DOI https://doi.org/10.32782/spmed.2025.2.40

Корекція моторно-координаційних здібностей при гострому порушенні мозкового кровообігу засобами реабілітації і фізичної терапії

УДК 615.8:616.831-005-08-039.76

[1]З.М. Ящишин, [2]Д.В. Попович, [1]А.В. Гавриленко

[1]Карпатський національний університет імені Василя Стефаника, Івано-Франківськ, Україна

[2]Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль, Україна

Резюме. В Україні спостерігається висока частота інсультів, що є серйозною медико-соціальною проблемою, оскільки призводить до значної інвалідизації, утрати працездатності та побутової неспроможності значної кількості населення. У зв'язку із цим розроблення й упровадження ефективних методів реабілітації постінсультних пацієнтів набувають особливої актуальності та великого практичного значення для покращення якості їхнього життя та зниження тягаря наслідків інсульту для суспільства.

Клінічні наслідки гострого порушення мозкового кровообігу характеризуються широким спектром рухових, сенсорних, когнітивних та емоційних порушень. Серед рухових розладів провідне значення має геміпарез – частковий параліч однієї половини тіла, що проявляється у вираженому зниженні рухової активності хворих та суттєво обмежує їхні можливості самообслуговування, виконання побутових завдань та повернення до повноцінної соціальної та професійної діяльності. Геміпарез супроводжується зниженням довільної м'язової сили в уражених верхній та нижній кінцівках, порушенням координації рухів та контролю рівноваги. У представленому дослідженні проаналізовано показники комп'ютерної стабілометрії як об'єктивного засобу оцінки здатності пацієнтів утримувати стійкість вертикальної рівноваги в статиці та динаміці, а також ефективності керування коливаннями загального центру маси тіла. Окрім того, наведено результати кількісної оцінки довільної м'язової сили основних м'язових груп уражених кінцівок у хворих із наслідками гострого порушення мозкового кровообігу, які перебували у ранньому відновному періоді.

Дане дослідження проводилося в рамках експерименту з метою оцінки клінічної ефективності розробленої комплексної методики мультисенсорної стимуляції. В основі цієї методики лежить одночасне або послідовне поєднання низки стимулюючих та коригувальних засобів, спрямованих на активацію різних сенсорних систем організму, у тісному поєднанні з індивідуально підібраними фізичними вправами, що виконувалися як у замкнутих, так і у відкритих кінематичних ланцюгах.

Отримані *результати* проведеного дослідження статистично достовірно підтверджують високу ефективність розробленої методики мультисенсорної стимуляції у комплексному процесі реабілітації та фізичної терапії пацієнтів, які перенесли інсульт у ранньому відновному періоді. Застосування даної методики сприяло значному поліпшенню показників статичної та динамічної рівноваги, збільшенню довільної м'язової сили уражених кінцівок та, як наслідок, покращенню функціональних можливостей пацієнтів. Отримані дані свідчать про перспективність використання мультисенсорної стимуляції у клінічній практиці для оптимізації відновлення рухових функцій у постінсультних хворих.

Ключові слова: довільна м'язова сила, рівновага, реабілітація, терапевтичні вправи, мультисенсорна стимуляція, комп'ютерна стабілометрія, гостре порушення мозкового кровообігу, аналіз ходи.

© З.М. Ящишин, Д.В. Попович, А.В. Гавриленко, 2025
This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Correction of motor-coordination abilities in acute cerebrovascular accident by means of rehabilitation and physical therapy

[1]Z.M. Yashchyshyn, [2]D.V. Popovych, [1]A.V. Havrylenko

[1]Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

[2]Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine

Abstract. Ukraine faces a high incidence of strokes, a significant medical and social problem leading to considerable disability, loss of working capacity, and domestic incapacity in a substantial portion of the population. In this context, the development and implementation of effective rehabilitation methods for post-stroke patients are particularly relevant and of great practical importance for improving their quality of life and reducing the burden of stroke consequences on society.

The clinical consequences of acute cerebrovascular accident are characterized by a wide range of motor, sensory, cognitive, and emotional impairments. Among motor disorders, hemi paresis, a partial paralysis of one side of the body, holds a leading position. It manifests as a pronounced decrease in motor activity in patients and significantly limits their ability to self-care, perform household tasks, and return to full social and professional activities. Hemi paresis is accompanied by a reduction in voluntary muscle strength in the affected upper and lower limbs, impaired coordination of movements, and balance control.

This study analyzes the indicators of computer stabilometry as an objective means of assessing patients' ability to maintain static and dynamic vertical balance, as well as the effectiveness of controlling the oscillations of the body's center of mass. Furthermore, the results of a quantitative assessment of voluntary muscle strength in the main muscle groups of the affected limbs in patients with the consequences of acute cerebrovascular accident in the early recovery period are presented.

This research was conducted as part of an experiment to evaluate the clinical effectiveness of a developed comprehensive method of multisensory stimulation. This method is based on the simultaneous or sequential combination of various stimulating and corrective means aimed at activating different sensory systems of the body, closely integrated with individually selected physical exercises performed in both closed and open kinematic chains.

The obtained *results* of the study statistically significantly confirm the high effectiveness of the developed multisensory stimulation method in the complex process of rehabilitation and physical therapy for patients who have suffered a stroke in the early recovery period. The application of this method contributed to a significant improvement in static and dynamic balance indicators, an increase in voluntary muscle strength in the affected limbs, and, consequently, an improvement in the functional abilities of patients. The data obtained indicate the promising nature of using multisensory stimulation in clinical practice to optimize the recovery of motor functions in post-stroke patients.

Keywords: voluntary muscle strength, balance, rehabilitation, therapeutic exercises, multisensory stimulation, computer stabilometry, acute cerebrovascular accident, gait analysis.

Постановка проблеми. Статистичними дослідженнями у різних країнах світу і, зокрема, в Україні підтверджується, що інсульти посідають друге місце серед серцево-судинних захворювань. У нашій країні реєструється близько 400 тис випадків на рік. Учені стверджують, що внутрішньомозковий інсульт (ВМІ) останніми роками дуже «помолодшав», серед пацієнтів можуть траплятися навіть діти [1; 2; 4]. За середньостатистичними даними, ВМІ належить перше місце серед причин інвалідності [3; 4; 6]. Зазначається, що лише 12–15% людей, які перенесли ВМІ, можуть повернутися до повноцінного життя та професійної діяльності [7], при цьому після перенесеного ВМІ залишається велика кількість осіб з інвалідністю першої групи, тому причини цієї тенденції вимагають підвищеної уваги з боку вчених у галузі фізичної терапії. Очевидно, що ця ситуація потребує вирішення, і один із напрямів її вирішення – створення ефективної програми реабілітації і фізичної терапії (РіФТ). Відомо, що центральний парез, який виникає у результаті ВМІ, викликає серйозні моторно-координаційні

порушення, а іноді повну нерухомість ураженої частини тіла. На нашу думку, координаційні здібності (міжм'язова та внутрішньом'язова координація) відіграють провідну роль у формуванні клінічної картини центрального геміпарезу.

Відновлення активних рухів у хворих із геміпарезами є одним із основних завдань відновного лікування та пов'язане з показниками довільної м'язової сили, прояв якої лімітований центрально-нервовими факторами. Парез, викликаний пошкодженням коркових мотонейронів, є наслідком зниження частоти та розсинхронізації їх імпульсації, що призводить до зменшення кількості нервово-м'язових одиниць у ключових м'язах, що одночасно активуються [8], тобто до порушення внутрішньом'язової координації, і до зменшення довільної м'язової сили [9]. Підтримка вертикального положення також пов'язана з відновленням опорної функції ураженої нижньої кінцівки і необхідна для формування адаптивного рухового стереотипу ходи з подальшим аналізом. Формування та розвиток навички ходи вимагають високого ступеня досконалості взаємодії постуральної мускулатури, отже, міжм'язової координації. Основним завданням реабілітації пацієнтів із геміпарезом є відновлення активних рухів, що безпосередньо пов'язано з показниками довільної м'язової сили.

Мета дослідження. У пошуку вирішення проблеми ефективного відновлення даної нозологічної групи нами розроблено методику мультисенсорної стимуляції рухової активності [9] та відновлення довільної м'язової сили в рамках програми РіФТ.

Методи дослідження. Дослідження проводилося на базі КНП « Більче-Золотецька обласна лікарня реабілітації імені В.Г. Вершигори Тернопільської обласної ради». Тривалість реабілітаційної програми становила чотири курси по 30 днів кожен. Для дослідження нами було сформовано експериментальну групу (ЕГ) та контрольну групу (КГ) із пацієнтів із наслідками гострого порушення мозкового кровообігу, які перебували у ранньому відновному періоді (n = 10, середній вік — 27,6 ± 5,5 року), які проходили програму РіФТ. За даними медичних карт, у пацієнтів не спостерігалися супутні захворювання.

Оригінальність змісту експериментальної методики полягає у поєднаному застосуванні таких видів впливу: формування мотивації до прояву рухової активності, механічний вплив на пропріо- і шкірні рецептори відповідної ділянки тіла, мануальна ізокінетична стимуляція, розтягнення м'язів ураженої кінцівки, виконання індивідуально розробленого комплексу ізокінетичних вправ на стабільних і нестабільних опорах, механічна корекція. Під час формування контрольної (КГ) та експериментальної (ЕГ) груп ми виходили, насамперед, із відсутності у хворих протипоказань до застосування даної методики. Для аналізу функції рівноваги параметрів коливання загального центру мас проводився стабілометричний аналіз тесту стійкості «проба Ромберга» з «європейською постановкою ніг»

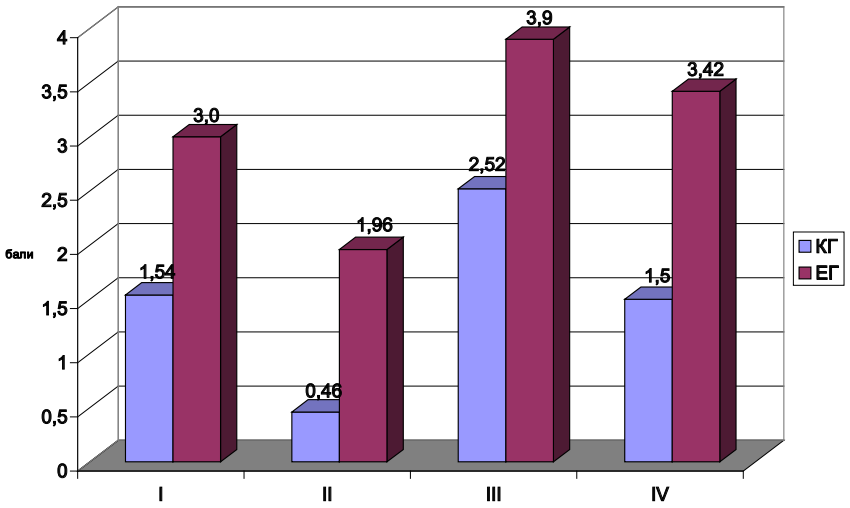

Рис. 1. Показники сили кінцівок після реабілітації у випробуваних із провідним синдромом геміпарезу. I — сила нижніх кінцівок, проксимальний відділ; II — сила нижніх кінцівок, дистальний відділ; III — сила верхніх кінцівок, проксимальний відділ; IV — сила верхніх кінцівок, дистальний відділ

на апараті ST-150. Пацієнти, не здатні до самостійної підтримки вертикального положення, виконували тест із використанням страхувального підвісу на пружно-еластичних лямках із поперековим поясом-корсетом [9].

Результати дослідження та їх обговорення. Статистичний аналіз та оцінка різниці у показниках сили в дистальних і проксимальних відділах верхньої та нижньої кінцівок між пацієнтами КГ та ЕГ показали відсутність статистично вірогідної різниці вибірок. Порівняння показників сили м'язів у КГ та ЕГ після програми РіФТ представлено на рис. 1.

Аналізуючи отримані результати, ми виявили, що після реабілітації значення всіх показників сили в ЕГ вище, ніж у КГ. Вірогідність різниці показника сили проксимального відділу нижньої кінцівки становила t = 11,1, дистального відділу нижньої кінцівки – t = 10,6, проксимального відділу верхньої кінцівки – t = 9,6, а дистального відділу верхньої кінцівки – t = 17,1. На нашу думку, отримані результати показують, що відновлення довільної сили у хворих із геміпарезом унаслідок гострого порушення мозкового кровообігу відбувається гетерохронно в кожному сегменті кінематичного ланцюга та зі швидкістю, обернено пропорційною розмірам відповідних проєкційних зон у сенсомоторній корі головного мозку. Положення та коливання загального центру мас тіла дають змогу дати об'єктивну характеристику функції рівноваги у пацієнтів із різними захворюваннями при порушенні функції ходьби [10]. Застосування стабілометричної платформи дає змогу оцінити низку координаційних дій, що виконуються з відкритими і закритими очима: відстань між реальним та розрахунковим центром тиску (ЦТ) у фронтальній площині (Хв, Хз), відстань між реальним та розрахунковим ЦТ у сагітальній площині (Yв, Yз), середню швидкість коливання ЦТ у передньому напрямку (Vв, Vз), середню площу стабілограми (Sв, Sз). Результати комп'ютерної стабілометрії пацієнтів обох груп показали переважну роль зорового контролю над пропріоцептивним у підтримці вертикального положення тіла. Пацієнти обох груп мали зміщення загального центру маси у вентральному напрямку у бік здорової кінцівки. Порівняльний аналіз констатуючого експерименту показав відсутність статистично вірогідної різниці результатів між групами при $p > 0,05$ (табл. 1).

Середні показники стабілометрії контрольної та експериментальної груп пацієнтів після проходження реабілітації представлено в табл. 2.

Значення параметрів комп'ютерної стабілометрії після проведення реабілітаційних заходів мають статистично значущу різницю між групами за рівня значимості $P < 0,01$ (табл. 2).

ТАБЛИЦЯ 1 – **Показники комп'ютерної стабілометрії постінсультних пацієнтів із домінуючим синдромом геміпарезу до і після програми реабілітації та фізичної терапії**

Показник	КГ		ЕГ		*t*
	M	±*m*	*M*	±*m*	
Хв, мм	10,112	1,203	9,732	0,966	0,7
Хз, мм	16,634	2,733	17,262	2,846	0,1
Yв, мм	41,057	1,664	41,083	1,860	0,6
Yз, мм	45,189	1,834	45,174	1,689	0,3
Sв, мм^2	1194, 375	59,808	1196,453	63,286	0,2
Sз, мм^2	1576,271	76,563	1565,298	2,117	1,0
Vв, мм/с	31,608	2,075	31,159	76,922	0,6
Vз, мм/с	35,192	1,710	34,5701	1,710	0,5

ТАБЛИЦЯ 2 – **Показники комп'ютерної стабілометрії постінсультних пацієнтів із домінуючим синдромом геміпарезу після програми реабілітації та фізичної терапії**

Показник	К		ЕГ		*T*
	M	±m	*M*	±*m*	
Хв, мм	8,02	1,107	0,85	0,465	44,8
Хз, мм	14,09	2,461	3,54	0,585	30,1
Yв, мм	36,38	2,045	10,65	1,916	65,9
Yз, мм	39,73	1,976	7,00	1,474	96,2
Sв, мм^2	1102,26	53,180	260,54	16,785	106,8
Sз, мм^2	1463,59	71,286	604,19	21,094	81,8
Vв, мм/с	27,48	2,195	14,92	1,754	32,2
Vз, мм/с	30,91	1,721	20,12	1,849	30,8

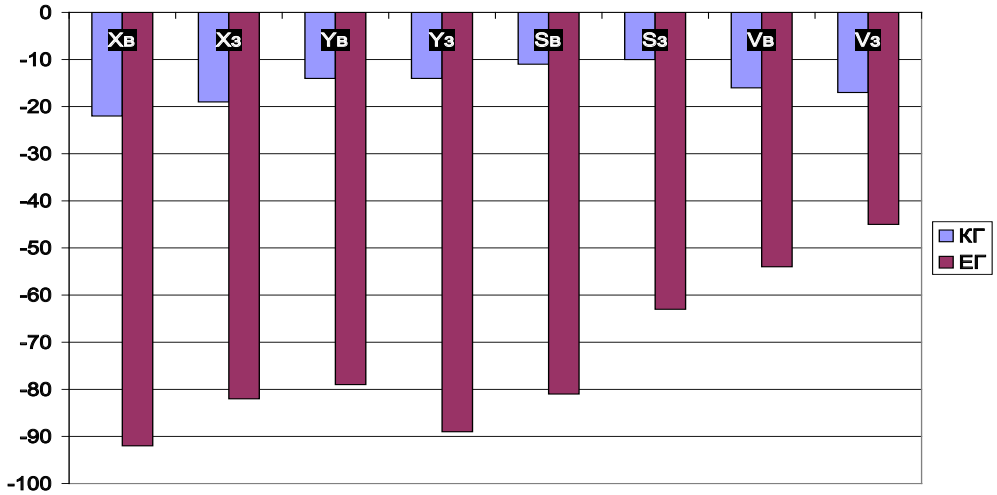

Рис. 2. Зміни параметрів комп'ютерної стабілографії після впровадження програми реабілітації і фізичної терапії в експериментальній (ЕГ) та контрольній (КГ) групах при відкритих (в) і закритих (з) очах

Однак збільшення показників Хв і Хз було значно вищим в експериментальній групі, ніж у контрольній (-91,26 і -79,5% — ЕГ, -20,69% і -15,29% — КГ). Yв та Yз характеризують зміщення загального центру мас у сагітальній площині, і позитивне значення цього параметра вказує на вентральний напрямок, а негативний — на дорсальний. У ході проведення експерименту в усіх пацієнтів відзначався вентральний напрямок відхилення загального центру мас, і, як видно з наведених на рис. 1 і 2 даних, найбільше значення воно мало під час виконання проби Ромберга із закритими очима, що вказує на переважання зорового контролю для підтримки стійкості вертикальної рівноваги тіла. Це справедливо як для КГ, так і для ЕГ. Слід підкреслити, що значення відхилення загального центру мас у сагітальній площині перевищують аналогічні у фронтальній, указуючи на менш ефективний розвиток компенсацій за недостатньої стабільності положення тіла у передньо-задньому напрямку. Після проведення реабілітаційних заходів в обох групах відбулося зниження ступеня вентрального відхилення загального центру мас (рис. 2).

Висновки. Результати проведеного дослідження чітко демонструють статистично значущу перевагу розробленої програми реабілітації та фізичної терапії, що базується на комплексній мультисенсорній стимуляції, у відновленні м'язової сили та покращенні статичної рівноваги у пацієнтів із геміпарезом, спричиненим гострим порушенням мозкового кровообігу в ранньому відновному періоді, порівняно зі стандартною програмою фізичної терапії.

Аналіз динаміки показників довільної м'язової сили виявив гетерохронність відновлення в різних сегментах уражених кінцівок, що, ймовірно, пов'язано з різною величиною проєкційних зон відповідних м'язових груп у сенсомоторній корі головного мозку. При цьому в експериментальній групі спостерігалося значно вище зростання силових показників як у проксимальних, так і в дистальних відділах верхніх та нижніх кінцівок.

Оцінка функції рівноваги за допомогою комп'ютерної стабілометрії підтвердила важливу роль зорового контролю у підтримці вертикальної пози у пацієнтів обох груп. Водночас після застосування розробленої методики мультисенсорної стимуляції в експериментальній групі спостерігалося більш виражене зменшення ступеня вентрального відхилення загального центру мас, що свідчить про покращення контролю постуральної стійкості.

Таким чином, отримані дані переконливо підтверджують високу ефективність запропонованої програми РіФТ, яка включає мультисенсорну стимуляцію, у комплексному відновленні рухових функцій, зокрема м'язової сили та рівноваги, у пацієнтів після внутрішньомозкового інсульту на ранньому етапі реабілітації. Це відкриває нові перспективи для оптимізації процесів відновного лікування та поліпшення якості життя даної категорії хворих.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вивчення довгострокових ефектів даної методики та її впливу на інші аспекти рухової та когнітивної сфер постінсультних пацієнтів.

Література

1. Білянський ОЮ, Куц ОС. Методика фізичної реабілітації осіб другого зрілого віку після мозкового ішемічного інсульту [Metodyka fizychnoi reabilitatsii osib druhoho zriloho viku pislia mozkovoho ishemichnoho insultu]. : метод. посіб. Дрогобич: Відродження; 2007. 137 с. ISBN 978-966-538-184-6.

a. Mamurova MM, Ollanova SS, Kosimov AA, Dzurabekova AT. Хронічні цереброваскулярні захворювання, зумовлені гіпотензією, у пацієнтів молодого віку [Khronichni tserebrovaskuliarni zakhvoriuvannia, obumovleni hipotenziieiu, u patsiientiv molodoho viku]зкем [Інтернет]. 16, Вересень 2019 [cited 11, Травень 2025];(3):101–5. Available at: https://ojs.tdmu.edu.ua/index.php/zdobutky-eks-med/article/view/10442

2. Gibson E, Koh CL, Eames S, Bennett S, Scott AM & Hoffmann TC. (2022). Occupational therapy for cognitive impairment in stroke patients. The Cochrane database of systematic reviews, 3(3), CD006430. https://doi.org/10.1002/14651858.CD006430.pub3

3. Kravetc AS, Baryla NI. Physical rehabilitation of disabled people who have suffered a stroke (early period). Art of medicine. 2024;1(29):89–92. https://doi.org/10.21802/artm.2024.1.29.89

4. Watkins C, Tishkovskaya S, Brown C, Sutton C, Garcia YS, Forshaw D, et al. Systematic voiding programme in adults with urinary incontinence following acute stroke: the ICONS-II RCT. Health technology assessment (Winchester, England). 2022;26(31):1–88. Доступно за: https://doi.org/10.3310/EFTV1270.

5. Моргай ЛА. Соціальні проблеми людей похилого віку в сучасному суспільстві [Sotsialni problemy liudei pokhyloho viku v suchasnomu suspilstvi]. Актуальні проблеми соціальної роботи: теорія і практика: колективна монографія / ІВ Албул, ОД Балдинюк, ВП Ісаченко та ін.; за ред. НМ Коляди; Уманський держ. пед. ун-т ім. Павла Тичини. Умань : Візаві, 2021. С. 58–70.

6. Ali A, Tabassum D, Baig SS, Moyle B, Redgrave J, Nichols S, et al. Effect of Exercise Interventions on Health-Related Quality of Life After Stroke and Transient Ischemic Attack: A Systematic Review and Meta-Analysis. Stroke. 2021;52(7):2445–55. Available from: https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.120.032979

7. Paul S, & Candelario-Jalil E. (2021). Emerging neuroprotective strategies for the treatment of ischemic stroke: An overview of clinical and preclinical studies. Experimental neurology, 335, 113518. https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2020.113518

8. Backman C, Demery-Varin M, Cho-Young D, Crick M & Squires J. (2021). Impact of sensory interventions on the quality of life of long-term care residents: a scoping review. BMJ open, 11(3), e042466. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-042466

9. Rodríguez-Fernández A, Lobo-Prat J & Font-Llagunes JM. (2021). Systematic review on wearable lower-limb exoskeletons for gait training in neuromuscular impairments. Journal of neuroengineering and rehabilitation, 18(1), 22. https://doi.org/10.1186/s12984-021-00815-5

zinovii.yashchyshyn@pnu.edu.ua
0000-0002-5142-2057, kozak@tdmu.edu.ua
0009-0006-2296-8858, havrulenko_av@tdmu.edu.ua

Надійшла 11.06.2025
Прийнята 22.06.2025
Опублікована 10.09.2025