

Аналіз зарубіжного досвіду щодо відновлення ходьби засобами фізичної терапії у пацієнтів після гострого порушення мозкового кровообігу

УДК 615.825+796.015.15+615.831-005.1

V. V. Kormiltsev, O. A. Uryvkova

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. Інсульт продовжує бути однією з найсерйозніших медичних проблем у нашій країні з реєстрацією понад 111 тис. нових випадків щорічно, що підкреслює її роль як провідної причини високого рівня смертності та інвалідизації серед працездатної частини населення. *Мета.* Вивчення зарубіжного досвіду ефективності використання різних алгоритмів фізичної терапії при відновленні навичок ходьби у пацієнтів після гострого порушення мозкового кровообігу. *Методи.* Аналіз наукової літератури та досвіду зарубіжних колег. *Результати.* Огляд наукових джерел виявив, що останнім часом відбувається переорієнтація в стратегіях реабілітації пацієнтів після інсульту. Основним принципом у процесі відновлення цієї категорії пацієнтів є розгляд гострого порушення мозкового кровообігу як невідкладного стану, що потребує негайної реакції та інтенсивного реабілітаційного втручання. Фактичні дані, отримані з аналізу сучасної науково-методологічної літератури, свідчать про значні переваги використання високоінтенсивних тренувань у ранньому періоді реабілітації порівняно з традиційними методами відновлення. Використання високоінтенсивного тренування не тільки значно покращує моторні навички пацієнтів, включаючи відновлення фаз кроку та патерну ходьби, а й скорочує тривалість госпіталізації, мінімізує ризик ускладнень, що підвищує рівень якості їхнього життя. Враховуючи важливість своєчасного залучення осіб до процесу відновлення з використанням найефективніших науково обґрунтованих методів, можна стверджувати, що високоінтенсивне тренування є новаторською практикою, яка все ще знаходиться на етапі активного вивчення та адаптації як у світовій, так і в українській медичній спільноті. Незважаючи на попередні позитивні результати, подальші дослідження є ключовими для повного розуміння безпеки та ефективності таких тренувань для різних категорій пацієнтів.

Ключові слова: фізична терапія, інсульт, високоінтенсивне тренування, ходьба.

Analysis of foreign experience in restoring gait with physical therapy in patients after acute cerebrovascular accident

V. V. Kormiltsev, O. A. Uryvkova

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

Abstract. Stroke continues to be one of the most serious medical issues in our country with more than 111 thousand new cases registered annually, which emphasizes its role as a leading cause of high mortality and disability among the able-bodied population. *Objective.* To study the foreign experience of the effectiveness of using different algorithms of physical therapy in the restoration of gait function in patients after acute cerebrovascular accident. *Methods.* Analysis of scientific literature and experience of foreign colleagues. *Results.* The review of scientific publications revealed that recently there has been a reorientation in the strategies of rehabilitation of patients after stroke. The main principle in the process of recovery of this group of patients is to consider acute cerebrovascular accident as an emergency condition that requires immediate response and intensive rehabilitation intervention. The evidence obtained from the analysis of modern scientific and methodological literature shows significant advantages of using high-intensity training in the early period of rehabilitation compared to traditional methods of recovery. The use of high-

intensity training not only significantly improves patients' motor skills, including the restoration of the gait phases and gait pattern, but also reduces the duration of hospitalization, minimizes the risk of complications, and improves their quality of life. Given the importance of timely involvement of individuals in the recovery process using the most effective evidence-based methods, it can be argued that high-intensity training is an innovative practice that is still under active study and adaptation both in the global and Ukrainian medical community. Despite the preliminary positive results, further research is needed to fully understand the safety and effectiveness of such training for different groups of patients.

Keywords: physical therapy, stroke, high intensity physical training, walking.

Постановка проблеми. Фізичну терапію широко використовують серед пацієнтів із захворюваннями опорно рухового апарату [13–15, 28, 36], порушеннями серцево-судинної системи [6, 33], після хірургічних втручань [34, 35], а також з патологією нервової системи [7, 22]. Важливість фізичної терапії при гострому порушенні мозкового кровообігу обумовлена тим, що щорічно у світовому масштабі реєструють понад 15 млн випадків, з яких приблизно половина пацієнтів припадає на вікову категорію до 70–75 років. Інсульт спричиняє 10 % усіх летальних випадків у світі, становлячи майже 6 млн смертей щороку, що робить його другою за частотою причиною смерті на планеті [10, 18]. В Україні, відповідно до даних офіційної статистики, цереброваскулярні захворювання займають друге місце серед причин смертності, а це приблизно 14 % загальної кількості летальних випадків. Кожного року в нашій державі реєструється 100–110 тис. нових епізодів апоплексії, з яких більше однієї третини відбувається у осіб працездатного віку.

В межах перших 30 днів після дебюту захворювання помирає 30–40 % пацієнтів, а протягом першого року цей показник зростає до 50 %. Серед осіб, які пережили інсульт, 20–40 % стають залежними від сторонньої допомоги, що призводить до первинної інвалідності у 12,5 % випадків, і лише близько 10 % вдається повернутися до активного життя [3].

Наслідком гострого порушення мозкового кровообігу в більшості випадків є не летальний результат, а значне обмеження функціональної активності пацієнта, внаслідок чого інсульти стають домінуючою причиною втрати працездатності, що стає викликом у сфері реабілітації осіб після судинно-мозкових захворювань та становлять найбільш актуальні медичні та соціальні проблеми нашої країни [2]. Саме тому важливим завданням сучасної фізичної терапії є відновлення рухових навичок у зазначених пацієнтів, оскільки моторні порушення розвиваються в гострому періоді захворювання у близько 3/4 пацієнтів, зокрема геміпарез спостерігається у 65 % випадків [37]. Після шести місяців у 53 % пацієнтів після гострого порушення мозкового

кровообігу продовжують існувати стійкі рухові дефекти, а кожен другий хворий протягом трьох років після перенесеного інсульту не задоволений якістю свого життя [32]. Недоцільність та не своєчасність реабілітаційних заходів можуть стати причиною стійкого збереження незворотних змін та погіршення рівня якості життя пацієнтів.

Роботу виконано відповідно до плану науково дослідницької роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2021–2025 рр. Напрямок наукових досліджень – теоретико-методологічні та практичні основи фізичної реабілітації і спортивної медицини за темою: 4.2 «Відновлення функціональних можливостей, діяльності та участі осіб різних нозологічних, професійних та вікових груп засобами фізичної терапії» (номер держреєстрації 0121U107926).

Мета дослідження – визначити ефективність використання різних алгоритмів фізичної терапії при відновленні навичок ходьби у пацієнтів після гострого порушення мозкового кровообігу.

Методи дослідження: теоретичний аналіз та узагальнення науково-методичної літератури.

Результати дослідження та їх обговорення. Нині спостерігається зміщення акцентів у стратегічних та тактичних підходах до лікування та реабілітації пацієнтів із гострими цереброваскулярними порушеннями, що зумовлено новими знахідками в патофізіології гострої фази мозкового інсульту. Прогрес у дослідженнях механізмів виникнення цереброваскулярних захворювань сприяв впровадженню концепції «час–мозок», яка передбачає розгляд апоплексії як невідкладного стану, що вимагає негайної госпіталізації. Фізичну терапію пацієнтів після гострого порушення мозкового кровообігу сьогодні розглядають як процес, що розпочинається відразу після встановлення діагнозу і здійснюється у спеціалізованих відділеннях, де працює мультидисциплінарна команда спеціалістів, включаючи лікарів, медсестер, фізичних терапевтів, ерготерапевтів, логопедів, психологів та соціальних працівників.

У контексті реабілітаційних заходів після інсульту важливість застосування передових та новітніх методів фізичної терапії не може бути не-

дооціненою, адже ефективна організація процесу відновлення базується на клінічних дослідженнях та систематичних оглядах, що дозволяють ідентифікувати найбільш дієві методи відновлення рухових порушень [20]. Це стає особливо актуальним у світлі різноманітності клінічних проявів захворювання та унікальності реакцій пацієнтів на реабілітаційні заходи. Застосування методик, що довели свою ефективність, дозволяє ефективно індивідуально підібрати програму реабілітації, скоротити час відновлення та покращити функціональні навички пацієнтів [21].

Ранній початок реабілітаційних заходів після інсульту є критично важливим для оптимізації відновлювального потенціалу неврологічних функцій, що обумовлено пластичністю головного мозку. Як стверджують Т. Murphy, D. Corbett, саме нейропластичність, що є здатністю нервової системи адаптуватися та реорганізуватися у відповідь на навчання та досвід, досягає свого піку відразу після інсульту і може тривати протягом кількох місяців [26]. Крім цього, використання інтенсивних методів фізичної терапії одразу після стабілізації стану пацієнта може прискорити відновлення моторного контролю та підвищити толерантність до фізичного навантаження [9, 11]. Окрім біологічних аспектів, є практичні переваги ранньої реабілітації, оскільки швидке включення пацієнтів у реабілітаційний процес може зменшити тривалість перебування в стаціонарному відділенні лікарні, знизити ризики ускладнень, таких як пневмонія чи пролежні, та покращити загальні результати лікування [5].

У сфері реабілітації після інсульту відновлення навичок ходьби є пріоритетним завданням, оскільки це не тільки впливає на відновлення моторних функцій, а й становить критичний аспект самостійності пацієнтів та їх інтеграції в соціальне середовище [27]. Правильна рухова функція під час пересування пов'язана не лише з фізичним здоров'ям, а й сприяє психологічному благополуччю, зменшуючи ризик депресії та соціальної ізоляції, які часто спостерігаються у пацієнтів на перших етапах відновлення [29].

Серед методів фізичної терапії, що застосовують для відновлення ходьби, значне місце займає тренування на біговій доріжці з підтриманням ваги тіла, яке демонструє ефективність у покращенні контролю руху за рахунок імітації фізіологічного патерну кроку та зменшення осьового навантаження на нижні кінцівки [23, 24]. Роботизовані ортези та інші індивідуальні технологічні вироби, які допомагають у відновленні фаз кроку, дають можливість пацієнтам, які втратили

значну частину моторних функцій, знову вчитися ходити, стимулюючи нервово-м'язові зв'язки [25]. Функціональна електрична стимуляція також використовується як метод реабілітації для покращення рухових функцій під час пересування та вертикалізації, зокрема при швидкісному та координаційному контролі ходьби, що підтверджено численними дослідженнями [30].

Ще одним ефективним методом є акватерапія, оскільки водне середовище забезпечує мінімальне навантаження на суглоби, внаслідок чого пацієнти можуть виконувати вправи з більшою амплітудою рухів та без ризику травмування, що є вкрай важливим на ранніх стадіях відновлення [8].

На думку С. М. Dean, Ф. Н. Maskey, традиційні методи, такі як навчання ходьби з використанням допоміжних засобів пересування, наприклад, ходунки, палиці та ролатори, продовжують залишатися важливими, оскільки сприяють збільшенню впевненості пацієнтів у власних здібностях та забезпечують фізичну підтримку [12].

Слід зазначити, що використання нейропластичних технік, які включають інтенсивність, повторюваність та орієнтовані тренування, є ключовими у відновленні правильного патерну ходьби. Згідно з дослідженням L. Ada, інтенсивність та обсяг рухів, що забезпечуються через регулярні вправи, важливі для стимуляції пластичності мозку та відновлення функцій, що було підтверджено в дослідженнях, де багаторазове повторення специфічних вправ значно впливало на успішність відновлення ходьби [4]. Ці техніки спираються на принципи моторного навчання та реорганізації постраждалих частин кори головного мозку та покликані стимулювати відновлення нейронних мереж, що відповідають за моторні функції [19]. Сьогодні вже відомо, що використання алгоритму високоінтенсивного тренування може значно прискорити успішний результат реабілітації, включаючи моторну та сенсорну функції, підвищити рівень фізичної активності та покращити якість життя після інсульту, зокрема спостерігається зниження ризику виникнення післяінсультних ускладнень та нормалізація психологічного стану пацієнтів [21].

У зарубіжних виданнях зафіксовано ефективність методу DOSE (Determining Optimal post-Stroke Exercise) одночасно з використанням алгоритму високоінтенсивного тренування [16]. Крім того, зарубіжні джерела описують покращення стану пацієнтів після тренування з високою аеробною інтенсивністю та фіксують ефективність впровадження алгоритму інтенсивного тренування в поєднанні з використанням занять

на біговій доріжці під час реабілітаційного процесу пацієнтів після гострого порушення мозкового кровообігу [24].

В Україні, як і в багатьох державах Європи, проводять дослідження, що доводять ефективність використання алгоритму високоінтенсивного тренування під час реабілітаційного процесу на різних етапах відновлення після інсульту. Як зазначають М. М. Віноградов, О. Б. Лазарева, підвищення інтенсивності ходьби під час відновлення хворих неврологічного профілю може позитивно впливати на величину та швидкість кроку, що призводить до збільшення та підвищення стимуляції нервово-м'язової і кардіореспіраторної функцій [1]. Проте залишається відкритим питання розробки, впровадження та ефективності впливу алгоритму високоінтенсивного тренування на відновлення патерну ходьби у пацієнтів, що перенесли апоплексію.

У контексті реабілітації після гострого порушення мозкового кровообігу, дослідження ефективності різних методів фізичної терапії для відновлення ходьби є вкрай важливим для розробки оптимальних лікувальних стратегій. Однак, деякі методи фізичної терапії не продемонстрували значної ефективності у покращенні патерну кроку після інсульту. Важливим прикладом є пасивна кінезитерапія, яка включає рухи кінцівок без активної участі пацієнта. Дослідження не знайшли достатніх доказів того, що пасивна кінезитерапія значно впливає на покращення ходьби або загального рівня активності у пацієнтів після інсульту [31]. Також, методи, що базуються на нейрофізіологічних теоріях, такі як метод Бобат, не продемонстрували однозначних результатів при відновленні ходьби. Хоча ці концепції можуть бути корисними в реабілітації деяких аспектів моторних функцій, вони не показали значного впливу на динаміку фаз кроку порівняно з традиційними методами фізичної терапії [17]. Варто зазначити, що ефективність методів фізичної терапії може залежати від індивідуальних характеристик пацієнта, стадії відновлення та інтеграції з іншими методами реабілітації. Тому важливо

підходити до їх вибору з урахуванням індивідуальних потреб кожного пацієнта.

Висновки. Спираючись на досвід роботи зарубіжних колег, фахівці сфери неврологічної реабілітації можуть підбирати індивідуальні програми фізичної терапії, що враховують специфіку пошкодження, вік пацієнтів, їхній фізичний стан та особистісні особливості. Впровадження в роботу фізичного терапевта новітніх методів реабілітації забезпечує інтеграцію наукових даних з клінічним досвідом та пацієнтоорієнтовним підходом, що є ключем до ефективного відновлення. Ранній початок реабілітаційних заходів та швидке залучення пацієнта до процесу фізичної терапії, що здійснюється в концепті мультидисциплінарної команди, демонструє значне поліпшення відновлення моторних функцій і скорочення часу одужання. Використання сучасних методів, таких як інтенсивні тренування, значно впливає на відновлення пацієнтів, підвищуючи їх функціональність та якість життя. Водночас дослідження підкреслюють необхідність індивідуального підходу до вибору методів реабілітації, з огляду на особливості кожного пацієнта, що вимагає подальшого дослідження та адаптації методик. Враховуючи сказане, відновлення ходьби після інсульту через комплексний підхід до фізичної терапії, який інтегрує різні методики та технології, є вирішальним для покращення загального стану пацієнтів та їхньої якості життя.

Перспективи подальших досліджень передбачають розробку нових методів реабілітації, зокрема вивчення механізмів нейропластичності мозку для оптимізації реабілітаційних програм. Особлива увага приділяється дослідженню ефективності високоінтенсивних тренувань, інтеграції даного алгоритму в роботу фізичного терапевта та оцінюванню довгострокового впливу зазначеного підходу на моторні навички та побутову незалежність пацієнтів. Крім того, важливим є дослідження соціальної інтеграції осіб та ефективності алгоритму високоінтенсивного тренування з урахуванням індивідуальних особливостей кожного випадку.

Література

1. Віноградов ММ, Лазарева ОБ. Високоінтенсивне тренування як засіб фізичної терапії при лівопівкульних геморагічних інсультах [High-intensity training as a means of physical therapy during left hemispheric hemorrhagic strokes: review of foreign experience]. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2021;1: 90-94.
2. Міщенко ТС. Епідеміологія цереброваскулярних захворювань та організація допомоги хворим на мозковий інсульт в Україні [Epidemiology of cerebrovascular diseases in Ukraine]. Український вісник психоневрології. 2017;25:22-24.

3. Хобзей НК, Міщенко ТС, Голик ВА, Іпатів АВ. Судинні захворювання головного мозку [Cerebrovascular diseases]. 2010; 4:2-6.
4. Ada L, Dean CM, Hall JM, Bampton J, Crompton S. A treadmill and overground walking program improves walking in persons residing in the community after stroke: a placebo-controlled, randomized trial. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2006;87(10):1315-1320.
5. AVERT Trial Collaboration group. Efficacy and safety of very early mobilisation within 24 h of stroke onset (AVERT): a randomised controlled trial. Lancet. 2015;386(9988):46-55. doi:10.1016/S0140-6736(15)60690-0

6. Balazh M, Kormiltsev V, Kostenko V, Vitomskiy V, Strohanov S, Sabadosh M, Yurchenko O, Martseniuk I. Physical rehabilitation program of patients with ischemic heart disease with metabolic syndrome. *Journal Phys Educ Sport.* 2020;20(6):3528-35. doi:10.7752/jpes.2020.06476
7. Bannikova R, Lazariyeva O, Vitomskiy V, Kerestei V, Kovelska A, Myronyuk I, Brushko V, Kormiltsev V. Physical rehabilitation of patients with cerebral blood flow acute disorders in the late recovery period. *Sport mont.* 2021; 19(S2): 159-163. doi:10.26773/smj.210927
8. Becker BE. Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. *PM&R.* 2009;1(9):859-872.
9. Bernhardt J, English C, Johnson L, Cumming TB. Agreed definitions and a shared vision for new standards in stroke recovery research: The Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable taskforce. *International Journal of Stroke.* 2015;12(5):444-450. doi:10.1177/1747493017711816
10. Cordonnier C, Leys D. Stroke: the bare essentials. *Practical Neurology.* 2008;8(4):263-272.
11. Cramer SC, Sur M, Dobkin BH, O'Brien C, Sanger TD, Trojanowski JQ, Rumsey JM, Hicks R, Cameron J, Chen D, Chen WG, Cohen LG, deCharms C, Duffy CJ, Eden GF, Fetz EE, Filart R, Freund M, Grant SJ, Haber S, Kalivas PW, Kolb B, Kramer AF, Lynch M, Mayberg HS, McQuillen PS, Nitkin R, Pascual-Leone A, Reuter-Lorenz P, Schiff N, Sharma A, Shekim W, Stryker M, Sullivan EV, Vinogradov S. Harnessing neuroplasticity for clinical applications. *Brain.* 2011;134(Pt 6):1591-1609. doi:10.1093/brain/awr039
12. Dean CM, Mackey FH. Motor assessment scale scores as a measure of rehabilitation outcome following stroke. *Australian Journal of Physiotherapy.* 2016;52(1):19-25.
13. Fedorenko SM, Vitomskiy VV, Lazariyeva OB et al. Quality of life using the EQ-5D-5L and the features of its dynamics among the orthopedic profile patients in outpatient program of physical therapy. *Zaporozhye Med Journal.* 2020;22(3):315-322.
14. Guyatt GH, Cook DJ, Jaeschke R, Pauker SG, Schünemann HJ. Grades of recommendation for antithrombotic agents: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines (8th Edition). *Chest.* 2008;133(6 Suppl):123S-131S. Erratum in: *Chest.* 2008;134(2):473.
15. Imas Y, Dutchak M, Nikanorov O et al. Physical Rehabilitation after Intramedullary Osteosynthesis in Athletes with Tibia Shaft Fractures. *Int. Journal Appl. Exerc. Physiol.* 2019;8(3.1):253-260. doi: 10.30472/ijaep.v8i3.1.656
16. Janssen J, Bernhardt J, Collier JM, Sena ES, McElduff P, Attia J, Pollack M, Howells DW, Nilsson M, Cramer SC, Spratt NJ, Levi CR. Factors influencing the delivery of intensive rehabilitation in stroke: patient perceptions versus rehabilitation therapist perceptions. *Physical Therapy.* 2019;99(3):307-316. doi:10.1093/ptj/pzy147
17. Johnson L, Bird ML, Muthalib M, Teo WP. Neurophysiological approaches in the treatment of stroke survivors: A systematic review. *Neurorehabilitation and Neural Repair.* 2016;30(5):452-463. doi:10.1177/1545968315604397
18. Johnston SC, Mendis S, Mathers CD. Global variation in stroke burden and mortality: estimates from monitoring, surveillance, and modelling. *The Lancet Neurology.* 2009;8(4):345-354. doi:10.1016/S1474-4422(09)70023-7
19. Kleim JA, Jones TA. Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research.* 2008;51(1):S225-S239. doi:10.1044/1092-4388(2008/018)
20. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. *Lancet.* 2011;377(9778):1693-1702. doi:10.1016/S0140-6736(11)60325-5
21. Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *The Lancet Neurology.* 2009;8(8):741-754. doi:10.1016/S1474-4422(09)70150-4
22. Lazariyeva O, Vasylenko Y, Vitomskiy V, Vitomska M, Kovelska A, Dutchak U, Kovalenko T. Dynamics of premature infants' physical development and neurosonography over the first year after a physical rehabilitation programme. *Zdravotnicke listy.* 2022;10(2): 29-37.
23. Mehrholz J, Thomas S, Elsner B. Treadmill training and body weight support for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;2017(8):CD002840. doi:10.1002/14651858.CD002840.pub4
24. Mehrholz J, Werner C, Kugler J, Pohl M. Electromechanical/assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007;(4). doi:10.1002/14651858.CD006185.pub2
25. Morone G, Paolucci S, Cherubini A, De Angelis D, Venturiero V, Coiro P, Iosa M. Robot-assisted gait training for stroke patients: current state of the art and perspectives of robotics. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 2017;13:1303-1311. doi:10.2147/NDT.S114102
26. Murphy TH, Corbett D. Plasticity during stroke recovery: from synapse to behaviour. *Nat Rev Neurosci.* 2009;10(12):861-872. doi:10.1038/nrn2735
27. Perry J, Garrett M, Gronley JK, Mulroy SJ. Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke.* 1995;26(6):982-989.
28. Rusanov A, Vitomskiy V, Roi I, Borzykh N, Kudrin A. The impact of physical therapy programs on the quality of life of patients with Adhesive Capsulitis and Myofascial Pain Syndrome. *Journal of Physical Education and Sport.* 2023; 23(issue 9):2445-2452.
29. Schmid A, Duncan PW, Studenski S, Lai SM, Richards L, Perera S, Wu SS. Improvements in speed and strength of walking post-stroke: a statistical synthesis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(12):1933-1940.
30. Sheffler LR, Chae J. Neuromuscular electrical stimulation in neurorehabilitation. *Muscle Nerve.* 2007;35(5):562-590.
31. Smith P et al. Effectiveness of passive physical modalities for shoulder pain. *Phys Ther Rev.* 2014;19(2):112-120.
32. Teasell R. Canadian stroke best practice recommendations: Stroke rehabilitation practice guidelines, update. 2015; 11 (4).
33. Vitomskiy VV, Lazariyeva OB, Imas EV et al. Dynamic of bio-geometric profile indicators of children's with functionally one ventricle posture at stage of physical rehabilitation. *Pedagog Psychol Med-Biol Probl Phys Train Sports.* 2017;21(3):146-151. doi: 10.1556/118189172.2017.0308
34. Vitomskiy V, Al-Hawamdeh K, Vitomska M et al. 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.
35. Vitomskiy V. Comparison of three respiratory physical therapy techniques and their impact on pulmonary function restoration among cardiac surgery patients in hospital settings. *Zaporozhye medical journal.* 2021;23(4):531-5. doi:10.14739/2310-1210.2021.4.226538
36. Vitomskiy VV, Lazariyeva OB, Ra'ad Abdul Hadi Mohammad Alalwan et al. Restoration of ankle joint, quality of life dynamics and assessment of achilles tendon rupture consequences. *Pedagog Psychol Med-Biol Probl Phys Train Sports.* 2017;21(6):308-314.
37. Wist S, Clivaz J, Sattelmayer M. Muscle strengthening for hemiparesis after stroke: A meta-analysis. *Ann Phys Rehabil Med.* 2016;59(2):114-124. doi:10.1016/j.rehab.2015.12.004