива увага приділялась аналізу співвідношення аеробних і анаеробних процесів енергозабезпечення м'язової діяльності в процесі застосування підлітками різних засобів фізичного виховання, а також впливу на фізичну працездатність вправ аеробного і анаеробного спрямування в умовах різної метеоситуації [15; 16].

Для вивчення пристосування організму до роботи аеробного спрямування використовувалися тести з визначення PWC_{170} (потужність роботи на пульсі 170 уд/хв) і VO_{2max} (максимальне споживання кисню) [10], а здатність виконувати фізичну роботу за рахунок анаеробних (лактатних) процесів енергозабезпечення визначалася за допомогою тесту МКЗМР (максимальна кількість зовнішньої механічної роботи за одну хвилину) [14].

Для характеристики погоди застосовувалася класифікація, яка враховувала динаміку та інтенсивність циркуляторних процесів в атмосфері, ступінь прояву змін мікросиноптичної ситуації і тенденцію головних метеорологічних елементів.

Згідно з цією класифікацією всі погодні умови за кількістю і динамікою метеосиноптичних показників розподілялися на три типи погоди: I тип — сприятливий, II тип — умовно сприятливий, III тип — несприятливий.

За 1 типу погоди відсутні фронтальні зони, струменеві течії і висотні переноси, а вертикальні рухи повітряних мас на висоті не перевищують 5–10 мбар протягом 12 годин. Хід основних метеоеlementів — стійкий. Коливання атмосферного тиску протягом трьох годин становлять не більше 1 мбар. Зміни температури протягом 12 годин (дня, ночі) — до 5–10°C, відносної вологості — до 5–10 %. Вітер слабкий — до 5 балів. Зміни вагового вмісту кисню в атмосферному повітрі коливаються від 0 до 5 г/м³ за 12–24 години. Під час стійкої стратифікації повітряної маси спостерігаються хмарність, можливі слабкі опади.

II тип погоди характеризується проходженням фронтальних розділів зі слабкою динамічною структурою. Наявні слабкі вертикальні рухи повітря до 15 мбар за 12 годин. Зміни

метеоеlementів мають помірний характер: атмосферний тиск коливається в межах 1,5–2 мбар за 3 години, а температура повітря в межах 10–15°C за 12 годин. Відносна вологість змінюється на 10–25 % протягом доби. Вітер помірний, силою до 10 балів, можлива масова грозова діяльність або слабкі опади на межах фронтів.

Типовою ознакою III типу погоди є проходженням основних фронтів із швидкою зміною повітряних мас, а також розвитком циклічної діяльності з великими перепадами метеоеlementів. Під час зміни різних за фізичними властивостями повітряних мас виникають фронтальні зони зі значними перепадами температури в межах 10–20°C за 12 годин. Наявні і добре виражені ділянки динамічних змін атмосферного тиску 3–5 мбар за 3 години, міждобовий перепад тиску — більше 10 мбар, відносна вологість змінюється на 25–40 % протягом доби. Сила вітру перевищує 6 балів. Спостерігаються сильні опади.

Тип погоди визначали на підставі аналізу про розвиток атмосферних процесів і параметрів метеоеlementів на момент дослідження, а саме: міждобового перепаду атмосферного тиску, градієнта падіння атмосферного тиску протягом 3-х годин, різниці температури повітря за 12 годин, зміни відносної вологості повітря за 12 годин, сили вітру, наявності опадів. Обстеження проводилося в містах Вінниця і Житомир, які розташовані в зонах помірного клімату. У цих місцевих зонах спостерігається погода I, II і III типів. Тип погоди реєстрували кожного дня протягом проведення дослідження, зіставляючи з інформацією, яку отримували зі зведень Вінницького та Житомирського обласних центрів гідрометеорології.

Ефективність впливу занять визначали шляхом порівняння аеробної і анаеробної (лактатної) роботоздатності підлітків в умовах сприятливої, умовно сприятливої та несприятливої метеоситуації.

Статистична обробка отриманих показників проводилася за допомогою методів математичної статистики. При цьому підраховувалися такі основні значення, як середнє арифметичне (M), його стандартне відхилення (σ), похибка середнього арифметичного ($\pm m$), число степенів свободи (f), рівень значимості (p). Вірогідність різниці між середніми арифметичними визначали за критерієм Стюдента. Вірогідність вважалася суттєвою при 5 % рівні значимості ($p < 0,05$).

Для вирішення поставлених завдань було обстежено 84 підлітки віком від 11 до 12 років. Усі досліджувані були розподілені на дві групи. Одна група школярів (15 дівчат, 20 хлопців) займалася фізичною культурою за урочною формою, що використовується у системі фізичного виховання школярів.

Друга група школярів (23 дівчини, 26 хлопців) використовувала позашкільну форму занять, відвідуючи секції з легкої атлетики (7 дівчат, 8 хлопців), плавання (7 дівчат, 9 хлопців) та баскетболу (9 дівчат, 9 хлопців). Стаж занять спортом підлітків, які використовували позашкільну форму занять, становив незалежно від вікової групи один–два роки. Заняття з легкої атлетики, плавання та баскетболу проводилися відповідно до програм для ДЮСШ. Особливостями занять із цих видів спорту було те, що вони дещо відрізнялися процесом енергозабезпечення м'язової роботи. Заняття легкою атлетикою переважно спрямовувалися на вдосконалення потужності та ємності аеробних процесів енергозабезпечення, а плаванням та баскетболом — аеробно-анаеробних процесів енергозабезпечення.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз наукових джерел із теми дослідження переконав, що існує дефіцит інформації щодо впливу фізичних тренувань різного спрямування на здатність підлітків адаптуватися до виконання фізичної роботи в аеробному і анаеробному (лактатному) режимах енергозабезпечення за різних типів погоди. З огляду на це, ми провели дослідження, які дозволили порівняти аеробну та анаеробну (лактатну) роботоздатність 11–12-річних хлопців та дівчат, які займалися фізичною культурою, використовуючи лише шкільну (урочну) форму занять, і тих, хто відвідував ДЮСШ.

Отримані результати досліджень свідчать, що середні величини абсолютних та відносних

показників фізичної працездатності (PWC_{170}), аеробної та анаеробної (лактатної) продуктивності в 11–12-річних хлопців, фізичне виховання яких здійснювалося з використанням лише шкільної (урочної) форми занять, за II типу погоди зазнають вірогідного зниження (табл. 1). Разом із тим анаеробні (лактатні) можливості за середніми показниками максимальної кількості зовнішньої механічної роботи за 1 хв у підлітків 11–12 років незалежно від статі за умовно сприятливого II типу погоди суттєво не змінюються. У дівчат усі досліджувані показники зазнають вірогідного зниження лише за III типу погоди (табл. 2).

Середня величина абсолютного показника $PWC_{170 \text{ абс}}$ за II типу погоди у хлопців 11–12 років нижча на 15,0 % ($p < 0,05$), а $PWC_{170 \text{ відн.}}$ — на 13,3 % ($p < 0,05$) порівняно із величинами за I типу погоди. Показники аеробної продуктивності у підлітків цього віку також знижуються за II типу погоди, однак значно менше. Так, середня величина показника $VO_{2 \text{ max абс.}}$ за II типу погоди знизилась на 5,0 % ($p < 0,05$), а відносна — на 3,8 % ($p < 0,05$) порівняно з I типом погоди.

Середня величина показника $PWC_{170 \text{ абс.}}$ за III типу погоди у хлопців нижча, ніж за I типу погоди на 18,7 % ($p < 0,05$), а за III типу погоди — на 17,7 % ($p < 0,05$). Аеробна роботоздатність за III типу погоди також зазнає зниження. Зокрема середнє значення абсолютного показника $VO_{2 \text{ max}}$ менше на 10,6 % ($p < 0,05$), а відносного — на 6,5 % ($p < 0,05$).

У дівчат на відміну від хлопців середні величини абсолютних і відносних показників фізичної працездатності та максимального споживання кисню за II типу погоди не зазнають суттєвих змін порівняно з показниками, зареєстрованими за I типу погоди, що свідчить про кращу здатність організму дівчат адаптуватися

ТАБЛИЦЯ 1 — Аеробна та анаеробна (лактатна) продуктивність хлопців 11–12 років, які використовували урочну форму занять ($n = 20$)

Показники	Середнє значення, $M \pm m$		
	I тип погоди	II тип погоди	III тип погоди
PWC_{170} (кгм · хв ⁻¹)	632,5 ± 25,1	551,6 ± 26,8*	532,8 ± 24,9*
PWC_{170} (кгм · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	14,9 ± 0,35	13,7 ± 0,34*	13,0 ± 0,35*
$VO_{2 \text{ max}}$ (мл · хв ⁻¹)	2319,4 ± 30,0	2218,2 ± 30,3*	118,1 ± 28,7*
$VO_{2 \text{ max}}$ (мл · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	56,5 ± 0,61	53,8 ± 0,57*	52,2 ± 0,61*
МКЗМР (кгм · хв ⁻¹)	1324,6 ± 27,9	1298,9 ± 30,3	1218,8 ± 30,9*
МКЗМР (кгм · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	32,3 ± 0,36	30,8 ± 0,35	28,8 ± 0,37*

Примітка: вірогідність відмінності відносно значень, зареєстрованих за I типу погоди * — $p < 0,05$.

до зміни типу погоди. Разом із тим за III типу погоди у дівчат середні значення абсолютних та відносних показників PWC_{170} та $VO_{2\max}$ так само, як у хлопців, достовірно знижуються порівняно зі середніми величинами, які були виявлені за I типу погоди (табл. 2). Так, середня величина показника $PWC_{170\text{ абс.}}$ за III типу погоди порівняно з величиною, яка реєструвалася за I типу, у дівчат виявилася меншою на 14,9 % ($p < 0,05$), а $PWC_{170\text{ відн.}}$ – на 14,8 % ($p < 0,05$).

Середнє значення абсолютного показника $VO_{2\max}$ за III типу погоди у дівчат менше на 6,8 % ($p < 0,05$) порівняно зі значенням, зареєстрованим за I типу погоди, а відносного – на 6,0 % ($p < 0,05$). Середні значення абсолютного та відносного показника МКЗМР за II типу погоди, порівняно з I типом погоди, як у хлопців, так і у дівчат, фізична активність яких обмежувалася лише уроками фізичної культури, не зазнають суттєвих змін. Разом із тим за III типу погоди середні значення абсолютного та відносного показників МКЗМР достовірно нижчі незалежно

від статі. Так, у хлопців середня величина показника $MKZMP_{\text{абс.}}$ за III типу погоди менша порівняно зі значенням, зареєстрованим за I типу погоди, на 7,3 % ($p < 0,05$), а $MKZMP_{\text{відн.}}$ – на 8,7 % ($p < 0,05$). У дівчат середнє значення показника $MKZMP_{\text{абс.}}$ за III типу погоди порівняно з I типом погоди знижується на 8,1 % ($p < 0,05$), а $MKZMP_{\text{відн.}}$ – на 7,9 % ($p < 0,05$).

У хлопців і дівчат, які тренувалися з легкої атлетики, середні величини абсолютних і відносних показників фізичної працездатності, максимального споживання кисню та максимальної кількості зовнішньої механічної роботи за 1 хв за II типу погоди порівняно із середніми величинами цих показників за I типу погоди не зазнають вірогідних змін (табл. 3). Разом із тим середні значення абсолютних і відносних показників PWC_{170} , $VO_{2\max}$ та МКЗМР за III типу погоди порівняно з тими, що реєструвалися за I типу, у легкоатлетів незалежно від статі вірогідно менші порівняно з показниками, які реєструвалися за I типу погоди (див. табл. 3).

ТАБЛИЦЯ 2 – Аеробна та анаеробна (лактатна) продуктивність дівчат 11–12 років, які використовували урочну форму занять ($n = 15$)

Показники	Середнє значення, $M \pm m$		
	I тип погоди	II тип погоди	III тип погоди
PWC_{170} (кгм · хв ⁻¹)	606,8 ± 25,6	581,6 ± 27,8	525,89 ± 24,9*
PWC_{170} (кгм · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	13,7 ± 0,31	13,5 ± 0,36	12,2 ± 0,29*
$VO_{2\max}$ (мл · хв ⁻¹)	2271,1 ± 33,2	2217,4 ± 34,8	2130,2 ± 29,1*
$VO_{2\max}$ (мл · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	52,7 ± 0,56	51,8 ± 0,59	48,4 ± 0,51*
МКЗМР (кгм · хв ⁻¹)	1229,1 ± 27,5	1186,5 ± 30,7	1138,4 ± 32,1*
МКЗМР (кгм · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	28,4 ± 0,31	27,0 ± 0,32	26,5 ± 0,31*

Примітка: вірогідність відмінності відносно значень, зареєстрованих за I типу погоди * – $p < 0,05$.

ТАБЛИЦЯ 3 – Аеробна та анаеробна (лактатна) роботоздатність підлітків, які займаються легкою атлетикою

Показники	Середнє значення, $M \pm m$		
	I тип погоди	II тип погоди	III тип погоди
хлопці ($n = 8$)			
PWC_{170} (кгм · хв ⁻¹)	698,8 ± 23,8	679,0 ± 26,1	630,1 ± 24,3*
PWC_{170} (кгм · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	15,8 ± 0,30	15,3 ± 0,32	15,0 ± 0,31*
$VO_{2\max}$ (мл · хв ⁻¹)	2441,2 ± 30,2	2407,4 ± 31,9	2310,6 ± 28,9*
$VO_{2\max}$ (мл · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	55,5 ± 0,56	54,8 ± 0,58	52,6 ± 0,55*
МКЗМР (кгм · хв ⁻¹)	1328,4 ± 27,2	1298,1 ± 39,5	1242,6 ± 28,4*
МКЗМР (кгм · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	30,4 ± 0,34	29,6 ± 0,37	28,4 ± 0,35*
дівчата ($n = 7$)			
PWC_{170} (кгм · хв ⁻¹)	632,3 ± 22,6	603,6 ± 29,2	550,1 ± 25,7*
PWC_{170} (кгм · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	14,4 ± 0,33	14,1 ± 0,36	13,0 ± 0,3*
$VO_{2\max}$ (мл · хв ⁻¹)	2317,8 ± 27,9	2263,7 ± 28,6	2174,8 ± 29,8*
$VO_{2\max}$ (мл · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	53,4 ± 0,51	52,7 ± 0,54	50,6 ± 0,51*
МКЗМР (кгм · хв ⁻¹)	1293,4 ± 26,8	1271,8 ± 33,9	1215,4 ± 25,7*
МКЗМР (кгм · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	29,9 ± 0,31	29,3 ± 0,34	28,6 ± 0,29*

Примітка: вірогідність відмінності відносно значень, зареєстрованих за I типу погоди * – $p < 0,05$.

Так, середнє значення показника $PWC_{170 \text{ абс.}}$ у хлопців за III типу погоди порівняно з величиною цього показника за I типу погоди вірогідно нижче на 11,4 %, а у дівчат — на 14,6%. Середня величина відносного показника PWC_{170} за III типу погоди також зазнає суттєвого зниження: у хлопців на 4,7 % ($p < 0,05$), а у дівчат на 6,8 % ($p < 0,05$). Зіставлення середньої величини абсолютного та відносного показників $VO_{2 \text{ max}}$ за III типу погоди як у хлопців-легкоатлетів, так і у дівчат цієї ж спеціалізації засвідчило їх вірогідне зниження порівняно із середніми значеннями, які реєструвалися за I типу погоди, у хлопців на 5,3 % ($p < 0,05$), а у дівчат на 6,8 % ($p < 0,05$). Середня величина відносного показника $VO_{2 \text{ max}}$ вірогідно знизилася у хлопців на 4,3 %, а у дівчат на 2,8 %.

Показники анаеробної (лактатної) продуктивності у легкоатлетів незалежно від статі, так само як і у підлітків вищезгаданого віку, фізичне виховання яких обмежувалося лише використанням шкільної (урочної) форми занять, зазнають вірогідного зниження за III типу погоди.

Середні величини абсолютних та відносних показників фізичної працездатності, максимального споживання кисню та максимальної кількості зовнішньої механічної роботи за 1 хв у підлітків-плавців незалежно від статі за III типу погоди порівняно з показниками за I типу погоди зазнають суттєвого зниження (табл. 4). Так, середня величина абсолютного показника PWC_{170} у хлопців-плавців за III типу погоди вірогідно нижче на 12,4 %, а у дівчат — на 13,5 %. Середнє значення відносного показника

PWC_{170} у хлопців виявилось меншим на 10,8 %, а у дівчат — на 12,4 %.

Аналогічні зміни за III типу погоди стосуються й інших показників. Так, середня величина абсолютного показника $VO_{2 \text{ max}}$ у хлопців-плавців за III типу погоди порівняно з цим показником за I типу погоди знижується на 5,2 % ($p < 0,05$), а у дівчат-плавчинь — на 5,0 % ($p < 0,05$). Своєю чергою відносна величина показника $VO_{2 \text{ max}}$ за III типу погоди у хлопців зазнає зниження на 4,8 % ($p < 0,05$), а у дівчат — на 4,9 % ($p < 0,05$).

Із погіршенням метеоситуації анаеробна (лактатна) продуктивність у плавців, як у хлопців, так і у дівчат, також зазнає зниження. Середнє значення абсолютної величини МКЗМР за III типу погоди у хлопців менше на 6,6 % ($p < 0,05$), а у дівчат — на 6,7 % ($p < 0,05$), ніж за I типу погоди. Середня величина відносного показника МКЗМР у хлопців вірогідно знижується за III типу погоди на 6,8 %, а у дівчат — на 6,0 % порівняно із середньою величиною, яка реєструвалась за I типу погоди.

Обстеження підлітків, які відвідували заняття з баскетболу, показали, що коливання метеочинників також впливають на середні величини абсолютних і відносних показників фізичної працездатності, максимального споживання кисню та максимальної кількості зовнішньої механічної роботи за 1 хв (табл. 5).

Середнє значення показника $PWC_{170 \text{ абс.}}$ у хлопців за III типу погоди вірогідно нижче, ніж за I типу погоди, на 18,1 %, а у дівчат — на 12,9 %. Середнє значення показника

ТАБЛИЦЯ 4 – Аеробна і анаеробна (лактатна) робото здатність підлітків, які займаються плаванням

Показники	Середня величина, $M \pm m$		
	I тип погоди	II тип погоди	III тип погоди
хлопці (n = 9)			
PWC_{170} (кгм · хв ⁻¹)	686,2 ± 23,6	624,8 ± 27,4	602,6 ± 23,1*
PWC_{170} (кгм · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	15,3 ± 0,30	14,3 ± 0,29	13,8 ± 0,32*
$VO_{2 \text{ max}}$ (мл · хв ⁻¹)	2797,8 ± 35,8	2305,7 ± 36,4	2266,4 ± 30,0*
$VO_{2 \text{ max}}$ (мл · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	54,6 ± 0,47	53,8 ± 0,52	51,9 ± 0,56*
МКЗМР (кгм · хв ⁻¹)	1329,3 ± 25,7	1280,4 ± 26,5	1252,1 ± 28,3*
МКЗМР (кгм · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	30,8 ± 0,42	29,5 ± 0,42	28,8 ± 0,39*
дівчата (n = 15)			
PWC_{170} (кгм · хв ⁻¹)	606,3 ± 23,7	569,8 ± 28,6	534,1 ± 26,3*
PWC_{170} (кгм · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	14,6 ± 0,28	13,7 ± 0,36	13,1 ± 0,28*
$VO_{2 \text{ max}}$ (мл · хв ⁻¹)	2269,9 ± 26,9	2208,6 ± 28,8	2158,4 ± 27,64*
$VO_{2 \text{ max}}$ (мл · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	54,8 ± 0,57	53,8 ± 0,59	52,3 ± 0,56*
МКЗМР (кгм · хв ⁻¹)	1254,6 ± 27,8	1217,3 ± 29,4	1174,5 ± 23,8*
МКЗМР (кгм · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	30,1 ± 0,32	29,7 ± 0,32	28,2 ± 0,33*

Примітка: вірогідність відмінності відносно значень, зареєстрованих за I типу погоди * – $p < 0,05$.

ТАБЛИЦЯ 5 – Аеробна та анаеробна (лактатна) продуктивність підлітків, які займаються баскетболом

Показники	Середнє значення $M \pm m$		
	I тип погоди	II тип погоди	III тип погоди
хлопці (n = 9)			
PWC_{170} (кгм · хв ⁻¹)	666,2 ± 30,3	603,1 ± 29,9	565,2 ± 29,0*
PWC_{170} (кгм · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	15,2 ± 0,35	13,5 ± 0,36	13,0 ± 0,34*
VO_{2max} (мл · хв ⁻¹)	2373,6 ± 39,5	2271,0 ± 35,5	2218,4 ± 34,6*
VO_{2max} (мл · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	53,4 ± 0,53	51,2 ± 0,60	50,3 ± 0,56*
МКЗМР (кгм · хв ⁻¹)	1327,7 ± 24,4	1318,7 ± 27,0	1264,2 ± 25,3*
дівчата (n = 9)			
PWC_{170} (кгм · хв ⁻¹)	624,9 ± 24,4	591,3 ± 26,2	552,4 ± 25,0*
PWC_{170} (кгм · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	14,6 ± 0,34	13,7 ± 0,30	13,0 ± 0,30*
VO_{2max} (мл · хв ⁻¹)	2307,0 ± 30,5	2236,9 ± 31,5	2135,1 ± 29,2*
VO_{2max} (мл · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	53,6 ± 0,52	52,3 ± 0,50	51,6 ± 0,54*
МКЗМР (кгм · хв ⁻¹)	1218,4 ± 26,0	1176,3 ± 10,1	1153,3 ± 25,5*
МКЗМР (кгм · хв ⁻¹ · кг ⁻¹)	28,3 ± 0,26	27,4 ± 0,28	26,5 ± 0,30

Примітка: вірогідність відмінності відносно значень, зареєстрованих за I типу погоди * – $p < 0,05$.

PWC_{170} відн* у хлопців виявилось меншим, ніж за III типу погоди, на 16,9 % ($p < 0,05$), а у дівчат – на 12,3 % ($p < 0,05$). Середнє значення абсолютної величини максимального споживання кисню за III типу погоди як у хлопців, так і у дівчат менше на 7,0 % ($p < 0,05$). Зниження середнього значення відносної величини VO_{2max} становило за III типу погоди порівняно з I типом відповідно 6,2 % ($p < 0,05$) і 4,0 % ($p < 0,05$). Слід зазначити, що середні величини анаеробної (лактатної) продуктивності з погіршенням метеоситуації як у хлопців-баскетболістів, так і у дівчат-баскетболісток також вагомо знижуються (див. табл. 5). Так, середня величина абсолютного показника МКЗМР за III типу погоди у хлопців знижується на 5,0 % ($p < 0,05$), а у дівчат – на 6,8 % ($p < 0,05$) порівняно з показником, який реєструвався за I типу погоди. Середня величина відносного показника МКЗМР за III типу погоди стала меншою на 6,0 % у хлопців ($p < 0,05$) та на 6,4 % у дівчат ($p < 0,05$).

Отже, проведені дослідження дали змогу проаналізувати статеві та вікові особливості пристосування організму підлітків 11–12 років зі звичайним режимом рухової активності із застосуванням лише шкільної (урочної) форми фізичного виховання і підлітків з підвищеним режимом рухової активності (заняття в ДЮСШ) до фізичної роботи за різних типів погоди. Проводилось тестування з визначення аеробної і анаеробної (лактатної) робото здатності.

У підлітків 11–12 років, які займалися фізичним вихованням лише на уроках фізичної культури, незалежно від статі абсолютні й відносні

показники PWC_{170} , VO_{2max} та МКЗМР за II і III типу погоди зазнають зниження порівняно з I типом погоди. Разом із тим у підлітків, які відвідували секції з легкої атлетики, плавання і баскетболу вищезгадані показники незалежно від спортивної спеціалізації зазнають зниження лише за III типу погоди.

Висновки.

1. Аналіз і узагальнення наукових джерел свідчать про необхідність удосконалення адаптивних можливостей підлітків засобами фізичної культури. Критерієм оцінки адаптивних можливостей може служити здатність виконувати роботу в аеробному та анаеробному режимах енергозабезпечення за несприятливої метеоситуації.

2. Адаптивні можливості підлітків 11–12 років чоловічої і жіночої статі зумовлені величиною фізичної активності і можуть оцінюватися за здатністю виконувати фізичну роботу аеробного й анаеробного спрямування за несприятливої метеоситуації. Незалежно від статі для покращення адаптації підлітків до несприятливої метеоситуації доцільно активізувати фізичну активність, застосовуючи тренування в ДЮСШ з легкої атлетики, плавання, баскетболу.

3. Існують статеві відмінності адаптації підлітків 11–12 років до фізичної роботи в аеробному і анаеробному (лактатному) режимах енергозабезпечення за умов погіршення метеоситуації. У підлітків чоловічої статі, фізичне виховання яких обмежене уроками фізичної культури, абсолютні й відносні показники PWC_{170} , VO_{2max} та МКЗМР зазнають вірогідного

зниження як за II, так і за III типу погоди порівняно з I типом погоди. У дівчат вірогідне зниження цих показників спостерігається лише за III типу погоди, що свідчить про кращі адаптивні можливості жіночого організму.

Література

1. Вадзюк SN, Ратинська OM. Розумова працездатність у старшокласників при різних погодних умовах [Mental performance of high school students under different weather conditions]. *Фізіологічний журнал*. 2020;1(1):55–62.
2. Вадзюк SN, Ратинська OM, Шмата RM. Стан сприймання у старшокласників за різних типів погоди [Perception state of high school students in different types of weather]. *Експериментальна та клінічна фізіологія і біохімія*. 2017;(2):19–24.
3. Вадзюк SN, Шмата RM, Лозіна LB. Вплив вестибулярного навантаження на систему кровообігу за різних типів погоди [The effect of vestibular load on the circulatory system in different types of weather]. *Art of Medicine*. 2019;(4):36–43.
4. Горшова IV. Характеристика якісних параметрів рухової діяльності підлітків-спортсменів в умовах різної метеоситуації [Characterization of qualitative parameters of the physical activity of adolescent athletes in different weather conditions]. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві*. 2008;(3):209–212.
5. Горшова IV. Гендерні особливості аеробної та анаеробної (лактатної) продуктивності організму підлітків-спортсменів за різної метеоситуації [Gender characteristics of aerobic and anaerobic performance of adolescent athletes]. *Молода спортивна наука України*. 2007;11(4):201–207.
6. Горшова IV. Метеоситуація як фактор впливу на аеробну та анаеробну (лактатну) продуктивність організму спортсменок 11–16 років [Weather conditions as a factor influencing aerobic and anaerobic performance of female athletes aged 11–16]. *Молода спортивна наука України*. 2006;10(4):278–281.
7. Горшова IV, Фурман YM. Вдосконалення адаптації підлітків до несприятливої метеоситуації шляхом комплексного застосування фізичних навантажень різного спрямування [Improving adaptation of adolescents to adverse weather conditions through integrated physical activity]. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2009;(12):48–50.
8. Мірошніченко V, Марченко I, Барабаш O, Юшина O. Підвищення ефективності уроків фізичної культури шляхом урахування енерговитрат [Increasing the efficiency of physical education lessons by taking into account energy expenditure]. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2019;(8):74–79.

Перспективи подальших наукових пошуків убачаємо у дослідженні впливу занять різними видами спорту на вдосконалення функціональної підготовленості підлітків 13–14 і 15–16 років.

трат [Increasing the efficiency of physical education lessons by taking into account energy expenditure]. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2019;(8):74–79.

9. Фурман YM, Зуграва MO, Брезденюк OY, Сулима AS, Нестерова SY. Адаптація студентів подільського регіону 17–21 року до фізичної роботи в аеробному й анаеробному режимах енергозабезпечення [Adaptation of students of the Podolsk region aged 17–21 to physical work in aerobic and anaerobic energy supply modes]. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2018;3(12):235–242. DOI: 10.26693/jmbs03.03.235.

10. Фурман YM, Мірошніченко VM, Драчук SP. Перспективні моделі фізкультурно-оздоровчих технологій у фізичному вихованні студентів вищих навчальних закладів [Promising models of physical education and health technologies in physical education of students of higher educational institutions]. Київ: НУФВСУ; 2013. 184 p.

11. Фурман YM, Брезденюк OY, Мірошніченко VM. Оцінка функціональної підготовленості підлітків 11–12 років за показниками аеробної й анаеробної продуктивності [Assessment of functional fitness of adolescents aged 11–12 years based on aerobic and anaerobic performance indicators]. *Спортивна медицина і фізична реабілітація*. 2020;(1):40–43. doi:10.32652/spmed.2020.1.40–43.

12. Vadyuk SN, Shmata RM. Features of autonomous regulation in young subjects with increased vestibular analyzer sensitivity. *Journal of Education, Health and Sport*. 2020;10(2):11–17. DOI: 10.12775/JEHS.2020.10.02.001.

13. Vadyuk SN, Horban LI, Papinko IY. Main individual and typological parameters of higher nervous activity in young people of different somatotype with normal and high blood pressure. *International Journal of Medicine and Medical Research*. 2020;5(2):47–55. DOI: 10.11603/ijmmr.2413-6077.2019.2.10609.

14. Shogy A. Minutentest auf dem Fahrradergometer zur Bestimmung der anaeroben Kapazität. *Eur J Appl Physiol*. 1974;33:171–176.

15. Weinberg RS. *Foundation of Sport and Exercise Psychology*. 3rd ed. Champaign: Human Kinetics; 2003. 586 p.

ORCID 0000-0002-9615-6653, victoriaonichuk@gmail.com
ORCID 0000-0001-9520-4708, zu.edu.fvsport@ukr.net
ORCID 0000-0002-5206-7712, dok.furman@gmail.com
ORCID 0000-0003-3059-3604, rustamarfa13@gmail.com

Дата першого надходження статті до видання: 10.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 06.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Особливості формування антиоксидантного захисту організму юних плавців з урахуванням статевих особливостей

УДК 612.017:796

О. І. Осадча¹, Г. М. Боярська², О. В. Чернікова¹

¹Національний університет фізичного виховання та спорту України, Київ, Україна

²Національний науковий центр радіаційної медицини, гематології та онкології НАМН України, Київ, Україна

Резюме. Антиоксидантна система організму є одним із центральних механізмів неспецифічного захисту та адаптації. Зниження активності ферментів антиоксидантного захисту, зокрема супероксиддисмутази, сприяє накопиченню пероксинітритів, посиленню перекисного окислення ліпідів й ушкодженню клітинних мембран, білків та нуклеїнових кислот. Ці процеси мають системний характер і відображаються на функціональному стані серцево-судинної, нервової, імунної та репродуктивної систем. Обстежено 25 дітей, 10 дівчаток та 15 хлопчиків віком 6–7 років, які займаються оздоровчим плаванням. *Мета дослідження* – визначити особливості формування антиоксидантного захисту організму юних плавців з урахуванням статевих особливостей. Визначено роль оксидативного стресу як універсального патогенетичного механізму, що поєднує фізичні навантаження та імунні порушення. Фізична активність супроводжується підвищеним споживанням кисню, що неминуче веде до зростання утворення активних форм кисню. У фізіологічних межах ці молекули виконують сигнальну функцію, беручи участь у регуляції клітинної адаптації та експресії генів, пов'язаних із тренувальним ефектом. АФК (активні форми кисню), викликані фізичним навантаженням, відіграють вирішальну роль у стимуляції сигнальних шляхів для ферментативної активності антиоксидантів (СОД), мітохондріального біогенезу, метаболізму глюкози та інсуліну. Установлено, що підвищення концентрації АФК відбувалося на тлі зниження активності антиоксидантної системи СОД та накопичення малонового альдегіду в плазмі крові. Нагромадження АФК в молодих плавців периферичній крові зумовлює пригнічення функції ефекторних клітин неспецифічної реактивності, сприяє зниженню антибактеріальної активності та порушує взаємодію зі структурами адаптаційного імунітету. При цьому самі клітини стають продуцентами АФК. Окисний стрес сприяє зниженню функціональної активності моноцитів периферичної крові під впливом бактеріальних стимуляторів в обстежених обох груп. Однак більш вираженими ці тенденції були в дівчаток.

Ключові слова: фізичні навантаження, плавання, активні форми кисню, оксидний стрес, нейтрофільні гранулоцити, моноцити.

Peculiarities of the formation of antioxidant protection of the organism of young fins, taking into account sexual characteristics

O. I. Osadchaya¹, H. M. Boyarskaya², O. V. Chernikova¹

¹National University of Physical Education and Sports of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²SU NNTSRMHO National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. The body's antioxidant system is one of the central mechanisms of non-specific protection and adaptation. A decrease in the activity of antioxidant protection

enzymes, in particular, superoxide dismutase, contributes to the accumulation of peroxynitrites, an increase in the peroxide oxidation of lipids, and damage to cell membranes, proteins, and nucleic acids. These processes are systemic and reflect the functional state of the cardiovascular, nervous, immune, and reproductive systems. 25 children, 10 girls and 15 boys aged 6–7 years engaged in recreational swimming were examined. *The purpose of the research* is to determine the peculiarities of the formation of antioxidant protection of the organism of young fins based on sexual characteristics. The role of oxidative stress as a universal pathogenetic mechanism combining physical stress and immune disorders is determined. Physical activity is accompanied by increased oxygen consumption, which inevitably leads to an increase in the formation of active forms of oxygen. Within physiological limits, these molecules perform a signaling function, participating in the regulation of cellular adaptation and expression of genes associated with the training effect. ROS (reactive oxygen species), caused by physical exertion, play a decisive role in the stimulation of signaling pathways for the enzymatic activity of antioxidants (SOD), mitochondrial biogenesis, glucose and insulin metabolism. It was established that an increase in the concentration of ROS occurs against the background of a decrease in the activity of the antioxidant system of SOD. Accumulation of malonaldehyde in blood plasma. Accumulation of ROS in young fins of peripheral blood leads to inhibition of the function of effector cells of non-specific reactivity, contributes to a decrease in antibacterial activity and disrupts the interaction with the structures of adaptive immunity. At the same time, the cells themselves become producers of ROS. Oxidative stress contributes to a decrease in the functional activity of peripheral blood monocytes under the influence of bacterial stimulants in both examined groups. However, these trends were more pronounced in girls.

Keywords: physical overload, swimming, reactive oxygen species, oxidative stress, neutrophil granulocytes, monocytes.

Постановка проблеми. Вільні радикали утворюються за нормальної клітинної функції і є частиною природного фізіологічного процесу всіх живих істот [1; 2]. Зазвичай вони діють як фізіологічні та токсичні сполуки, оскільки можуть бути як корисними, так і шкідливими для організму [3]. Коли перевантаження вільними радикалами не може бути компенсовано або в разі поганої доступності природного антиоксидантного захисту організму, накопичення цих речовин в організмі викликає явище, яке називається «окислювальним ушкодженням», також відоме як «окислювальний стрес». Цей термін часто використовують для позначення випадкового, невибіркового ушкодження широкого спектра біомолекул [4].

Окислювальний стрес зазвичай вважається відправною точкою для виникнення низки захворювань і, безумовно, відіграє важливу роль у розвитку хронічних та дегенеративних захворювань, як-от артрит, автоімунні захворювання, серцево-судинні та нейродегенеративні захворювання, запалення та рак [5–7].

Активні форми кисню (далі — АФК) і реактивні форми азоту (далі — РНП) — це терміни, що сукупно описують вільні радикали та інші нерадикальні реакційно здатні похідні. Справді, високі рівні АФК може бути смертельними для

клітин. Повідомляється про зміни клітинних ліпідів, а також про деградацію ДНК та білків. Перевиробництво АФК сприяє нестабільності клітинного геному та канцерогенезу завдяки стимуляції аберантної клітинної проліферації, апоптозу та неконтрольованого росту клітин [8].

Окислювальний стрес та наступні зміни в сигнальних шляхах можуть мати різні патофізіологічні наслідки на різних етапах життя [9], і цікаво, що при виникненні окислювального стресу спостерігаються статеві відмінності [10].

Фізичне навантаження може сприяти зниженню активності оксидантних процесів, зменшення запалення м'язів та стимулювання анаболізму, що призводить до збільшення синтезу м'язового білка [11]. Відповідно до цього, раніше повідомлялося, що багатокomпонентна програма вправ знижує експресію мРНК маркерів запалення, як-от IL-6 і TNF- α , які пов'язані між собою та м'язового катаболізму. Ба більше, підвищена експресія мРНК аналогічного фактору, ростового фактору скелетних м'язів була пов'язана з позитивним впливом на функціональний статус [12].

Антиоксидантна система є однією з найважливіших неспецифічних захисних систем організму, вони реагують на будь-які зміни

довкілля, що характеризується антропогенним забрудненням.

Баланс стану вільнорадикального окиснення та антиоксидантного захисту відображає адаптаційні можливості організму, пристосованість до умов проживання, а його зсув призводить до розвитку патологічних процесів.

Мета дослідження — визначити особливості формування антиоксидантного захисту організму юних плавців з урахуванням статевих особливостей.

Характеристика методів обстежених спортсменів та методів дослідження. Протягом листопада — грудня 2021—2025 років обстежено 25 дітей, 10 дівчат та 15 хлопчиків віком 6—7 років, які займаються плаванням у басейні на базі спортивної школи «Н₂О». У всіх батьків або офіційних опікунів обстежених нами дітей отримано добровільну інформовану згоду на проведення досліджень. Зразки крові об'ємом від 1,0 мл у юних спортсменів для дослідження забирали загальнопризнаним способом в умовах медичного пункту.

Усім спортсменам проводили дослідження:

Активність супероксиддисмутази (далі — СОД) заснований на реакції окиснення кверцетину та використовується як показник активності антиоксидантної системи периферичної крові [13].

Уміст АФК в периферичній крові використовувався для визначення ступеня накопичення продуктів метаболічного оксидантного стресу [14].

Дослідження проводили до фізичного навантаження та на першу добу після нього.

Тест з відновлення нітросинього тетразолію (далі — НСТ-тест) для нейтрофільних гранулоцитів та моноцитів периферичної крові як показник функціонального стану фагоцитуючих клітин — головних ефektorів протимікробної резистентності організму [15].

Уміст малонового альдегіду визначався в слині. Малоновий діальдегід (далі — МДА) — кінцевий продукт перекісного окислення ліпідів [16].

Результати дослідження та їх обговорення. У результаті проведених досліджень нами встановлено підвищення вмісту активних форм кисню в сироватки периферичної крові відносно вихідних значень у післятренувальному терміні дослідження в 1,18 раза ($p < 0,01$) (див. табл. 1). Визначено підвищення цих значень відносно референтних ($p < 0,01$).

У цьому терміні встановлено зниження активності СОД у сироватці периферичної крові відносно вихідних значень у 1,36 раза ($p < 0,05$). Також ці значення перевищували референтні ($p < 0,05$).

ТАБЛИЦЯ 1 — Показники вмісту АФК, активності СОД та концентрації МДА в периферичній крові в юних спортсменів плавців, що тренуються в умовах негативних екологічних факторів, антропогенного пошкодження, $M \pm m$, $n = 25$

Досліджувані показники	Одиниці виміру	Строки дослідження		Референтні значення
		I термін	II термін	
Хлопчики (n = 15)				
Вміст АФК	мкмоль/мл	1,01 ± 0,04	1,21 ± 0,06 * (p < 0,01), ** (p < 0,01)	1,01 ± 0,02
СОД	од/мг білка	0,25 ± 0,01	0,20 ± 0,03 *(p < 0,05), ** (p < 0,05)	0,25 ± 0,02
МДА	нмоль/л	3,67 ± 0,03	4,10 ± 0,02 *(p < 0,01), ** (p < 0,01)	3,65 ± 0,03
Дівчата (n = 10)				
Вміст АФК	мкмоль/мл	1,07 ± 0,03	1,31 ± 0,02 * (p < 0,01), ** (p < 0,01)	1,01 ± 0,02
СОД	од/мг білка	0,23 ± 0,05	0,19 ± 0,09 *(p < 0,05), ** (p < 0,05)	0,25 ± 0,02
МДА	нмоль/л	3,62 ± 0,07	4,74 ± 0,09 *(p < 0,01), ** (p < 0,01)	3,65 ± 0,03

Примітки: * — вірогідно порівняно з референтними показниками; ** — вірогідно порівняно з вихідними показниками.

У післятренувальному періоді нами встановлено підвищення вмісту МДА відносно вихідних значень в 1,1 раза ($p < 0,01$), так і референтних ($p < 0,05$).

При визначенні вмісту кінцевих продуктів оксиду азоту в периферичній крові спортсменів нами визначено підвищення концентрації нітрат / нітрит у другому терміні дослідження відносно вихідних та референтних значень в 1,11 раза ($p < 0,05$) та 1,12 раза ($p < 0,05$) відповідно (див табл. 2).

Визначено підвищення вмісту S-нітрозотіолу відносно вихідних та референтних значень у другому терміні досліджень в 1,4 раза ($p < 0,01$) та 1,38 раза ($p < 0,01$) відповідно.

Показники вмісту нітрат / нітрит у периферичній крові у дівчат були підвищені відносно вихідних значень в 1,12 раза ($p < 0,01$) та перевищували референтні ($p < 0,05$).

Установлено перевищення показників концентрації S-нітрозотіолів відносно вихідних значень в 1,53 раза ($p < 0,01$) та відносно референтних ($p < 0,01$). У дівчат нами визначено підвищення їх вмісту в післятренувальному періоді в 1,22 раза ($p < 0,01$) та референтних ($p < 0,01$).

Визначено зниження активності СОД відносно вихідних значень в 1,21 раза ($p < 0,05$) при підвищенні концентрації МДА в 1,30 раза ($p < 0,01$). При цьому ці показники перевищували референтні ($p < 0,01$).

Ми вивчили функціональну активність нейтрофільних гранулоцитів у тесті відновлення

нітросинього тетразолію (НСТ-тест). Цей тест є показником стану киснево залежної фази еферентних клітин неспецифічного імунітету (див табл. 3).

Показники спонтанного НСТ-тесту в обстежених спортсменів були в межах референтних значень у першому терміні дослідження. Індекс стимуляції становив – (1,04). При цьому визначено підвищення цих значень у другому терміні як щодо вихідних в 1,13 раза ($p < 0,01$), так і до референтних показників в 1,10 раза ($p < 0,01$).

Установлено, що в другому терміні дослідження визначається зниження функціональної активності нейтрофільних гранулоцитів в індукованому НСТ-тесті відносно вихідних значень в 1,51 раза ($p < 0,01$) та відносно референтних – 1,63 раза ($p < 0,01$). Індекс стимуляції становив – (0,54). Отримані результати свідчать про значну активацію досліджуваних клітин та декомпенсацію їх функціональних можливостей у відповідь на стимуляцію мікробними антигенами.

При дослідженні функціональної активності нейтрофільних гранулоцитів в обстежених дівчат нами встановлено, що значення активності фагоцитів у першу добу дослідження відповідали референтним значенням.

При цьому в другому терміні дослідження встановлено підвищення спонтанної реакції нейтрофільних гранулоцитів щодо спонтанної в 1,54 раза ($p < 0,01$) та референтних значень ($p < 0,01$). При цьому визначено значне

ТАБЛИЦЯ 2 – Показники вмісту нітрат / нітрит та S-нітрозотіолу в периферичній крові в юних спортсменів плавців, що тренуються в умовах негативних екологічних факторів, антропогенного пошкодження, $M \pm m$, $n = 25$

Досліджувані показники	Одиниці виміру	Строки дослідження		Референтні значення
		I термін	II термін	
Хлопчики (n = 15)				
Нітрат / нітрит	мкмоль/мл	5,67 ± 0,2	6,31 ± 0,5 * (p < 0,05), ** (p < 0,01)	5,52 ± 0,24
S-нітрозотіолу	ммоль/л	0,81 ± 0,04	1,11 ± 0,03 *(p < 0,05), ** (p < 0,01)	0,80 ± 0,02
Дівчата (n = 10)				
Нітрат / нітрит	мкмоль/мл	5,54 ± 0,1	6,21 ± 0,3 * (p < 0,01), ** (p < 0,01)	5,52 ± 0,24
S-нітрозотіолу	ммоль/л	0,80 ± 0,02	1,23 ± 0,07 *(p < 0,01), ** (p < 0,01)	0,80 ± 0,02

Примітки: * – вірогідно порівняно з референтними показниками; ** – вірогідно порівняно з вихідними показниками.

ТАБЛИЦЯ 3 – Показники функціональної активності нейтрофільних гранулоцитів периферичної крові в НСТ-тесті в спортсменів, $M \pm m$, $n = 25$

Досліджувані показники	Одиниці виміру	Строки дослідження		Референтні значення
		I термін	II термін	
Хлопчики (п = 15)				
Спонтанний тест	%	12,4 ± 0,2	15,9 ± 0,3 * (p < 0,01), ** (p < 0,01)	12,0 ± 0,2
Індукований тест	%	12,9 ± 0,4	8,5 ± 0,7 *(p < 0,01), ** (p < 0,01)	13,9 ± 0,5
Дівчата (п = 10)				
Спонтанний тест	%	11,7 ± 0,2	17,1 ± 0,7 * (p < 0,01), ** (p < 0,01)	12,0 ± 0,2
Індукований тест	%	12,7 ± 0,2	7,1 ± 0,4 *(p < 0,01), ** (p < 0,01)	13,9 ± 0,5

Примітки: * – вірогідно порівняно з референтними показниками; ** – вірогідно порівняно з вихідними показниками.

зниження активності цих клітин в індукованому тесті відносно вихідних показників в 1,71 раза ($p < 0,01$). Індекс стимуляції становив (0,41).

Ми вивчили функціональну активність моноцитів у тесті відновлення нітросинього тетразолію (НСТ-тест). (див табл. 4)

Показники спонтанного НСТ-тесту в обстежених спортсменів були в межах референтних значень у першому терміні дослідження. Індекс стимуляції становив – (1,04). Установлено підвищення активності моноцитів НСТ-тесті в другому терміні як щодо вихідних у 1,54 раза ($p < 0,01$), так і щодо референтних показників в 1,41 раза ($p < 0,01$).

Водночас визначено зниження в індукованому НСТ-тесті відносно вихідних значень в 1,51 раза ($p < 0,01$) та відносно референтних – 1,63 раза ($p < 0,01$). Індекс стимуляції становив – (0,47).

При визначенні активності моноцитів в НСТ-тесті у дівчаток-плавчинь установлено підвищення функціональної активності відносно вихідних значень в 1,5 раза ($p < 0,01$) й щодо референтних. Установлено зниження функціональної активності у відповідь на мікробну активацію в індукованому тесті відносно вихідних значень в 1,78 раза ($p < 0,01$) та референтних ($p < 0,01$). При цьому індекс стимуляції становив (0,39).

ТАБЛИЦЯ 4 – Показники функціональної активності моноцитів периферичної крові в НСТ-тесті в спортсменів дослідженої групи, $M \pm m$, $n = 25$

Досліджувані показники	Одиниці виміру	Строки дослідження		Референтні значення
		I термін	II термін	
Хлопчики (n = 15)				
Спонтанний тест	%	11,5 ± 0,2	17,4 ± 0,3 * (p < 0,01), ** (p < 0,01)	12,0 ± 0,2
Індукований тест	%	12,9 ± 0,3 * (p < 0,05)	8,7 ± 0,8 *(p < 0,01), ** (p < 0,01)	13,9 ± 0,5
Дівчата (n = 10)				
Спонтанний тест	%	12,1 ± 0,3	18,1 ± 0,2 * (p < 0,01), ** (p < 0,01)	12,0 ± 0,2
Індукований тест	%	12,7 ± 0,4 * (p < 0,05)	7,1 ± 0,4 *(p < 0,01), ** (p < 0,01)	13,9 ± 0,5

Примітки: * – вірогідно порівняно з референтними показниками; ** – вірогідно порівняно з вихідними показниками.

Так, у результаті проведених досліджень нами встановлено, що в обстежених спортсменів визначається активація окисних процесів у периферичній крові у відповідь на фізичне навантаження.

Відомо, що фізичні навантаження викликають окислювальний стрес і вільні радикали, що утворюються під час вправ, є важливими модуляторами м'язової та системної адаптації до фізичної активності. Під час фізичного навантаження в спортсмена збільшується потреба в кисню, особливо в скелетних м'язах. Крім того, пошкодження м'язів, викликане фізичним навантаженням, сприяє міграції нейтрофілів та макрофагів у м'язову тканину. Ці процеси зумовлюють збільшенні продукції АФК та напруження СОД [17].

Водночас фізичні вправи призводять до збільшення вироблення оксидантів у скелетних м'язах і, отже, до регулярної активації ферментативних механізмів використання антиоксидантів, що викликає адаптацію, що призводить до підвищення активності антиоксидантних ферментів у скелетних м'язах, тобто супероксиддисмутази (СОД) [17; 20; 21]. Ці тенденції можливо розглядати як пристосувальні або адаптаційні до фізичного навантаження в спортсменів.

Як гострі аеробні, так й анаеробні вправи можуть призвести до збільшення утворення вільних радикалів, що зумовлює розвиток гострого окислювального стресу. Окисний стрес активується внаслідок перевищування продукції АФК та активності системи антиоксидантного захисту, що призводить до окисного пошкодження певних біомолекул.

Надлишкова продукція АФК визначає структурну модифікацію клітинних білків та зміну їх функцій, що призводить до клітинної дисфункції та порушення життєво важливих клітинних процесів. Високий рівень АФК викликає пошкодження ліпідів, білків та ДНК. Зокрема, АФК можуть руйнувати ліпідну мембрану та підвищувати її плинність та проникність. Значне виробництво АФК в умовах декомпенсації СОД в обстежених призводить до пошкодження м'язових волокон, зменшення біодоступності глюкози та порушення метаболізму інсуліну, що, зрештою, призводить до м'язової втоми та зменшення працездатності спортсмена [22].

Водночас підвищення вмісту в периферичній крові оксиду азоту в другому терміні дослідження може сприяти зниженню судинного

тону, утворення патологічних форм гемоглобіну, активації симпатичної нервової системи.

Надмірне утворення S-нітрозотіолів викликає невідворотну блокаду внутрішньоклітинного дихання та токсичне пошкодження клітин, спричиняє вазоконстрикторну дію на судини та зумовлює розвиток ендотеліальної дисфункції.

Слід визначити, що при порівнянні досліджуваних показників у дівчат прояви оксидантного стресу були більш вираженими, ніж у хлопчиків. Що характеризувалося більш вираженим підвищенням МДА у дівчат відносно групи хлопчиків в 1,19 раза ($p < 0,01$) та зниженням активності СОД в 1,1 раза.

При дослідженні функціональної активності нейтрофільних гранулоцитів в обстежених юних спортсменів нами встановлено, що значення активності фагоцитів в першу добу дослідження відповідали референтним значенням.

Нейтрофіли становлять першу лінію вродженого імунітету людини. Вони використовують кілька стратегій для захоплення та знищення мікроорганізмів, як-от фагоцитоз, дегрануляція та утворення позаклітинних пасток (NET). Добре задокументовано, що утворення активних форм кисню та азоту має вирішальне значення в життєвому циклі поліморфноядерного фагоциту. Ці сполуки завдяки високій реакційній здатності діють як потужні антимікробні фактори в процесі елімінації збудників, а також можуть модулювати імунологічну відповідь. З іншого боку, надмірна кількість вільних радикалів може шкідливо впливати на тканини господаря, а маркери окислювального та нітрозативного стресу виявляються при багатьох захворюваннях.

Водночас значна переактивація нейтрофільних гранулоцитів унаслідок антропогенних факторів сприяє надлишковій продукції АФК. Це може впливати на віцинальні клітини, як-от ендотелій або епітелій, сприяючи запальному пошкодженню тканин. Виробляючи надмірну кількість АФК, нейтрофільні гранулоцити з порушеним регулюванням можуть поширювати місцеву запальну реакцію так, що вона стає системною,

Реактивація нейтрофілів у відповідь на модифікацію мембрани еритроцитів ще більше підживлює це порочне коло. Крім того, ця модифікація впливає на вивільнення АТФ та оксиду азоту, необхідних для адекватного транспорту кисню та вазодилатації між метаболізувальними

тканинами й дихальними поверхнями. По-друге, надлишок АФК може порушити баланс $\text{Fe}_2^+/\text{Fe}_3^+$, урівноважують і порушують гомеостаз заліза, для чого залізо має бути в стані Fe_2^+ для зв'язування кисню. Протонування йона супер-оксиду, пов'язаного з Fe_3^+ у гемоглобіновому гемоглобіні, утримує залізо у його вищому ступені окислення й нездатне зв'язувати кисень, що призводить до менш ефективного перенесення кисню, незважаючи на високе постачання кисню [18].

Водночас в обстежених спортсменів визначається значна активація моноцитів — аферентних клітин як природного, так й адаптаційного імунітету в другому терміні дослідження.

Справжній фагоцитоз в організмі людини пов'язаний з моноцитами периферичної крові. Моноцити крові рекрутуються в тканині, де вони диференціюються на макрофаги. Ці макрофаги, що походять з моноцитів людини, стикаються з несприятливим середовищем, що характеризується накопиченням АФК, які утворюються як побічні продукти внутрішньоклітинного метаболізму кисню або у відповідь на екзогенні стимули. Дослідження показали, що АФК необхідні виживання й диференціювання моноцитів. Як правило, помірні рівні АФК діють як сигнали, що сприяють виживанню та функціонуванню клітин, тоді як сильне підвищення рівнів АФК може спричинити загибель клітин. Низькі внутрішньоклітинні рівні АФК важливі для синтезу мРНК фібрoneктину, експресії та секреції білка. Окислювальний стрес може знижувати фагоцитарну здатність та одночасно активувати процеси синтезу фібрoneктину, що може сприяти формуванню фіброзної тканини, зокрема й м'язової [19].

Утворення вільних радикалів — процес, що постійно відбувається в організмі, фізіологічно збалансований завдяки активності ендогенних антиоксидантних систем. При надмірному збільшенні продукції вільних радикалів унаслідок прооксидантних впливів та/або неспроможності антиоксидантного захисту розвивається окислювальний стрес, що супроводжується пошкодженням білків, ліпідів та ДНК.

Ці процеси значно посилюються на тлі зниження активності антиоксидантних систем організму (супероксиддисмутаза, глутатіон пероксидаза, вітамін Е, вітамін А, селен), що захищають клітини та тканини від згубної дії вільних радикалів. Сучасні лабораторні тести дають змогу

оцінити як активність вільнорадикальних процесів, так і стан систем антиоксидантного захисту.

Одним із несприятливих наслідків перекисного окислення ліпідів вважають утворення малонового діальдегіду в результаті зумовленого вільними радикалами розриву поліненасичених жирних кислот. Цей альдегід утворює шифові основи з аміногрупами білка, Концентрація малонового діальдегіду в сироватці крові відображає активність процесів перекисного окислення ліпідів в організмі й слугує маркером ступеня ендогенної інтоксикації. Як правило, високий уміст малонового діальдегіду відповідає тяжкому ступеню ендогенної інтоксикації.

За недостатності однієї або декількох ланок антиоксидантної системи тканини втрачають захист від дії вільних радикалів, що призводить до їх ушкодження, руйнування органів та розвитку захворювання

Антиоксидантна система є однією з найважливіших неспецифічних захисних систем організму, які оперативно реагують на будь-які зміни довкілля, що характеризується антропогенним забрудненням.

Баланс стану вільнорадикального окислення та антиоксидантного захисту відображає адаптаційні можливості організму, пристосованість до умов проживання, а його зміщення призводить до розвитку патологічних процесів.

Характеризуючи адаптаційні процеси в системі «вільнорадикальне окислення — антиоксидантний захист» у біологічних рідинах організму, виокремлюють три основні ланки: 1) стан компенсації, що характеризується посиленням окислення та антиокислення або фізіологічним рівнем співвідношення цих процесів; 2) напруга, що диференціюється протилежною спрямованістю змін окислення та антиокислення; 3) перенапруга, що закінчується або ослабленням окислення та антиокислення, або зривом.

Утворення вільних радикалів та реактивних метаболітів кисню є важливим механізмом ушкодження клітин печінки. Зокрема, надмірна продукція АФК ініціює лавиноподібне розгалуження процесів вільнорадикального окислення [20].

Висновки. У результаті проведених досліджень нами встановлено, що є певні закономірності формування реакцій природної та адаптаційної імунологічної реактивності в умовах розвитку оксидантного стресу.

Визначено значне підвищення активності реакцій, пов'язаних з оксидантним стресом та накопиченням активних форм кисню, зменшення протиоксидантної резистентності плазми крові (СОД) та збільшення малонового альдегіду (МДА) — кінцевого продукту перекисного окислення ліпідів.

При порівнянні особливостей формування реакцій природної резистентності нами встановлено, що в обстежених дівчат продукти впливу АФК призводять до значної переактивації клітин неспецифічної резистентності. Водночас значна переактивація нейтрофільних гранулоцитів унаслідок антропогенних факторів сприяє надлишковій продукції АФК. Це може впливати на віцинальні клітини, як-от ендотелій або епітелій,

сприяючи запальному пошкодженню тканин. Виробляючи надмірну кількість АФК, нейтрофільні гранулоцити з порушенням регулювання можуть поширювати місцеву запальну реакцію так, що вона стає системною. Визначено, що показники активності нейтрофільних гранулоцитів в НСТ-тесті в 1,13 раза ($p < 0,05$) перевищували аналогічні показники обстежених хлопчиків. Водночас визначено, що окисний стрес сприяє зниженню функціональної активності моноцитів периферичної крові під впливом бактеріальними стимуляторами в обстежених обох груп. Однак більш вираженим ці тенденції були встановлені в дівчаток. Значення стимульованого НСТ-тесту моноцитів у дівчаток було в 1,24 раза ($p < 0,05$) знижено відносно обстежених хлопчиків.

Література

1. Імунологія практикум / Под ред. ЕУ Пастер [Immunology practical / Ed. EU Paster]. Київ : Вища школа [Kyiv: Vyshcha Shkola]; 1989. 304 p.
2. Костюк ВА, Потапович АІ, Ковальова ЖВ [Kostiuk VA, Potapovych AI, Kovalova ZV]. Простий та чутливий метод визначення активності супероксиддисмутази, заснований на реакції окислення кверцетину [Simple and sensitive method for determining superoxide dismutase activity based on quercetin oxidation reaction]. *Зап. мед. хім.* 1990;36(2):88–91.
3. Осадча ОІ, Футорний СМ, Шматова ЄА [Osadcha OI, Futorniy SM, Shmatova EA]. Неприятливі екологічні чинники як причина оксидантного стресу спортсменів велосипедистів-аматорів [Adverse environmental factors as a cause of oxidative stress in amateur cyclist athletes]. *Науковий журнал Національного педуніверситету ім. М. П. Драгоманова. Серія 15.* 2018;9(103):65–69.
4. Сталева ІД, Гарішвілі ТГ [Staleva ID, Garishvili TG]. Метод визначення малонового діальдегіду за допомогою тіобарбітурової кислоти [Method for determining malondialdehyde using thiobarbituric acid]. *Сучасні методи в біохімії / [Під ред. ВН Оріховича] [Modern methods in biochemistry / Ed. VN Orikhovich]. М.: Медицина [Moscow: Meditsina]; 1977. p. 66–68.*
5. Pham-Huy LA, He H, Pham-Huy C. Free radicals, antioxidants in disease and health. *Int J Biomed Sci.* 2008;4:89–96. [PMC Free Article].
6. Carru S, Da Boyt M, Palioyannis P, Zinello A, Sothgia S, Sibson R, Meakin JR, Aspden RM, Mangoni AA, Gray SR. Association between markers of oxidative stress, skeletal muscle mass and function, and the effect of resistance training in the elderly. *Exp Gerontol.* 2018.
7. D'Angelo S, et al. Oxidative stress and sport performance. *Sport Science.* 2020;13(Suppl 1):18–22.
8. Emmendorffer A, Hecht M, Booker T, Müller M, Heinrich W. The role of inflammation in chemically induced lung cancer. *Toxicol Lett.* 2000;112–113:185–191.
9. Full AR, Nasir B, Hak IY, Kim SJ. Oxidative stress, consequences, and ROS-mediated cell signaling in rheumatoid arthritis. *Chem Biol Interact.* 2017;281:121–136.
10. Giampietro R, Spinelli F, Contino M, Colabufo NA. The key role of copper in neurodegeneration: a new strategy for the treatment of neurodegenerative diseases. *Mol Pharm.* 2018;15:808–820.
11. Holmdahl R, Sareila O, Pizzola A, et al. Hydrogen peroxide as an immunological mediator regulating autoreactive T cells. *Antioxid Redox Signal.* 2013;18(12):1463–1474.
12. Hultqvist M, Bäcklund J, Bauer K, Gelderman KA, Holmdahl R. Lack of reactive oxygen species impairs T cell tolerance to type II collagen and promotes the development of arthritis in mice. *J Immunol.* 2007;179(3):1431–1437.
13. Kaffe ET, Rigopulu EI, Kukulis GK, Dalekos GN, Mulas AN. Oxidative stress and antioxidant status in patients with autoimmune liver diseases. *Redox Rep.* 2015;20:33–41.
14. Kurutas EB. Importance of antioxidants playing a role in the cellular response to oxidative/nitrosative stress: current status. *J Nutr.* 2016;15(1):71.
15. Lan J, Huang Z, Shao J, Huang C. Redox regulation of miRNAs in cancer. *Cancer Lett.* 2018.
16. Merad M, Martin JK. Pathological inflammation in patients with COVID-19: a key role for monocytes and macrophages. *Nat Rev Immunol.* 2020;20(6):355–362.
17. Mohamed AK, Birhaus A, Shikofe S, Trichler H, Ziegler R, Navrot RP. The role of oxidative stress and NF-kappaB activation in late diabetic complications. *Biofactors.* 1999;10:157–167.
18. Niki E. Oxidative stress and antioxidants. *J Biol Chem.* 2023;298(1):102591.
19. Rahal A, Kumar A, Singh V, Yadav B, Tiwari R, Chakraborty S, Dhama K. Oxidative stress, prooxidants and antioxidants: an interaction. *Biomed Res Int.* 2014;2014:761264.
20. Sharma V, Collins LB, Chen TH, Herr N, Takeda S, Sun W, Swenberg JA, Nakamura J. Oxidative stress at low levels can cause clustered DNA damage leading to NHEJ-mediated mutations. *Oncotarget.* 2016;7:25377–25390. DOI: 10.18632/oncotarget.8298
21. Verbon EH, Post JA, Boonstra J. Influence of reactive oxygen species on cell cycle development in mammalian cells. *Gene.* 2012;511:1–6.
22. Wu C, Zhao W, Yu J, Li S, Lin L, Chen X. Induction of ferroptosis and mitochondrial dysfunction by oxidative stress in PC12 cells. *Scientific Representative.* 2018;8:574.

ORCID 0000-0001-5883-425X, osadchay1965@gmail.com
 ORCID 0000-0001-5635-7840, bojarska55@gmail.com
 ORCID 0000-0002-8441-8572, 12olga1997.pavlova@gmail.com

Дата першого надходження статті до видання: 11.01.2026
 Дата прийняття статті до друку після рецензування: 06.02.2026
 Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Біологічні предиктори толерантності до гіпоксії в спортсменів з анаеробним типом енергозабезпечення

УДК 612.17:612.014.4:796.015

**В. А. Пастухова, В. В. Сосновський,
С. П. Краснова, О. В. Кучеренко**

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. *Мета роботи* – визначити біологічні предиктори толерантності до гіпоксії середньогір'я в спортсменів високої кваліфікації з переважно анаеробним типом енергозабезпечення на основі показників варіабельності серцевого ритму (далі – ВСР) та реакції на активну ортостатичну пробу. *Методи.* Обстежено спортсменів високої кваліфікації (МС/МСМК, біг на середні дистанції; середній вік $23,9 \pm 3,82$ року) та проведено оцінку адаптації під час двотижневого навчально-тренувального збору в умовах середньогір'я (2100 м) на 2–3-тю та 11–12-ту добу. Реєстрували ВСР у фоновому режимі та під час активної ортопроби; аналізували статистичні та спектральні параметри (VLF, LF, HF, VHF, TP, LF/HF) й показники ортостатичної реактивності (K30:15). *Результати.* За індивідуальними особливостями вегетативної регуляції спортсменів розподіляли на дві групи. У початковий період адаптації до середньогір'я виділено дві типологічні групи: 1-ша (41,7 %) характеризувалася високими значеннями ВСР із перевагою симпатичних впливів і високою напруженістю регуляторних процесів; 2-га (58,3 %) показниками помірної напруженості та більшою збалансованістю симпатичних і парасимпатичних впливів. На 11–12-ту добу перебування в середньогір'ї при ортостатичному тесті в 1-й групі відзначали вираженіші ознаки симпатoadреналової активації (зростання LF/HF до 2,86), тоді як у 2-й групі реакція була помірнішою (LF/HF – 1,55) при збереженні кращої вагусної компоненти у фоновому записі (вищі значення HF). Відсутність «нестійких» функціональних станів регуляції у 2-й групі розцінено як сприятливу ознаку підвищеної стійкості до гіпоксії та фізичних навантажень. *Висновки.* Так, комплекс показників ВСР (вихідний симпато-вагальний баланс, спектральний профіль та ортостатична реактивність) може розглядатися як біологічний інструмент прогнозування толерантності до гіпоксії середньогір'я та персоналізації режимів тренувального навантаження в спортсменів анаеробної спрямованості. **Ключові слова:** гіпоксія, середньогір'я, варіабельність серцевого ритму, автономна регуляція, ортостатична проба, спортсмени.

Biological predictors of hypoxia tolerance in athletes with predominantly anaerobic energy supply

V. A. Pastukhova, V. V. Sosnovsky, S. P. Krasnova, O. V. Kucherenko

National University of Physical Education and Sports of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. *Aim* – to identify biological predictors of medium-altitude hypoxia tolerance in highly qualified athletes with predominantly anaerobic energy supply using heart rate variability (HRV) indices and responses to an active orthostatic test. Highly qualified athletes (Master of Sport / International Master of Sport; middle-distance runners; mean age 23.9 ± 3.82 years) were examined. Adaptation to hypobaric hypoxia was assessed during a two-week training camp at 2100 m on days 2–3 and 11–12. HRV was recorded at rest and during an active orthostatic test. Time- and frequency-domain parameters

(VLF, LF, HF, VHF, total power, LF/HF) and orthostatic reactivity (30:15 ratio) were analyzed. Athletes were stratified into two groups according to individual autonomic regulation patterns (high vs moderate regulatory strain). Two typological patterns of early hypoxic adaptation were identified: Group 1 (41.7 %) demonstrated higher regulatory strain with sympathetic predominance, whereas Group 2 (58.3 %) showed moderate strain and a more balanced sympatho-vagal profile. On days 11–12, the orthostatic challenge elicited a stronger sympathetic shift in Group 1 (LF/HF up to 2.86) compared with Group 2 (LF/HF up to 1.55), while Group 2 maintained a more favorable baseline vagal component (higher HF). The absence of unstable regulatory states in Group 2 was interpreted as a beneficial marker of enhanced hypoxia and exercise tolerance. *Conclusions:* a combined HRV-based profile (baseline sympatho-vagal balance, spectral characteristics, and orthostatic reactivity) may serve as a biological predictor of medium-altitude hypoxia tolerance and support individualized training load management in anaerobic-oriented athletes.

Keywords: hypoxia, medium altitude, heart rate variability, autonomic regulation, orthostatic test, athletes.

Постановка проблеми. Гіпоксія середньогір'я є одним із найпотужніших природних стимулів адаптації, що модифікує кисневий каскад, обмежує біологічне окиснення і змінює енергетичне забезпечення клітин, запускаючи комплекс захисно-приспосувальних реакцій [3; 6; 10]. У спорті вищих досягнень гірське тренування розглядається не лише як підготовка до стартів у горах, а і як засіб підвищення функціональних резервів і працездатності на рівні моря. Водночас реакція на гіпоксію має виражену індивідуальну варіабельність, що зумовлює існування як сприятливих, так і несприятливих сценаріїв адаптації (підвищена напруженість регуляторних систем, ознаки перенапруження, зниження відновлювального потенціалу) [1; 4; 8].

Особливої уваги потребують спортсмени з переважно анаеробним типом енергозабезпечення, оскільки в умовах гіпоксії можливий розвиток гіпометаболічного стану зі зміщенням внеску енергосистем і пролонгованим залученням анаеробних механізмів на тлі зниженого аеробного компонента. Відповідно, пошук надійних біологічних предикторів толерантності до гіпоксії є практично значущим для персоналізації тренувальних навантажень, профілактики дезадаптації та оптимізації відновлення.

Варіабельності серцевого ритму (далі — ВСР) як індикатор автономної регуляції та напруженості адаптаційних механізмів активно застосовується для моніторингу стану спортсменів й оцінки впливу гіпоксії та гіпоксичного тренування [5]. Однак питання виділення комплексу ВСР-показників, які можуть виконувати роль предикторів індивідуальної толерантності саме у висококваліфікованих спортсменів з анаеробною спрямованістю, залишається актуальним і потребує уточнення на матеріалі реальних середньогірних зборів [2; 11].

Зв'язок роботи з науковими програмами або практичними завданнями. Робота виконана в межах науково-дослідної роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України за темами «Ритмокардіографічні дослідження кваліфікованих спортсменів у різних видах спорту» (№ державної реєстрації 0116U001610) і «Особливості соматичних, вісцеральних та сенсорних систем у кваліфікованих спортсменів на різних етапах підготовки» (№ державної реєстрації 0116U001614).

Мета роботи — визначити біологічні предиктори толерантності до гіпоксії середньогір'я в спортсменів високої кваліфікації з переважно анаеробним типом енергозабезпечення за комплексом показників варіабельності серцевого ритму в стані відносного спокою та за активної ортостатичної проби.

Методи й організація дослідження. Оцінку адаптації до гіпоксичної гіпоксії організму залежно від індивідуальних особливостей вегетативної регуляції проводили під час двотижневого навчально-тренувального збору в умовах середньогір'я на висоті 2100 м на базі медико-біологічної станції Міжнародного центру астрономічних і медико-екологічних досліджень НАН України на 2–3-тю та на 11–12-ту добу перебування в горах. Усі спортсмени мали кваліфікацію МС і МСМК, члени збірної України, які спеціалізуються з бігу на середні дистанції. Середній вік обстежених спортсменів становив $23,9 \pm 3,82$ року. Реєстрацію ВСР проводили у фазі активної ортостатичної проби; аналізували спектральні параметри: VLF, LF, HF, VHF, загальну потужність спектра (TP0–0,40), співвідношення LF/HF; для ортостатичної реактивності використовували показник K30:15. Дослідження виконано з дотриманням етичних принципів проведення

досліджень за участю людини (добровільна інформована згода, мінімізація ризиків, конфіденційність даних). Для аналізу й оцінки отриманих даних застосовували методи параметричної і непараметричної статистики, кореляційного, регресійного, кластерного й факторного аналізу [7].

Результати дослідження та їх обговорення.

За результатами дослідження всі спортсмени були розподілені на дві групи. До першої меншої за кількістю (41,7 %) групи ввійшли спортсмени, у яких показники варіабельності серцевого ритму становили нерегулярні кластери, до другої (58,3 %) — регулярні. Згідно з аналізом, проведеним у роботі, фізіологічні границі показників нерегулярних («аномальних») кластерів можуть бути зміщені в ділянку напруження або перенапруження регуляторних систем організму навіть за відсутності незначних функціональних навантажень.

У таблиці 1 наведено результати математичного аналізу варіабельності серцевого ритму в спортсменів в умовах середньогір'я в стані відносного спокою.

Ключовим результатом є виокремлення двох різних сценаріїв автономної регуляції в ранній фазі гіпоксичної адаптації. Перша група демонструвала

високе регуляторне напруження з перевагою симпатичного компонента, тоді як друга — помірне напруження й більш збалансований симпатовагальний контроль. У термінах толерантності до гіпоксії це означає менший ризик перенапруження в спортсменів 2-ї групи. Додатковим якісним маркером сприятливого перебігу адаптації була відсутність фактору нестійких станів у 2-й групі, що інтерпретовано як ознака підвищеної стійкості до гіпоксії та фізичних навантажень.

На 11–12-ту добу перебування в умовах середньогір'я за активної ортопроби виявлено різний ступінь зсуву автономного балансу. У 1-й групі (фон $n = 20$; ортопроба $n = 10$) відзначено різке зростання LF/HF до 2,86 (2,18; 3,55) при зниженні HF до 150 (91; 211), що відображає виражену симпатичну домінанту в умовах ортостатичного стресу. У 2-й групі (фон $n = 28$; ортопроба $n = 14$) LF/HF був у межах від 1,43 до 1,75, а вихідний (фоновий) вагусний компонент був вищим (HF 896 (774; 1005)), що узгоджується з більш «економним» регуляторним профілем. Показник K30:15 у 2-й групі становив 1,24, що характеризує адекватність ортостатичної реакції.

Отримані дані концептуально узгоджуються із сучасними літературними джерелами, що гіпоксія

ТАБЛИЦЯ 1 — Середні значення показників математичного аналізу ритму серця у спортсменів у початкову фазу адаптації до умов середньогір'я

Показники	1-ша група ($n = 40$)	2-га група ($n = 56$)
RRNN, мс	$683 \pm 46,5^*$	$891 \pm 49,3$
Mo, мс	$658 \pm 45,8^*$	$864 \pm 48,4$
SDNN, мс	$22,7 \pm 9,88$	$33,9 \pm 9,79$
AMo, %	$82 \pm 5,9^*$	$57 \pm 3,6$
$\Delta R-R$, мс	$153 \pm 39,4$	$208 \pm 56,5$
CV, %	$3,3 \pm 2,62$	$3,9 \pm 1,95$
pNN50, %	$3,6 \pm 3,01^{**}$	$9,8 \pm 3,56$
IH	$406 \pm 105,3^{**}$	$90 \pm 30,9$
IBP	$526 \pm 143,1^{**}$	$257 \pm 72,0$
ПАПР	$123 \pm 9,4^*$	$66 \pm 7,1$
ВПП	$9,9 \pm 2,75^*$	$5,3 \pm 1,68$
VLF, $\text{мс}^2/\text{Гц}$	$581 \pm 172,8^*$	$810 \pm 143,4$
LF, $\text{мс}^2/\text{Гц}$	$639 \pm 161,1$	$592 \pm 84,5$
HF, $\text{мс}^2/\text{Гц}$	$408 \pm 105,1^*$	$740 \pm 73,9$
VHF, $\text{мс}^2/\text{Гц}$	$755 \pm 124,5^{**}$	$231 \pm 63,2$
$TP_{0,0,40}$, $\text{мс}^2/\text{Гц}$	$1625 \pm 453,1$	$2147 \pm 213,6$
LF, %	$39,5 \pm 8,91$	$27,6 \pm 4,98$
HF, %	$46,7 \pm 5,96^{**}$	$15,0 \pm 2,71$
LF nu	$53,1 \pm 10,12$	$49,0 \pm 8,49$
HF nu	$41,8 \pm 8,91^*$	$61,5 \pm 7,64$
LF/HF	$1,58 \pm 0,214$	$0,79 \pm 0,102$

Примітка: n — кількість кардіоритмограм; відмінність між групами на рівні * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$.

як стресор часто супроводжується підсиленням симпатичного тону та зниженням вагусних впливів, а HRV-показники та реакція на ортостатичний виклик можуть відображати індивідуальну «ціну адаптації» і потенційну схильність до несприятливих реакцій [5; 9].

Так, сукупність ознак, що можуть розглядатися як предиктори нижчої толерантності (потенційно «ризик-профіль») у спортсменів 1-ї групи:

- високий рівень регуляторного напруження та симпатичної домінанти у вихідних записах;
- різко підвищене LF/HF у відповідь на ортопробу на 11–12-ту добу;
- наявність ознак «нестійких станів» (як окремий якісний маркер).

Натомість предиктори вищої толерантності (більш сприятлива адаптація) у 2-й групі містять:

- помірну напруженість механізмів і більш збалансований автономний контроль у ранній фазі;
- відсутність фактору нестійких станів;
- вищий вихідний HF та помірніший симпатичний зсув при на 11–12-ту добу.

Висновки

1. У спортсменів високої кваліфікації з переважно анаеробним типом енергозабезпечення в ранній фазі адаптації до умов середньогір'я виокремлюють дві типологічні групи автономної

регуляції: з високою (41,7 %) та помірною (58,3 %) напруженістю регуляторних процесів.

2. Спектральний профіль ВСР на 11–12-ту добу середньогірного перебування в умовах ортостатичного стресу демонструє зсув у бік симпатичної домінанти у спортсменів із високим регуляторним напруженням (LF/HF до 2,86) порівняно з групою помірно напруженої (LF/HF до 1,55), що може розглядатися як предиктор нижчої толерантності до гіпоксії.

3. Відсутність фактору нестійких станів у групі помірно напруженої є сприятливою ознакою та асоціюється з вищою стійкістю до гіпоксії і фізичних навантажень.

4. Комплексна оцінка ВСР (вихідний симпатовагальний баланс, спектральні характеристики та ортостатична реактивність) може бути біологічною основою для прогнозування індивідуальної толерантності до гіпоксії та персоналізації тренувальних програм в умовах середньогір'я.

Перспективи подальших досліджень.

Доцільним є розширення прогностичної моделі завдяки включенню показників сатурації, еритропоетичних маркерів, параметрів відновлення та тренувального навантаження з подальшою валідацією HRV-профілю як інструмента стратифікації ризику дезадаптації в спортсменів різних анаеробних спеціалізацій.

Література

1. Атаман Ю., Бріжата І., Жаркова А., Моїсєнко І., Овечкін Д. Довгострокова варіабельність артеріального тиску у професійних спортсменів на силу та витривалість з офісною передгіпертензією за річний макрокцикл тренувань [Long-term blood pressure variability in professional strength and endurance athletes with office prehypertension during an annual macrocycle of training]. *Georgian Med News*. 2022;326:7–11.
2. Сосновський В., Пастухова В. Адаптація організму людини до гіпоксії [Adaptation of the human body to hypoxia]. *Вісник Черкаського університету, серія «Біологічні науки»*. Черкаси, 2017;1:97–106.
3. Belovary BN, Wells A D, Fennel Z J, Ducharme J B, Houck J M, Mayschak T J, Gibson A L, Drum S N, Mermier C M. Could Orthostatic Stress Responses Predict Acute Mountain Sickness Susceptibility? *High Alt Med Biol*. 2023 Mar;24(1):19–26. DOI: 10.1089/ham.2021.0177
4. Chen B, Wu Z, Huang X, Li Z, Wu Q, Chen Z. Effect of altitude training on the aerobic capacity of athletes: A systematic review and meta-analysis. *Heliyon*. 2023 Sep 16;9(9):e20188. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e20188
5. Claiborne A, Alessio H, Slatery E, Hughes M, Barth E, Cox R. Heart Rate Variability Reflects Similar Cardiac Autonomic Function in Explosive and Aerobically Trained Athletes. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Oct 12;18(20):10669. DOI: 10.3390/ijerph182010669
6. Koelwyn GJ, Wong LE, Kennedy MD, Eves ND. The effect of hypoxia and exercise on heart rate variability, immune response, and

orthostatic stress. *Scand J Med Sci Sports*. 2013 Feb;23(1):e1–8. DOI: 10.1111/sms.12003

7. Kotronoulas G, Miguel S, Dowling M, Fernández-Ortega P, Colomer-Lahiguera S, Bağcıvan G, Pape E, Drury A, Semple C, Dieperink K B, Papadopoulou C. An Overview of the Fundamentals of Data Management, Analysis, and Interpretation in Quantitative Research. *Semin Oncol Nurs*. 2023 Apr;39(2):151398. DOI: 10.1016/j.soncn.2023.151398

8. Liu B, Yuan M, Yang M, Zhu H, Zhang W. The Effect of High-Altitude Hypoxia on Neuropsychiatric Functions. *High Alt Med Biol*. 2024 Mar;25(1):26–41. DOI: 10.1089/ham.2022.0136

9. Nordine M, Treskatsch S, Habazettl H, Gunga C, Brauns K, Dosel P, Petricek J, Opatz O. Orthostatic Resiliency During Successive Hypoxic, Hypovolemic, and Orthostatic Stress. *Front Physiol*. 2021;12:712422. DOI: 10.3389/fphys.2021.712422

10. Richalet JP, Hermand E, Lhuissier FJ. Cardiovascular physiology and pathophysiology at high altitude. *Nat Rev Cardiol*. 2024 Feb;21(2):75–88. DOI: 10.1038/s41569-023-00924-9

11. Sosnovsky VV, Pastukhova VA, Pornichenko VI, Filippov MM, Ilyin VM. Effects of medium-height mountain training on the functional abilities and physical fitness of mid-distance runners. *Journal of Physical Education and Sport, JPES*. 2019;19(4):2379–83. DOI: 10.7752/jpes.2019.04360

ORCID 0000-0002-0838-8893, vsosnovskyi@uni-sport.edu.ua
ORCID 0000-0001-8592-5624, s.krasnova@ukr.net
ORCID 0009-0007-5763-3481, Olgakuch2@uni-sport.edu.ua

Дата першого надходження статті до видання: 25.01.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 19.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

Особливості психофізіологічних реакцій в елітних дзюдоїстів

УДК 796.853.23:612.8:159.9.072

**Сінь Хаоруй¹, І. І. Чертов², Л. Г. Коробейнікова¹,
Г. В. Коробейников¹, В. І. Костюченко¹**

¹Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

²Національний університет «Одеська юридична академія», Одеса, Україна

Резюме. *Мета.* Вивчити гендерні особливості психофізіологічних реакцій у дзюдоїстів високої кваліфікації. *Методи.* Використано батарею тестів із оцінкою зорового сприйняття, антиципації та ухвалення рішення. Обстежено 57 дзюдоїстів високої кваліфікації, серед них 33 чоловіки ($26,62 \pm 3,62$ року) та 24 жінки ($24,73 \pm 3,57$ року). *Результати.* Установлено переважання швидкості, продуктивності та ефективності сприйняття й переробки інформації серед чоловіків дзюдоїстів. У жінок виявлено більшу стабільність переробки інформації, ніж у чоловіків. Проведений кореляційний аналіз установив, що для дзюдоїсток високої кваліфікації зорове сприйняття забезпечує ефективність ухвалення рішення та антиципації. У чоловіків дзюдоїстів прискорення процесу сприйняття зовнішньої інформації та ухвалення рішення призводить до погіршення якісних характеристик переробки інформації.

Ключові слова: гендерні особливості, психофізіологічні реакції, дзюдоїсти високої кваліфікації.

Gender features of psychophysiological response in elite judokas

**Xin Haorui¹, I. I. Chertov², L. G. Korobeinikova¹, G. V. Korobeynikov¹,
V. I. Kostuchenko¹**

¹National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, Ukraine

²National University "Odesa Law Academy", Odesa, Ukraine

Abstract. *The purpose* of the investigation was study the gender features of psychophysiological responses in elite judokas. *Methods.* The test's battery with asses of visual perception, anticipation, and decision making. The 57 elite judokas, among them 33 males ($26,62 \pm 3,62$ age) and 24 females ($24,73 \pm 3,57$ age), were examined. *Results.* The prevalence of speed, productivity, and efficacy of perception and information processing among male judokas. In females, more grow of stability of information processing than in males. The conducted of correlation analyses were installed that visual perception support of efficacy of decision making and anticipation in elite female judokas. In male judokas, the acceleration of perception of external information and decision-making leads to deterioration of quantitative characteristics of information processing.

Keywords: gender features, psychophysiological responses, elite judokas.

Постановка проблеми. Сучасний олімпійський спорт характеризується залученням новітніх інформаційних та інноваційних технологій в тренувальний процес. Цей процес вимагає використання диференційних чинників для вдосконалення процесу підготовки [5].

Серед різних видів олімпійських єдиноборств дзюдо є одним із найпопулярніших видів спорту. Змагання з дзюдо вирізняється видовищністю та великою популярністю. Водночас у змаганнях з дзюдо беруть участь як чоловіки, так і жінки. Початок жіночого дзюдо з Олімпійських ігор 1992 року в Барселоні

дало старт новому етапу розвитку цього виду спорту.

За означений період жіноче дзюдо розвивалося та вдосконалювалося [3; 9]. Водночас серед проблем підготовки в дзюдо та інших єдиноборствах важливою залишається відсутність чіткого розуміння диференціації в побудові тренувального процесу з урахуванням гендерних особливостей [2; 8].

Є низка досліджень, що стосуються гендерних особливостей системи підготовки в єдиноборствах [11; 19]. Але залишаються невивченими гендерні особливості психофізіологічних функцій серед жінок, які займаються спортивними єдиноборствами, зокрема дзюдо.

Психофізіологічні функції в дзюдо мають значення при спортивному відборі, формуванні рухових навичок, оцінки ступеня напруження та перенапруження нервової системи [12; 14]. Водночас деякі роботи свідчать про наявність статевого диморфізму психофізіологічних функцій у спортсменів єдиноборців [1; 16]. Зокрема, встановлено переважання якісних характеристик психофізіологічних функцій над кількісними серед жінок, які займаються спортивними єдиноборствами [6].

Попри наявність досліджень, присвячених вивченню психофізіологічних функцій в жінок у спортивних єдиноборствах, виникає питання гендерних особливостей психофізіологічного реагування серед елітних дзюдоїстів. Це питання виникає під час тренування, коли жінки потребують інших підходів, ніж чоловіки [20]. Крім того, засвоєння технічних навичок, здатність до сприйняття й переробки інформації мають гендерні відмінності [4]. Тому детальні дослідження особливостей психофізіологічних реакцій в елітних дзюдоїстів мають потребу для практичного використання.

Мета — дослідити гендерні особливості психофізіологічних реакцій у дзюдоїстів високої кваліфікації.

Методи дослідження. Обстежено 57 дзюдоїстів високої кваліфікації, серед них 33 чоловіки ($26,62 \pm 3,62$ року) та 24 жінки ($24,73 \pm 3,57$ року). Програма дослідження затверджена Комісією з біомедичної етики Національного університету фізичного виховання і спорту (15.01.2025, протокол № 1).

Для дослідження психофізіологічних реакцій використано такі тести: оцінка швидкості

зорового сприйняття, дослідження часу ухвалення рішення та антиципації.

Зорове сприйняття є важливою аферентною ланкою психофізіологічних функцій [21]. Означений тест визначав продуктивність, швидкість, точність та ефективність при ідентифікації спортсменом геометричних фігур.

Ухвалення рішення є ключовою проблемою в сучасній спортивній психології та психології досягнення (Performance Psychology [18]). Особливо важливим є швидкість і якість ухвалення рішення в спортивних іграх та єдиноборствах [15; 17]. Концепцією тесту на оцінку часу ухвалення рішення було оцінка часу виконання відповідних завдань в умовах ліміту часу — вибір відповідного кольорового стимулу (червоний, зелений та жовтий).

Антиципація є найважливішою властивістю нервової системи в єдиноборствах, спрямовану на передбачення, прогнозування дій суперника [22]. Це дає змогу вчасно ефективно реагувати на атакуючі дії суперника та проводити свої технічні прийоми. Для визначення антиципації використали тест «реакція на руховий об'єкт».

Усі описані тести входять до складу комп'ютерного психодіагностичного комплексу «Мультипсихометр-05».

Для оцінки відмінностей між змінними використовували ранговий тест Вілкоксона. Також використовували непараметричні методи (медіана, квартильний розмах) та кореляційний аналіз за Спірменом за допомогою програми Statistica-12.

Результати. У табл. 1 представлено результати дослідження швидкості зорового сприйняття серед дзюдоїстів високої кваліфікації різної статі.

Отримані результати засвідчили, що в чоловіків виявляються достовірно вищі значення продуктивності та ефективності зорового сприйняття.

У табл. 2 представлено результати дослідження часу ухвалення рішення серед дзюдоїстів високої кваліфікації різної статі.

Проведений аналіз засвідчив наявність більш достовірно нижчих значень часу ухвалення рішення в чоловіків дзюдоїстів, порівняно із жінками.

Означений факт указує на прискорення обробки інформації та ухвалення рішення в чоловіків-дзюдоїстів. Відповідно, у жінок спостерігається більш повільний процес ухвалення рішення.

ТАБЛИЦЯ 1 – Результати тесту «швидкість зорового сприйняття» серед дзюдоїстів високої кваліфікації різної статі (медіана, міжквартильний розмах)

Показники	Жінки (n = 24)	Чоловіки (n = 33)
Продуктивність, ум. од.	59.50 (19.00)	62.00 (22.00)*
Швидкість, ум. од.	17.37 (4.37)	16.50 (4.51)
Точність, ум. од.	0.96 (0.13)	0.95 (0.09)
Ефективність, ум. од.	42.52 (22.82)	45.16 (24.31)*

Примітка: * p = .05, порівняно із групою жінок

ТАБЛИЦЯ 2 – Результати тесту «час прийняття рішення» серед дзюдоїстів високої кваліфікації різної статі (медіана, міжквартильний розмах)

Показники	Жінки (n = 24)	Чоловіки (n = 33)
Динамічність, ум. од.	77.21 (15.78)	70.65 (24.36)
Зорова продуктивність, ум. од.	1.61 (0.28)	1.74 (0.41)
Час прийняття рішення, мс	410.00 (75.00)	335.00 (105.00)*
Імпульсивність, ум. од.	-0.08 (0.14)	-0.10 (0.11)

Примітка: * p = .05, порівняно із групою жінок

У табл. 3 наведено результати «антиципації» серед дзюдоїстів високої кваліфікації різної статі.

Аналіз виявив переважання процесів збудження нервової системи в жінок, порівняно із чоловіками. Водночас це узгоджується з достовірно вищою стабільністю переробки інформації в жінок.

Для пошуку міжсистемних зв'язків психофізіологічних функцій та гендерних відмінностей серед дзюдоїстів високої кваліфікації проведено кореляційний аналіз (рис. 1, рис. 2).

Проведений аналіз виявив наявність кореляційних зв'язків між показниками зорового сприйняття й ухвалення рішення та антиципації серед жінок (рис. 1).

Водночас у чоловіків виявлено збільшення кількості достовірних кореляційних зв'язків між психофізіологічними показниками. Можна засвідчити про достовірні зв'язки між властивостями зорового сприйняття, ухвалення рішення та антиципації.

Обговорення результатів. Проведений аналіз засвідчив наявність гендерних відмінностей

у психофізіологічних реакціях серед дзюдоїстів високої кваліфікації.

Дослідження зорового сприйняття виявило переважання продуктивності та ефективності в чоловіків. Це узгоджується з прискоренням часу прийняття рішення серед чоловіків, порівняно із жінками. Однак у жінок виявлено більша стабільність переробки інформації, ніж у чоловіків. Отриманий факт підтверджує результати, одержані раніше про гендерні особливості спортсменів високої кваліфікації. У деяких дослідженнях установлено, що чоловіки швидше реагують на зовнішні подразники, тоді як жінки на тлі уповільнення реагування вирізняються більш якісними характеристиками переробки інформації [10; 13].

Проведений кореляційний аналіз вивив наявність більшої кількості достовірних кореляційних зв'язків у чоловіків, порівняно із жінками, що вказує на більш детерміновану функціональну систему, відповідальну за сприйняття й переробку інформації. Відповідно, у жінок виявляється більш стохастична

ТАБЛИЦЯ 3 – Результати тесту «антиципації» серед дзюдоїстів високої кваліфікації різної статі (медіана, міжквартильний розмах)

Показники	Жінки (n = 24)	Чоловіки (n = 33)
Точність, ум. од.	3.28 (1.49)	3.20 (0.78)
Стабільність, ум. од.	4.70 (3.02)	4.04 (1.64)*
Збудження, ум. од.	-0.20 (1.13)	-1.09 (1.57)*
Тренд за збудженням, ум. од.	-148.60 (412.60)	-113.80 (383.20)*

Примітка: * p = .05, порівняно з групою жінок

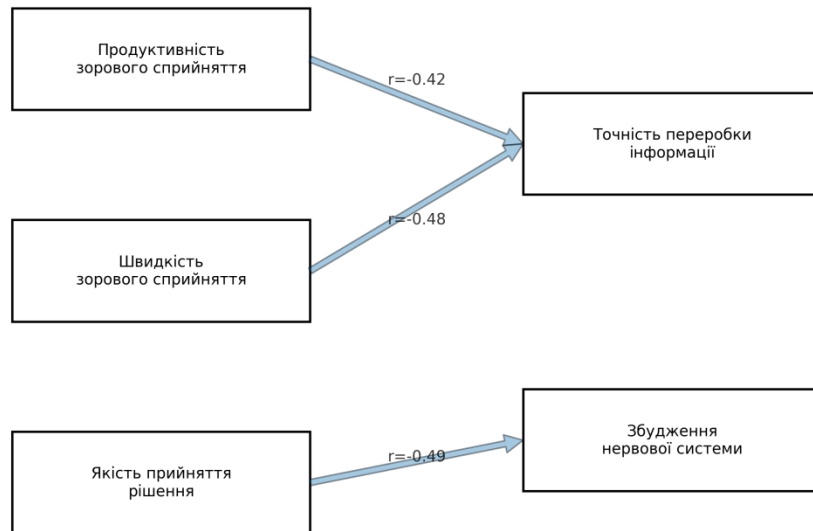


Рис. 1. Результати кореляційного аналізу між психофізіологічними показниками в дзюдоїсток високої кваліфікації

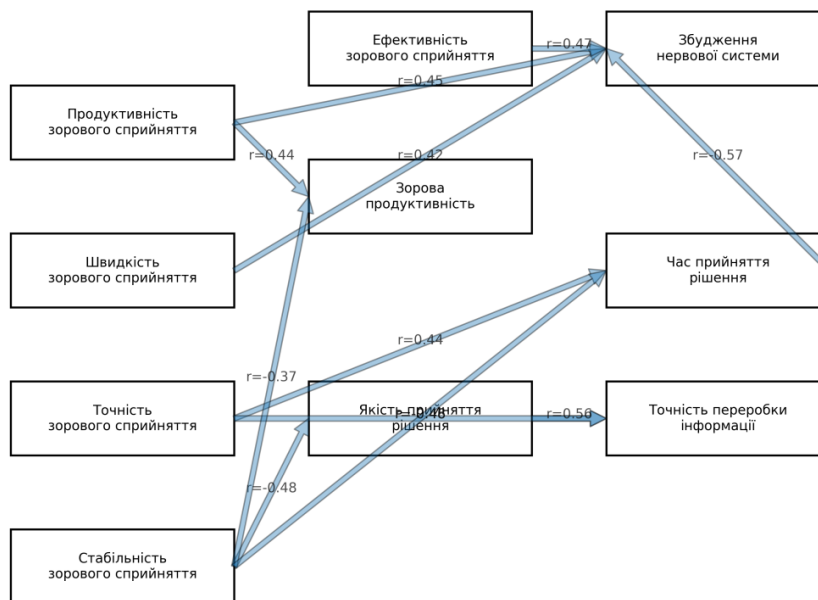


Рис. 2. Результати кореляційного аналізу між психофізіологічними показниками в дзюдоїстів високої кваліфікації

функціональна система сприйняття й переробки інформації [7].

Згідно з проведеним кореляційним аналізом можна засвідчити, що для дзюдоїсток високої кваліфікації системоутворювальним параметром є якість зорового сприйняття, що забезпечує ефективність ухвалення рішення та антиципації. Своєю чергою, у чоловіків-дзюдоїстів зорове сприйняття також має значення в системі швидкого ухвалення рішення та антиципації. Однак прискорення процесу

сприйняття зовнішньої інформації та ухвалення рішення призводить до погіршення якісних характеристик переробки інформації.

Висновки. Гендерні особливості психофізіологічних реакцій у дзюдоїстів високої кваліфікації характеризуються переважанням швидкісних характеристик сприйняття, переробки інформації та ухвалення рішення в чоловіків. У жінок виявляється переважання якісних характеристик сприйняття, переробки інформації та ухвалення рішення.

Література

1. Borges U, Schwalb F, Javelle F, Hartmann U, Pels F, Chermette C, Kleinert J. Competition decreases exercise potential for aggression reduction: a psychophysiological experiment. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2025 May 7;1–23. DOI: 10.1080/1612197X.2025.2500496.
2. Caramoci A, Smaranda AM, Drăgoiu TS, Bădărău IA. ECG Screening in Athletes: A Systematic Review of Sport, Age, and Gender Variations. *Reviews in Cardiovascular Medicine*. 2025 May 28;26(5):38209. DOI: 10.31083/RCM38209.
3. Chobotko M, Chobotko I, Schastlyvets V, Rozhechenko V. Influence of Judo Womans Age on Selection and Performance in the Tokyo Olympic Games 2020. *Grail of Science*. (22):291-298. DOI: 10.36074/grail-of-science.25.11.2022.55.
4. Ferreira TV, Noce F, da Costa IT, Vieira MM, da Costa VT. Is there a difference by sex in simple reaction time and impulsivity in Junior Brazilian Judo Team athletes?. *Environment*. 2017;10:111–118.
5. Flepp R, Gauriot R, Singleton C. Sports, economics, and natural experiments: advances and retrospection. *Frontiers in Behavioral Economics*. 2025 Jan 17;3:1547739. DOI:10.3389/frbhe.2024.1547739.
6. Gerber M, Cheval B, Cody R, Colledge F, Hohberg V, Klimentidis YC, Lang C, Looser VN, Ludyga S, Stults-Kolehmainen M, Faude O. Psychophysiological foundations of human physical activity behavior and motivation: theories, systems, mechanisms, evolution, and genetics. *Physiological Reviews*. 2025 Jul 1;105(3):1213–90. DOI: 10.1152/physrev.00021.2024.
7. St Gibson AC, Lambert EV, Rauch LH, Tucker R, Baden DA, Foster C, Noakes TD. The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. *Sports medicine*. 2006 Aug;36(8):705–22. DOI: 10.2165/00007256-200636080-00006.
8. Góra T, Waşik J, Mosler D, Ortenburger D, Kuberski M. A comparing the strength of taekwondo turning and side kicks in relation to athletes' gender, body weight and height. *Scientific Reports*. 2025 Jun 4;15(1):19558. DOI: 10.1038/s41598-025-04785-9.
9. Kons RL, Apollaro G, Henríquez M, Bevins R, Ojeda-Aravena A, Gulias VD, Detanico D. Age at peak competitive performance in Judo: A comparison between Paris 2024 Olympic and Paralympic Games. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 2025 Aug 21:17479541251369304. DOI: 10.1177/17479541251369304.
10. Korobeynikov G, Korobeinikova L, Chernozub A. Psychophysiological peculiarities of sexual dimorphism in athletes. *Psychology Research*. 2012 Jun 1;2(6):336–342.
11. Korobeynikov G, Raab M, Korobeinikova L, Xin H, Pryimakov O, Barbas I, Bulatova M, Chernozub A, Goncharova O, Raximov V, Burnashev R. Gender-specific effects of cognitive functions in elite judokas. *Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology*. 2024;25(4):39–49. DOI: 10.14589/ido.25.4.4.
12. Lopez Blanco C, Tyler WJ. The vagus nerve: a cornerstone for mental health and performance optimization in recreation and elite sports. *Frontiers in Psychology*. 2025 Jul 11;16:1639866. DOI: 10.3389/fpsyg.2025.1639866.
13. Nagorna V, Borysova O, Mytko A, Oberhofer K, Achermann B, Lorenzetti S. Gender-specific issues of sports training of elite female athletes in modern sports. Health-saving technologies, rehabilitation and physical therapy. 2022 Oct 10;3(1):158–62. DOI: 10.58962/HSTRPT.2022.3.1.158–162.
14. Podrigalo L, Iermakov S, Romanenko V, Baibikov M, Galimskiy V, Shutieiev V, Merdov S. Prediction of success in taekwondo based on psychophysiological testing results. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*. 2025 Aug 30;29(4):350–60. DOI: 10.15561/26649837.2025.0412.
15. Polevaia-Secareanu A, Cynarski WJ, Korobeynikov G, Raab M, Matkarimov R, Kerimov F, Korobeinikova L, Mokrousov E, Remus-Lucian H. Cognitive and autonomic properties of healthy judokas and judokas with autism. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*. 2025;13(1):215–23. DOI:13189/saj.2025.130123.
16. Puneet B, Sridip C, Roy D, Samiran M. A comparative assessment of yogasana and karate training on cardio-autonomic function in adolescents: An empirical study. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2025 Jun;42:1168–76. DOI: 10.1002/9781119568124.
17. Raab M. Decision making in sports: Influence of complexity on implicit and explicit learning. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2003 Jan 1;1(4):406–33. DOI: 10.1080/1612197X.2003.9671728.
18. Raab M. Performance psychology: A guiding framework for sport psychology. *Handbook of Sport Psychology*. 2020 Apr 14:1111-30. DOI: 10.1002/9781119568124.
19. Subekti N, Hidayatullah MF, Syaifullah R, Setiyadi NA, Fatoni M. Pencak silat combat: dominant technique in national student competition based on gender and weight. *International Journal of Innovation and Learning*. 2025;37(1):1–5. DOI: 10.1504/IJIL.2025.142977.
20. Tnimova G, Bodeev M, Kuznetsova L. Gender differences in integral indicators of adaptation of athletes' bodies to training in different energy modes. *Trends in Physical Education and Sport*. 2025;1(1):51–6. DOI: 10.31489/3081-0531/2025-1-1/51-56.
21. Weakley J, Black G, McLaren S, Scantlebury S, Suchomel TJ, McMahon E, Watts D, Read DB. Testing and profiling athletes: recommendations for test selection, implementation, and maximizing information. *Strength & Conditioning Journal*. 2024 Apr 1;46(2):159–79. DOI: 10.1519/SSC.0000000000000784.
22. Zhang Z, Piras A, Chen C, Kong B, Wang D. A comparison of perceptual anticipation in combat sports between experts and non-experts: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in psychology*. 2022 Oct 28;13:961960. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.961960.

Дата першого надходження статті до видання: 19.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 12.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.04.2026

ORCID 0009-0003-0480-8509

ORCID 0000-0002-8881-9269

ORCID 0000-0001-8648-316X

ORCID 0000-0002-1097-4787

ORCID 0000-0001-5562-760X

НОТАТКИ

Наукове видання

СПОРТИВНА МЕДИЦИНА, ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ ТА ЕРГОТЕРАПІЯ

№ 1 (2026)

Коректура – Я. І. Вишнякова
Комп'ютерна верстка – Ю. В. Ковальчук

Дата розміщення онлайн: 29.04.2026. Дата друку: 06.05.2026.
Формат 60x84/8. Гарнітура Text Book.
Папір офсет. Цифровий друк. Ум. друк. арк. 32,09. Замов. № 0426/328.
Наклад 200 прим.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
вул. Інглезі, 6/1, м. Одеса, 65101
Телефон +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.