УДК 616.831-009.1-085:615.825
DOI https://doi.org/10.32782/2077-6594/2025.3/23

Байляк М.М.[1], Лапковський Е.Й.[1], Фурман Ю.М.[1], Левченко В.А.[1], Левчук О.Р.[2]

Сучасні підходи до фізичної реабілітації пацієнтів після мозкового інсульту: аналіз ефективних методів рухової терапії

[1]Карпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна
[2]Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, м. Тернопіль, Україна

Bayliak M.M.[1], Lapkovskyi E.Y.[1], Furman Y.M.[1], Levchenko V.A.[1], Levchuk O.R.[2]

Modern approaches to physical rehabilitation of patients after stroke: analysis of effective methods of movement therapy

[1]Vasyl Stefanyk Carpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine
[2]Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine

maria.bayliak@pnu.edu.ua

Вступ

Мозковий інсульт є однією з найбільш соціально значущих медичних проблем сучасності, будучи провідною причиною інвалідизації дорослого населення у всьому світі [1]. Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, щороку близько 15 мільйонів людей переносять інсульт, причому третина з них потребує тривалої реабілітації для відновлення втрачених функцій [2]. Наслідки інсульту часто включають рухові порушення, такі як геміпарез, атаксія, спастичність та порушення координації, що значно обмежують самостійність пацієнтів і погіршують їхню якість життя [3].

Фізична реабілітація залишається основним інструментом відновлення рухових функцій після мозкового інсульту. Останні дослідження в галузі нейрореабілітації підтверджують, що правильно організована рухова терапія може суттєво покращити нейропластичність – здатність мозку відновлювати та реорганізовувати свої функціональні зв'язки [4; 5]. Проте вибір оптимальних методів реабілітації залишається складною клінічною задачею, оскільки ефективність терапії залежить від індивідуальних особливостей пацієнта, стадії захворювання та наявності супутніх ускладнень [6; 7].

Рухова терапія як основа кінезіотерапії базується на цілеспрямованій активації опорно-рухового апарату та використовує принципи нейропластичності, пропріоцепції та функціонального тренування. На відміну від пасивного впливу (масаж, електростимуляція), рухова терапія забезпечує активну участь пацієнта, формування нових рухових навичок, підвищення мотивації, покращення кровопостачання та профілактику контрактур [7; 8]. У сучасній практиці використовується широкий спектр методів рухової терапії, включаючи: терапію примусового руху (constraint-induced movement therapy, CIMT) – для активізації паретичної кінцівки [9]; роботизовану реабілітацію – для точного відпрацювання рухів [10]; функціональну електростимуляцію (functional electrical stimulation, FES) – для покращення м'язової активності [11]; віртуальну реальність (VR) – для мотивації та імітації реальних рухів [12]; кінезіотейпування – використання спеціальних пластирів для зменшення болю та покращення рухливості [13].

Аналіз систематичних оглядів та метааналізів свідчить про те, що високоефективними є ті програми, які включають інтенсивне, багаторазове тренування, що імітує реальні функціональні завдання, – так зване функціональне тренування, яке є основою кінезіотерапевтичних втручань. Завдяки активації кортикоспінальних шляхів та стимуляції сенсомоторної зони кори головного мозку кінезіотерапія сприяє швидшому та якіснішому відновленню функцій кінцівок [14; 15]. Таким чином, кінезіотерапія виступає не лише засобом фізичної реабілітації, а й важливим фактором психосоціальної адаптації, що знижує ризик повторного інсульту, покращує якість життя та сприяє поверненню до активного способу життя.

Метою цього огляду є аналіз сучасних підходів до фізичної реабілітації пацієнтів після мозкового інсульту, оцінка їхньої ефективності на основі останніх клінічних досліджень та визначення перспективних напрямів розвитку нейрореабілітації.

Об'єкт, матеріали і методи дослідження

Об'єктом дослідження є сучасні підходи до фізичної реабілітації пацієнтів після мозкового інсульту.

Матеріали дослідження включають аналіз систематичних оглядів, метааналізів та клінічних

досліджень, присвячених ефективності різних методів кінезіотерапії та інноваційних технологій у нейрореабілітації пацієнтів, які перенесли інсульт. Зокрема, розглядалися публікації, що стосуються функціонального тренування, терапії примусового руху (CIMT), роботизованої реабілітації, гідрокінезіотерапії, аеробних тренувань, функціональної електростимуляції (FES), віртуальної реальності (VR) та кінезіотейпування. Також було проаналізовано застосування традиційних методів, таких як пропріоцептивна нейром'язова стимуляція (PNF) та концепція Бобат, у сучасній інтерпретації.

Методи дослідження полягали в систематичному огляді та аналізі наявної наукової літератури. Було проведено оцінку ефективності різних реабілітаційних підходів на основі даних клінічних досліджень, порівняння результатів та виявлення переваг і обмежень кожного методу. Особлива увага приділялася вивченню механізмів дії кінезіотерапії, таких як стимуляція нейропластичності, нормалізація м'язового тонусу та активація корково-спінальних шляхів. Проводився аналіз методів оцінки результатів, включаючи використання різних шкал (наприклад, Фугля-Маєра, Бартел, Ренкіна, NIHSS).

Функціональне тренування та відновлення повсякденних навичок. Кінезіотерапія або цілеспрямоване лікування рухом як основна ланка фізичної реабілітації спрямована на активацію залишкового моторного потенціалу пацієнта через відновлення нейром'язового контролю. Провідними механізмами її дії є стимуляція нейропластичності, нормалізація м'язового тонусу, активізація корково-спінальних шляхів та розвиток функціональних рухових моделей [7; 14]. Одним з найбільш ефективних компонентів кінезіотерапії є функціональне тренування, яке фокусується на рухах, що використовуються у щоденному житті – ходьбі, підйомі з ліжка, одяганні. Дослідження підтверджують, що багаторазове виконання функціонально значущих завдань підвищує моторне відновлення на 35–40% ефективніше, ніж пасивні вправи або стандартні тренування [8]. У нещодавньому систематичному аналізі авторами показано, що додавання вправ на рівновагу та ізольовану роботу над моторним контролем верхніх кінцівок значно підвищує результативність програми, особливо у пацієнтів із лівостороннім геміпарезом [6].

Терапія примусового руху або CIMT-терапія. Метод **терапії рухів, викликаних обмеженням (constraint-induced movement therapy,** CIMT) є одним з методів кінезотерапії. Він розроблений у 1990-х роках і базується на принципі «примусового використання» паретичної кінцівки шляхом обмеження здорової. Підтверджено ефективність методу примусового використання ураженої кінцівки для відновлення функцій верхньої кінцівки [9]. Протокол передбачає обмеження здорової руки (наприклад, за допомогою рукавички) та інтенсивні тренування ураженої руки протягом 3–6 годин на день. Результати показують, що CIMT-терапія призводить до збільшення обсягу рухів на 30–40%, порівняно зі стандартною терапією, особливо у пацієнтів із помірними руховими порушеннями [16]. Подібні результати зафіксовано у інших дослідженнях, де застосовувалася CIMT для нижніх кінцівок. Встановлено значне покращення у мобільності та підвищення рівня якості життя у пацієнтів, що свідчить про системний вплив кінезіотерапії [17].

Аувал Абдуллахі та співавтори (2023) у своєму метааналізі довели, що поєднання CIMT з транскраніальною магнітною стимуляцією підвищує ефективність терапії на 37%, порівняно зі стандартною CIMT. Автори пояснюють це посиленням коркової пластичності за рахунок синхронної активації моторних зон [18].

Роботизована реабілітація. Роботизована терапія (екзоскелети, бігова доріжка з підтримкою тіла) сприяє ранній вертикалізації, а також підвищенню об'єктивної мотивації пацієнта. В одному з проведених метааналізів робото-модульована ходьба показала переваги у відновленні амбулаторної активності, порівняно з класичними техніками [19]. Загалом, сучасні роботизовані системи (наприклад, Lokomat, Armeo) дозволяють проводити високоточні повторювані тренування з об'єктивним контролем параметрів руху. Ліцзін Чен та співавтори (2025) у пілотному дослідженні з 24 пацієнтами продемонстрували, що VR-асистована роботизована терапія призводить до збільшення амплітуди рухів у колінному суглобі на 28,5%, поліпшення показників швидкості ходьби на 0,23 м/с та підвищення балів за шкалою Фугл-Мейєра на 12,7 пунктів вже протягом 3 тижнів лікування. Автори відзначають важливість інтерактивного компонента, що стимулює мотивацію до активної участі в терапії [12]. Інші дослідники наголошують, що промислові роботи (наприклад, YuMi від ABB) особливо ефективні для дрібної моторики, забезпечуючи точність рухів до 0,1 мм [10]. Автори зазначають, що роботизована підтримка кінезіотерапії дозволяє забезпечити точність, повторюваність і інтенсивність рухів, що особливо важливо у відновленні після тяжких форм інсульту [10]. Крім того, було показано, що прогнозування траєкторій руху у верхній кінцівці та інтеграція цих даних у кінезіотерапію сприяє покращенню точності та координації рухів, особливо при парезах руки [20]. Дослідження також свідчать про те, що інтенсивні рухові тренування, зокрема з використанням роботизованих пристроїв, значно покращують моторні функції у пацієнтів з постінсультними порушеннями. Автори підкреслюють, що ранній початок реабілітації (в перші 3–6 місяців після мозкового інсульту) суттєво підвищує ефективність відновлення. Ключовим механізмом є стимуляція нейропластичності за рахунок повторюваних та цілеспрямованих рухових завдань [21].

Гідрокінезотерапія та аеробні тренування. За даними авторів відомо, що регулярні аеробні навантаження (ходьба, велотренажери з інтенсивністю 60–80% від максимальної частоти серцевих скорочень) не лише покращують фізичну витривалість, а й позитивно

впливають на когнітивні функції, такі як увага, швидкість обробки інформації та робоча пам'ять. Це пов'язано зі збільшенням мозкового кровотоку та стимуляцією нейрогенезу в гіпокампі. Важливим аспектом є те, що аеробні тренування знижують ризик повторного інсульту на 20–25% [22].

Заняття у воді зменшують навантаження на суглоби, полегшують активність при парезах та знижують тривожність. Гідрокінезіотерапія дозволяє пацієнтам виконувати рухи, які на «суші» були б неможливими через обмеження функцій [23].

Дослідження продовжуються і кількість доказів на користь використання фізичної активності та фізичних вправ у людей, які пережили інсульт, для підтримання адекватного рівня їхньої рухової автономії та покращення фізичного і психологічного здоров'я зростає [24].

Функціональна електростимуляція. Дослідження Юліуш Губер та співавторів виявили, що 8-тижневий курс **функціональної електростимуляції (FES)** з елементами кінезіотерапії призводить до зменшення спастичності за шкалою Ешворта на 1,5 бала, покращення EMG-активності м'язів-антагоністів на 42% та збільшення кутів руху в кульшових суглобах на 15–20 [11]. Інноваційний підхід Сяоюй Го та співавторів (2025) з персоналізованою FES продемонстрував унікальні результати: система, що аналізує 18 параметрів ходи, дозволяє досягти 89% відповідності фізіологічному паттерну руху. Функціональна електростимуляція, синергічно поєднана з руховим тренуванням, суттєво покращує контроль ходи у пацієнтів із хронічним інсультом [25]. Інші дослідники показали ефективність поєднання дзеркальної терапії з контрольованою електростимуляцією для покращення моторної функції руки [26].

Інноваційні технології: віртуальна реальність (VR). Інтерактивні системи на основі віртуальної реальності та біозворотного зв'язку (наприклад, платформи з силометрією або EMG-датчиками) підвищують мотивацію пацієнтів і покращують динаміку відновлення [12]. Такі VR-системи, як Nintendo Wii Fit або спеціалізовані реабілітаційні платформи, дозволяють імітувати реальні рухові сценарії (наприклад, досягання предметів або балансування), що призводить до поліпшення координації на 25–35%. Біозворотній зв'язок ефективний для корекції патологічних рухових патернів, особливо при спастичності. Нещодавно проведений метааналіз, який охопив 17 рандомізованих клінічних досліджень із загальною кількістю 892 пацієнтів, виявив, що VR-терапія дає на 31% кращі результати у відновленні функції верхніх кінцівок; найефективнішими виявилися системи з біологічним зворотним зв'язком ($p<0,01$). При цьому оптимальна тривалість сеансів – 45–60 хвилин 3–5 разів на тиждень [12]. Перспективними напрямами є розробка персоналізованих реабілітаційних програм з використанням штучного інтелекту для аналізу рухової динаміки та прогнозування результатів.

Кінезіотейпування. Кінезіотейпування – це терапевтична методика, заснована на накладенні спеціальних еластичних пластирів (тейпів) на травмовану ділянку тіла. Дослідження свідчать про позитивний вплив кінезіотейпування на зменшення підвивиху плеча, покращення рухової функції верхньої кінцівки та повсякденної активності у пацієнтів з геміплегічним болем у плечі після хірургічного втручання [27]. У метааналізі, який охопив 12 рандомізованих клінічних досліджень із загальною кількістю пацієнтів 687 було встановлено, що найбільший ефект тейпування спостерігається при болю в плечі (VAS зменшується на 2,3 бали), а оптимальний режим – аплікація на 3–5 днів із подальшою заміною [13]. Найефективніші методи накладання пластирів: «простягання» для дельтоподібного м'яза.

Традиційні методи у сучасній інтерпретації. Методики, що базуються на сенсомоторній інтеграції, зокрема пропріоцептивна нейром'язова стимуляція (proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF) та нейророзвивальна терапія або концепція Бобат (Bobath concept) розглядаються теж як ефективні підходи у відновленні координованих рухів при неврологічних порушеннях. Вважається, що застосування цих підходів особливо корисне при спастичному геміпарезі. Проте, у 2014 році вийшов систематичний огляд, який аналізував ефективність Концепції Бобат після інсульту. У результаті проведеного аналізу було зроблено висновок про неефективність застосування концепції Бобат у людей після інсульту [14]. Водночас нещодавнє дослідження на прикладі 56 пацієнтів показало, що модифікована методика Бобата дає кращі результати, порівняно з традиційною лікувальною фізичною культурою: поліпшення балансу на 34% (тест Берга), зменшення часу «встань і йди» на 2,7 секунди та покращення якості життя за опитувальником SF-36 на 18 пунктів [28]. У клінічному дослідженні Герта Кваккеля та співавторів (2017) доведено, що пацієнти, які проходили інтенсивне тренування за концепцією Бобат у поєднанні з кінезіотерапією, показали вищі результати за шкалою Фугля-Маєра вже на 28 день після інсульту, ніж ті, хто отримував лише загальні вправи.

Кінезіотерапія у постінсультній реабілітації: критика та обмеження. Попри численні докази ефективності кінезіотерапії у постінсультній реабілітації, аналіз літератури виявляє низку суперечностей, методологічних обмежень та нерівномірність у якості доказової бази. Більшість доступних публікацій є невеликими за вибіркою або обмеженими у тривалості спостереження. Лише окремі дослідження (наприклад, Герт Кваккель та співавтори, 2017; Алекс Тодхантер-Браун та співавтори, 2025) мають чіткий дизайн рандомінізованих клінічних досліджень із належним рандомізованим розподілом, сліпим оцінюванням та довготривалим спостереженням. Натомість багато робіт обмежуються стаціонарним етапом або порівнюють кінезіотерапію з відсутністю втручання,

а не з альтернативними методами (наприклад, інтенсивна фізіотерапія чи ерготерапія).

В оглянутих дослідженнях кінезіотерапія рідко подається як стандартизована програма. Відсутність уніфікованих протоколів (щодо інтенсивності, тривалості, видів вправ) ускладнює порівняння результатів та метааналітичний синтез. Наприклад, у дослідженні Беверлі Френча та співавторів (2016) програми включали від 3 до 10 занять на тиждень тривалістю від 20 до 90 хвилин, що суттєво впливає на ефективність.

У різних роботах використовуються різні шкали: Фугля-Маєра, Бартел, Ренкіна, NIHSS, які оцінюють як локальні, так і загальні функції. Проте лише поодинокі дослідження застосовують інструменти оцінки якості життя або психоемоційного стану, хоча кінезіотерапія має потенціал впливу і на ці домени.

Лише окремі дослідження беруть до уваги тип інсульту, ступінь ураження, вік, наявність супутньої патології чи когнітивного дефіциту при формуванні втручань. Уніфіковані підходи «для всіх» часто знижують ефективність, тоді як персоналізована кінезіотерапія може дати значно кращі результати [7].

Застосування роботизованих систем, телереабілітації, віртуальної реальності активно розвивається, але все ще недостатньо представлено в літературі щодо кінезіотерапії. Як показують дослідження, що автоматизована ходьба має перспективу, однак потребує високої вартості обладнання, спеціальної підготовки персоналу та обмеженої доступності для пацієнтів у звичайних умовах [19].

Результати дослідження

Дослідження підтверджує, що кінезіотерапія є основним та високоефективним інструментом у відновленні рухових функцій після інсульту, особливо при її інтеграції з сучасними технологіями.

***Функціональне тренування**:* багаторазове виконання рухів, що імітують повсякденні задачі, підвищує моторне відновлення на 35–40% ефективніше, ніж пасивні вправи.

***Терапія примусового руху (CIMT)**:* призводить до збільшення обсягу рухів на 30–40% у паретичній кінцівці. Поєднання CIMT з транскраніальною магнітною стимуляцією підвищує ефективність терапії на 37%.

***Роботизована реабілітація**:* покращує амплітуду рухів (наприклад, у колінному суглобі на 28,5%), швидкість ходьби (на 0,23 м/с) та функціональні показники за шкалою Фугл-Мейєра (на 12,7 пунктів) вже протягом 3 тижнів. Забезпечує високу точність і повторюваність рухів, що важливо для важких форм інсульту.

***Гідрокінезотерапія та аеробні тренування**:* аеробні навантаження покращують когнітивні функції та знижують ризик повторного інсульту на 20–25%. Гідрокінезіотерапія полегшує рухи, що були б неможливими на «суші».

***Функціональна електростимуляція (FES)**:* зменшує спастичність (на 1,5 бала за шкалою Ешворта), покращує EMG-активність м'язів-антагоністів на 42% та збільшує кути руху в суглобах. Персоналізована FES дозволяє досягти до 89% відповідності фізіологічному патерну руху.

***Віртуальна реальність (VR)**:* VR-терапія дає на 31% кращі результати у відновленні функції верхніх кінцівок, особливо системи з біологічним зворотним зв'язком. Оптимальна тривалість сеансів становить 45–60 хвилин 3–5 разів на тиждень.

Кінезіотейпування: позитивно впливає на зменшення підвивиху плеча, покращення рухової функції та повсякденної активності, особливо при болю в плечі (зменшення VAS на 2,3 бали).

***Традиційні методи**:* модифікована методика Бобата показала покращення балансу на 34% та зменшення часу "встань і йди" на 2,7 секунди. Поєднання інтенсивного тренування за концепцією Бобат з кінезіотерапією демонструє вищі результати.

Обговорення результатів дослідження

Отримані результати свідчать про те, що кінезіотерапія, особливо в поєднанні з сучасними технологіями, є ключовим елементом успішної реабілітації пацієнтів після мозкового інсульту. Її ефективність пояснюється стимуляцією нейропластичності – здатності мозку відновлювати та реорганізовувати функціональні зв'язки [29]. Активна участь пацієнта в руховій терапії, на відміну від пасивних методів, забезпечує формування нових рухових навичок, підвищення мотивації та покращення кровопостачання.

Функціональне тренування, що імітує реальні повсякденні завдання, виявилося особливо ефективним, оскільки воно безпосередньо впливає на відновлення практичних навичок. Це підтверджує важливість цілеспрямованої активації опорно-рухового апарату та використання принципів пропріоцепції [30].

Методи, що обмежують здорову кінцівку, як-от **CIMT-терапія**, демонструють значні покращення у відновленні функцій ураженої сторони, що підкреслює значення інтенсивного використання паретичної кінцівки. Посилення ефекту при поєднанні з транскраніальною магнітною стимуляцією вказує на потенціал комплексних підходів, що впливають на коркову пластичність.

Роботизована реабілітація та **віртуальна реальність** виділяються своєю здатністю забезпечувати високоточні, повторювані та інтерактивні тренування. Ці технології не тільки покращують фізичні показники, але й значно підвищують мотивацію пацієнтів, що є критично важливим для довготривалої та інтенсивної реабілітації. Висока вартість та обмежена доступність цих технологій є суттєвими обмеженнями для їх широкого впровадження [31; 36].

Функціональна електростимуляція показує ефективність у зменшенні спастичності та покращенні м'язової активності, що є важливим для відновлення контролю над рухами. Персоналізовані підходи FES

відкривають шлях до ще більш точної та адаптованої терапії [32].

Аеробні тренування та **гідрокінезотерапія** розширюють спектр реабілітаційних можливостей, впливаючи не тільки на фізичну витривалість, а й на когнітивні функції та психологічний стан пацієнтів. Зменшення ризику повторного інсульту через аеробні навантаження підкреслює їхню важливість для загального здоров'я [33].

Водночас, аналіз літератури виявляє суттєві обмеження. Більшість досліджень мають невелику вибірку та обмежену тривалість спостереження. Відсутність уніфікованих протоколів кінезіотерапії (інтенсивність, тривалість, види вправ) ускладнює порівняння результатів та їхню систематизацію. Також недостатньо уваги приділяється оцінці якості життя та психоемоційного стану пацієнтів. Важливим є ігнорування індивідуальних особливостей пацієнтів (тип інсульту, ступінь ураження, вік, супутні патології), що може знижувати ефективність уніфікованих підходів.

Незважаючи на критику ефективності деяких традиційних методів (наприклад, Концепції Бобат у ранніх оглядах), нові дослідження з модифікованими протоколами показують їхній потенціал, що свідчить про необхідність постійного переосмислення та вдосконалення навіть класичних підходів.

Перспективи подальших досліджень

На основі проведеного аналізу, наша дослідницька група планує зосередити подальші наукові зусилля на кількох ключових напрямах, які дозволять поглибити розуміння та вдосконалити програми кінезіотерапії для пацієнтів після інсульту:

Ми плануємо розпочати рандомізоване контрольоване дослідження, спрямоване на розробку та оцінку ефективності індивідуалізованих програм кінезіотерапії. Ці програми будуть адаптовані на основі функціонального профілю пацієнта, включаючи тип інсульту, ступінь рухового дефіциту, вік, наявність супутніх патологій та рівень когнітивних порушень. Метою є створення уніфікованого алгоритму персоналізації, який може бути впроваджений у клінічну практику.

Ми плануємо дослідити оптимальні комбінації та економічну доцільність інтеграції роботизованих систем та телереабілітаційних платформ у наші комплексні програми кінезіотерапії. Зокрема, буде вивчено вплив цих технологій на відновлення специфічних видів порушень (наприклад, функцій верхньої кінцівки) та їхня здатність підвищувати інтенсивність та мотивацію пацієнтів.

Для визначення найкращих клінічних стратегій, ми плануємо провести дослідження, які порівнюватимуть ефективність наших протоколів кінезіотерапії не лише з відсутністю втручання, але й з альтернативними методами інтенсивної фізичної терапії та ерготерапії. Це дасть змогу чітко позиціонувати кінезіотерапію в загальній схемі мультидисциплінарної нейрореабілітації.

Ці напрями дозволять нашій групі не тільки подолати наявні обмеження, але й забезпечити науково обґрунтований внесок у розробку та вдосконалення реабілітаційних програм для пацієнтів, які перенесли інсульт.

Висновки

Наявна доказова база підтверджує, що кінезіотерапія, особливо у поєднанні з сучасними технологіями, дозволяє досягти значного функціонального покращення у хворих після інсульту, як у гострий, так і в хронічний період реабілітації. Перевагами є індивідуалізація, сенсомоторна стимуляція, залучення пацієнта до активної участі, що дає змогу активізувати нейропластичні процеси мозку та покращити якість життя. Водночас потрібні більші, стандартизовані та мультицентрові дослідження. Необхідна персоналізація програм з урахуванням функціонального профілю пацієнта. Варто включати довгострокове спостереження та оцінку когнітивних і психоемоційних ефектів. Інтеграція новітніх технологій вимагає окремої оцінки ефективності у складі комплексних програм кінезіотерапії. Сучасна стратегія реабілітації після інсульту має ґрунтуватися на індивідуалізованому підході з комбінацією методів: рання мобілізація з акцентом на інтенсивні рухові тренування, інтеграція аеробних навантажень для покращення когнітивних функцій, використання CIMT для верхніх кінцівок та застосування інноваційних технологій (VR) для підвищення ефективності.

Література

1. Feigin VL, Owolabi MO. World Stroke Organization–Lancet Neurology Commission Stroke Collaboration Group. Pragmatic solutions to reduce the global burden of stroke: A World Stroke Organization-Lancet Neurology Commission. Lancet Neurol. 2023 Dec;22(12):1160–206. doi:10.1016/S1474-4422(23)00277-6

2. Малешко Г, Миронюк І, Слабкий Г, Брич В. Функціонально-організаційні моделі реабілітаційної допомоги особам, що перенесли мозковий інсульт на регіональному рівні. Україна. Здоров'я нації [інтернет]. 03, Травень 2023 [цит. за 18, Липень 2025];(2):87–6. Доступно на: https://journals.uzhnu.uz.ua/index.php/health/article/view/462

3. Рубан Л, Місюра В. Фізична терапія постінсультних хворих в резидуальному періоді. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова Серія 15. 2021;(3(133)):112–6. https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2021.3(133).22.

4. Arya KN, Pandian S, Verma R, Garg RK. Movement therapy induced neural reorganization and motor recovery in stroke: a review. J Bodyw Mov Ther. 2011 Oct; 15(4):528–37. doi: 10.1016/j.jbmt.2011.01.023

5. Alt Murphy M, Munoz-Novoa M, Heremans C, Branscheidt M, Cabanas-Valdés R, Engelter ST, et al. European Stroke Organisation (ESO) guideline on motor rehabilitation. Eur Stroke J. 2025;23969873251338142. doi: 0.1177/23969873251338142

6. Todhunter-Brown A, Sellers CE, Baer GD, Choo PL, Cowie J, Cheyne JD, et al. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke. Cochrane Database Syst Rev. 2025 Feb 17;2(2):CD001920. doi: 10.1002/14651858.CD001920.pub4

7. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. Lancet. 2011 May 14;377(9778):1693–702. doi: 10.1016/S0140-6736(11)60325-5

8. French B, Thomas LH, Coupe J, McMahon NE, Connell L, Harrison J, et al. Repetitive task training for improving functional ability after stroke. Cochrane Database Syst Rev. 2016 Nov 11;11(11):CD006073. doi: 10.1002/14651858.CD006073.pub3

9. Reddy RS, Gular K, Dixit S, Kandakurti PK, Tedla JS, Gautam AP, Sangadala DR. Impact of Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT) on Functional Ambulation in Stroke Patients-A Systematic Review and Meta-Analysis. Int J Environ Res Public Health. 2022 Oct 6;19(19):12809. doi: 10.3390/ijerph191912809

10. Raji A, Gopaul U, Babineau J, Popovic MR, Marquez-Chin C. Industrial-grade collaborative robots for motor rehabilitation after stroke and spinal cord injury: a systematic narrative review. Biomed Eng Online. 2025 Apr 22;24(1):50. doi: 10.1186/s12938-025-01362-z

11. Huber J, Kaczmarek K, Leszczyńska K, Daroszewski P. Post-Stroke Treatment with Neuromuscular Functional Electrostimulation of Antagonistic Muscles and Kinesiotherapy Evaluated with Electromyography and Clinical Studies in a Two-Month Follow-Up. Int J Environ Res Public Health. 2022 Jan 14;19(2):964. doi: 10.3390/ijerph19020964

12. Chen L, Zhu H, Wang J, Lu R, Tian J, Wu B, Li J. Virtual Reality-Based Robotic Training for Lower Limb Rehabilitation in Stroke Patients with Hemiplegia: A pilot study. Aging Health Res. 2025;100233. doi: 10.1016/j.ahr.2025.100233

13. Wang Y, Li X, Sun C, Xu R. Effectiveness of kinesiology taping on the functions of upper limbs in patients with stroke: a meta-analysis of randomized trial. Neurol Sci. 2022 Jul;43(7):4145–56. doi: 10.1007/s10072-022-06010-1

14. Veerbeek JM, van Wegen E, van Peppen R, van der Wees PJ, Hendriks E, Rietberg M, Kwakkel G. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2014 Feb 24;9(2):e87987. doi: 10.1371/journal.pone.0087987

15. Kwakkel G, Lannin NA, Borschmann K, English C, Ali M, Churilov L, et al. Standardized measurement of sensorimotor recovery in stroke trials: Consensus-based core recommendations from the Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable. Int J Stroke. 2017 Jul;12(5):451–61. doi: 10.1177/1747493017711813

16. Barghi A, Allendorfer JB, Taub E, Womble B, Hicks JM, Uswatte G, Szaflarski JP, Mark VW. Phase II Randomized Controlled Trial of Constraint-Induced Movement Therapy in Multiple Sclerosis. Part 2: Effect on White Matter Integrity. Neurorehabilitation and neural repair. 2018;32(3):233–41. https://doi.org/10.1177/1545968317753073

17. Marklund I, Fure B, Klässbo M, Liv P, Stålnacke BM, Hu X. Post-stroke health-related quality of life following lower-extremity constraint-induced movement therapy – An observational survey study. PLoS One. 2025 May 2;20(5):e0323290. doi: 10.1371/journal.pone.0323290

18. Abdullahi A, Wong TW, Van Criekinge T, Ng SS. Combination of noninvasive brain stimulation and constraint-induced movement therapy in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis. Expert Rev Neurother. 2023 Feb;23(2):187–203. doi: 10.1080/14737175.2023.2177154

19. Mehrholz J, Pohl M, Platz T, Kugler J, Elsner B. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. Cochrane Database Syst Rev. 2018 Sep 1;9(9):CD006876. doi: 10.1002/14651858.CD006876.pub5

20. Scibilia A, Pedrocchi N, Caimmi M. Trajectory Prediction in Upper-Limb Robotic Rehabilitation and its Applicability to Post-Stroke Patients: A Preliminary Analysis. 2025 IEEE International Conference on Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots (SIMPAR). IEEE; 2025 Apr. p. 1–6.

21. Khan AS, Patrick SK, Roy FD, Gorassini MA, Yang JF. Training-Specific Neural Plasticity in Spinal Reflexes after Incomplete Spinal Cord Injury. Neural plasticity, 2016, 6718763. https://doi.org/10.1155/2016/6718763

22. Marzolini S, Robertson AD, Oh P, Brooks D. Aerobic Training and Mobilization Early Post-stroke: Cautions and Considerations. Front Neurol. 2019 Nov 15;10:1187. doi: 10.3389/fneur.2019.01187

23. Gu X, Zeng M, Cui Y, Fu J, Li Y, Yao Y, et al. Aquatic strength training improves postural stability and walking function in stroke patients. Physiother Theory Pract. 2023 Aug 2;39(8):1626–35. doi:10.1080/09593985.2022.2049939

24. Belfiore P, Miele A, Gallè F, Liguori G. Adapted physical activity and stroke: a systematic review. J Sports Med Phys Fitness. 2018 Dec;58(12):1867–75. doi: 10.23736/S0022-4707.17.07749-0

25. Guo X, Lau KY, Bai M, Liu R, He B, Xie JJ, Cheung VC. Personalized Synergy-based Functional Electrical Stimulation Improves Lower Limb Motor Functions of Chronic Stroke Survivors by Restoring Gait Control Modules. medRxiv. 2025 Apr 30;2025.04.30.25326772. doi: 10.1101/2025.04.30.25326772

26. Aoki K, Uchibori K, Watabe T, Yoshikawa A, Kawate N. The Effectiveness of Combined Mirror Therapy and Contralateral Controlled Functional Electrical Stimulation Therapy in a Stroke Patient With Upper Limb Motor Paralysis: A Case Report. Cureus. 2025 May;17(5).

27. Deng P, Zhao Z, Zhang S, Xiao T, Li Y. Effect of kinesio taping on hemiplegic shoulder pain: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Clin Rehabil. 2021 Mar;35(3):317–31. doi: 10.1177/0269215520964950

28. Song JO, Kwon YD, Jeon HJ, Yang BI. Effect of Bobath Concept-Based Rehabilitation on Gait and Balance in a Hemiplegic Patient: A Case Study. Available from: https://kiss.kstudy.com/Detail/Ar?key=4164661

29. Cramer SC, Riley JD. Neuroplasticity and brain repair after stroke. Current opinion in neurology. 2008;21(1):76–82. https://doi.org/10.1097/WCO.0b013e3282f36cb6

30. Alsubiheen AM, Choi W, Yu W, Lee H. The Effect of Task-Oriented Activities Training on Upper-Limb Function, Daily Activities, and Quality of Life in Chronic Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. International journal of environmental research and public health. 2022;19(21):14125. https://doi.org/10.3390/ijerph192114125

31. Torrisi M, Maggio MG, De Cola MC, Zichittella C, Carmela C, Porcari B, la Rosa G, De Luca R, Naro A, Calabrò RS. Beyond motor recovery after stroke: The role of hand robotic rehabilitation plus virtual reality in improving cognitive function. Journal of clinical neuroscience : official journal of the Neurosurgical Society of Australasia. 2021;92:11–16. https://doi.org/10.1016/j.jocn.2021.07.053

32. Dantas MTAP, Fernani DCGL, Silva TDD, Assis ISA, Carvalho AC, Silva SB, Abreu LC, Barbieri FA, Monteiro CBM. Gait Training with Functional Electrical Stimulation Improves Mobility in People Post-Stroke. International journal of environmental research and public health. 2023;20(9):5728. https://doi.org/10.3390/ijerph20095728

33. Penna LG, Pinheiro JP, Ramalho SHR, Ribeiro CF. Effects of aerobic physical exercise on neuroplasticity after stroke: systematic review. Arquivos de neuro-psiquiatria. 2021;79(9):832–43. https://doi.org/10.1590/0004-282X-ANP-2020-0551

34. Vestito L, Ferraro F, Iaconi G, Genesio G, Bandini F, Mori L, Trompetto C, Dellepiane S. STORMS: A Pilot Feasibility Study for Occupational TeleRehabilitation in Multiple Sclerosis. Sensors (Basel, Switzerland). 2024;24(19):6470. https://doi.org/10.3390/s24196470

35. Mahalakshmi B, Maurya N, Lee SD, Bharath Kumar V. Possible Neuroprotective Mechanisms of Physical Exercise in Neurodegeneration. International journal of molecular sciences. 2020;21(16):5895. https://doi.org/10.3390/ijms21165895

36. Шепель АІ, Горошко ВІ. Використання інноваційних методик віртуальної реальності у фізичній терапії пацієнтів із травмами опорно-рухового апарату. Rehabilitation and Recreation. 2023;17:150–58. https://doi.org/10.32782/2522-1795.2023.17.18

References

1. Feigin VL, Owolabi MO. World Stroke Organization–Lancet Neurology Commission Stroke Collaboration Group. Pragmatic solutions to reduce the global burden of stroke: A World Stroke Organization-Lancet Neurology Commission. Lancet Neurol. 2023 Dec;22(12):1160–206. doi: 10.1016/S1474-4422(23)00277-6

2. Maleshko H, Myroniuk I, Slabkyi H, Brych V. Funktsionalno-orhanizatsiini modeli reabilitatsiinoi dopomohy osobam, shcho perenesly mozkovyi insult na rehionalnomu rivni. [Functional and organizational models of rehabilitation care for people who have suffered a cerebral stroke at the regional level]. Ukraina. Zdorovia natsii [internet]. 03, Traven 2023 [tsyt. za 18, Lypen 2025];(2):87–6. dostupnyi u: https://journals.uzhnu.uz.ua/index.php/health/article/view/462 (in Ukrainian).

3. Ruban L, Misiura V. Fizychna terapiia postinsultnykh khvorykh v rezydualnomu periodi [Physical therapy of post-stroke patients in the residual period] pcs [internet]. 22, Berezen 2021 [tsyt. za 18, Lypen 2025]. Naukovyy chasopys Ukrayins′koho derzhavnoho universytetu imeni Mykhayla Drahomanova Seriya 15.;(3(133):112–16. https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2021.3(133).22 (in Ukrainian).

4. Arya KN, Pandian S, Verma R, Garg RK. Movement therapy induced neural reorganization and motor recovery in stroke: a review. J Bodyw Mov Ther. 2011 Oct;15(4):528–37. doi: 10.1016/j.jbmt.2011.01.023

5. Alt Murphy M, Munoz-Novoa M, Heremans C, Branscheidt M, Cabanas-Valdés R, Engelter ST, et al. European Stroke Organisation (ESO) guideline on motor rehabilitation. Eur Stroke J. 2025;23969873251338142. doi: 10.1177/23969873251338142

6. Todhunter-Brown A, Sellers CE, Baer GD, Choo PL, Cowie J, Cheyne JD, et al. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke. Cochrane Database Syst Rev. 2025 Feb 17;2(2):CD001920. doi: 10.1002/14651858.CD001920.pub4

7. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. Lancet. 2011 May 14;377(9778):1693–702. doi: 10.1016/S0140-6736(11)60325-5

8. French B, Thomas LH, Coupe J, McMahon NE, Connell L, Harrison J, et al. Repetitive task training for improving functional ability after stroke. Cochrane Database Syst Rev. 2016 Nov 11;11(11):CD006073. doi: 10.1002/14651858.CD006073.pub3

9. Reddy RS, Gular K, Dixit S, Kandakurti PK, Tedla JS, Gautam AP, Sangadala DR. Impact of Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT) on Functional Ambulation in Stroke Patients-A Systematic Review and Meta-Analysis. Int J Environ Res Public Health. 2022 Oct 6;19(19):12809. doi: 10.3390/ijerph191912809

10. Raji A, Gopaul U, Babineau J, Popovic MR, Marquez-Chin C. Industrial-grade collaborative robots for motor rehabilitation after stroke and spinal cord injury: a systematic narrative review. Biomed Eng Online. 2025 Apr 22;24(1):50. doi: 10.1186/s12938-025-01362-z

11. Huber J, Kaczmarek K, Leszczyńska K, Daroszewski P. Post-Stroke Treatment with Neuromuscular Functional Electrostimulation of Antagonistic Muscles and Kinesiotherapy Evaluated with Electromyography and Clinical Studies in a Two-Month Follow-Up. Int J Environ Res Public Health. 2022 Jan 14;19(2):964. doi: 10.3390/ijerph19020964

12. Chen L, Zhu H, Wang J, Lu R, Tian J, Wu B, Li J. Virtual Reality-Based Robotic Training for Lower Limb Rehabilitation in Stroke Patients with Hemiplegia: A pilot study. Aging Health Res. 2025;100233. doi: 10.1016/j.ahr.2025.100233

13. Wang Y, Li X, Sun C, Xu R. Effectiveness of kinesiology taping on the functions of upper limbs in patients with stroke: a meta-analysis of randomized trial. Neurol Sci. 2022 Jul;43(7):4145–56. doi: 10.1007/s10072-022-06010-1

14. Veerbeek JM, van Wegen E, van Peppen R, van der Wees PJ, Hendriks E, Rietberg M, Kwakkel G. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2014 Feb 24;9(2):e87987. doi: 10.1371/journal.pone.0087987

15. Kwakkel G, Lannin NA, Borschmann K, English C, Ali M, Churilov L, et al. Standardized measurement of sensorimotor recovery in stroke trials: Consensus-based core recommendations from the Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable. Int J Stroke. 2017 Jul;12(5):451–61. doi: 10.1177/1747493017711813

16. Barghi A, Allendorfer JB, Taub E, Womble B, Hicks JM, Uswatte G, Szaflarski JP, Mark VW. Phase II Randomized Controlled Trial of Constraint-Induced Movement Therapy in Multiple Sclerosis. Part 2: Effect on White Matter Integrity. Neurorehabilitation and neural repair. 2018;32(3):233–41. https://doi.org/10.1177/1545968317753073

17. Marklund I, Fure B, Klässbo M, Liv P, Stålnacke BM, Hu X. Post-stroke health-related quality of life following lower-extremity constraint-induced movement therapy – An observational survey study. PLoS One. 2025 May 2;20(5):e0323290. doi: 10.1371/journal.pone.0323290

18. Abdullahi A, Wong TW, Van Criekinge T, Ng SS. Combination of noninvasive brain stimulation and constraint-induced movement therapy in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis. Expert Rev Neurother. 2023 Feb;23(2):187–203. doi: 10.1080/14737175.2023.2177154

19. Mehrholz J, Pohl M, Platz T, Kugler J, Elsner B. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. Cochrane Database Syst Rev. 2018 Sep 1;9(9):CD006876. doi: 10.1002/14651858.CD006876.pub5

20. Scibilia A, Pedrocchi N, Caimmi M. Trajectory Prediction in Upper-Limb Robotic Rehabilitation and its Applicability to Post-Stroke Patients: A Preliminary Analysis. 2025 IEEE International Conference on Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots (SIMPAR). IEEE; 2025 Apr. p. 1–6.

21. Khan AS, Patrick SK, Roy FD, Gorassini MA, Yang JF. Training-Specific Neural Plasticity in Spinal Reflexes after Incomplete Spinal Cord Injury. Neural plasticity, 2016, 6718763. https://doi.org/10.1155/2016/6718763

22. Marzolini S, Robertson AD, Oh P, Brooks D. Aerobic Training and Mobilization Early Post-stroke: Cautions and Considerations. Front Neurol. 2019 Nov 15;10:1187. doi: 10.3389/fneur.2019.01187

23. Gu X, Zeng M, Cui Y, Fu J, Li Y, Yao Y, et al. Aquatic strength training improves postural stability and walking function in stroke patients. Physiother Theory Pract. 2023 Aug 2;39(8):1626–35. doi:10.1080/09593985.2022.2049939

24. Belfiore P, Miele A, Gallè F, Liguori G. Adapted physical activity and stroke: a systematic review. J Sports Med Phys Fitness. 2018 Dec;58(12):1867–75. doi: 10.23736/S0022-4707.17.07749-0

25. Guo X, Lau KY, Bai M, Liu R, He B, Xie JJ, Cheung VC. Personalized Synergy-based Functional Electrical Stimulation Improves Lower Limb Motor Functions of Chronic Stroke Survivors by Restoring Gait Control Modules. medRxiv. 2025 Apr 30;2025.04.30.25326772. doi: 10.1101/2025.04.30.25326772

26. Aoki K, Uchibori K, Watabe T, Yoshikawa A, Kawate N. The Effectiveness of Combined Mirror Therapy and Contralateral Controlled Functional Electrical Stimulation Therapy in a Stroke Patient With Upper Limb Motor Paralysis: A Case Report. Cureus. 2025 May;17(5).

27. Deng P, Zhao Z, Zhang S, Xiao T, Li Y. Effect of kinesio taping on hemiplegic shoulder pain: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Clin Rehabil. 2021 Mar;35(3):317–31. doi: 10.1177/0269215520964950

28. Song JO, Kwon YD, Jeon HJ, Yang BI. Effect of Bobath Concept-Based Rehabilitation on Gait and Balance in a Hemiplegic Patient: A Case Study. Available from: https://kiss.kstudy.com/Detail/Ar?key=4164661

29. Cramer SC, Riley JD. Neuroplasticity and brain repair after stroke. Current opinion in neurology. 2008;21(1):76–82. https://doi.org/10.1097/WCO.0b013e3282f36cb6

30. Alsubiheen AM, Choi W, Yu W, Lee H. The Effect of Task-Oriented Activities Training on Upper-Limb Function, Daily Activities, and Quality of Life in Chronic Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. International journal of environmental research and public health. 2022;19(21):14125. https://doi.org/10.3390/ijerph192114125

31. Torrisi M, Maggio MG, De Cola MC, Zichittella C, Carmela C, Porcari B, la Rosa G, De Luca R, Naro A, Calabrò RS. Beyond motor recovery after stroke: The role of hand robotic rehabilitation plus virtual reality in improving cognitive function. Journal of clinical neuroscience : official journal of the Neurosurgical Society of Australasia. 2021;92:11–16. https://doi.org/10.1016/j.jocn.2021.07.053

32. Dantas MTAP, Fernani DCGL, Silva TDD, Assis ISA, Carvalho AC, Silva SB, Abreu LC, Barbieri FA, Monteiro CBM. Gait Training with Functional Electrical Stimulation Improves Mobility in People Post-Stroke. International journal of environmental research and public health. 2023;20(9):5728. https://doi.org/10.3390/ijerph20095728

33. Penna LG, Pinheiro JP, Ramalho SHR, Ribeiro CF. Effects of aerobic physical exercise on neuroplasticity after stroke: systematic review. Arquivos de neuro-psiquiatria. 2021;79(9):832–43. https://doi.org/10.1590/0004-282X-ANP-2020-0551

34. Vestito L, Ferraro F, Iaconi G, Genesio G, Bandini F, Mori L, Trompetto C, Dellepiane S. STORMS: A Pilot Feasibility Study for Occupational TeleRehabilitation in Multiple Sclerosis. Sensors (Basel, Switzerland). 2024;24(19):6470. https://doi.org/10.3390/s24196470

35. Mahalakshmi B, Maurya N, Lee SD, Bharath Kumar V. Possible Neuroprotective Mechanisms of Physical Exercise in Neuro degeneration. International journal of molecular sciences. 2020;21(16):5895. https://doi.org/10.3390/ijms21165895

36. Shepel AI, Horoshko VI. Vykorystannia innovatsiinykh metodyk virtualnoi realnosti u fizychnii terapii patsiientiv iz travmamy oporno-rukhovoho aparatu [Using innovative virtual reality techniques in physical therapy of patients with musculoskeletal injuries] [internet]. 29, Hruden 2023 Rehabilitation and Recreation. 2023;17:150–58. https://doi.org/10.32782/2522-1795.2023.17.18

Мета. Цей огляд має на меті провести комплексний аналіз сучасних підходів до фізичної реабілітації пацієнтів після інсульту. Він спрямований на оцінку їхньої ефективності, спираючись на останні клінічні дослідження та метааналізи, а також на визначення перспективних напрямів розвитку нейрореабілітації для покращення функціонального відновлення та якості життя пацієнтів.

Матеріали та методи. Матеріали дослідження складалися з широкого спектру наукових публікацій, що включають систематичні огляди, метааналізи та оригінальні рандомізовані клінічні дослідження. Особлива увага приділялася роботам, які вивчали ефективність та механізми дії різноманітних методів кінезіотерапії та інноваційних технологій у постінсультній реабілітації. Серед розглянутих методів були: функціональне тренування, терапія примусового руху (CIMT), роботизована реабілітація, гідрокінезіотерапія, аеробні тренування, функціональна електростимуляція (FES), віртуальна реальність (VR) та кінезіотейпування, пропріоцептивна нейром'язова стимуляція (PNF) та концепція Бобат, у контексті сучасної реабілітаційної практики.

Методи дослідження включали систематичний пошук, відбір та критичний аналіз відповідної наукової літератури. Була проведена оцінка ефективності кожного реабілітаційного підходу на основі кількісних та якісних даних, представлених у публікаціях. Особливий акцент робився на порівнянні результатів різних втручань, ідентифікації переваг та обмежень кожного методу. Аналізувалися також використані в дослідженнях шкали оцінки функціональних результатів та загальна методологічна якість досліджень.

Результати. Аналіз наукової літератури підтверджує, що кінезіотерапія є фундаментальним та надзвичайно ефективним інструментом у відновленні рухових функцій після інсульту, особливо коли вона інтегрується з передовими технологіями. Такими як: функціональне тренування; терапія примусового руху (CIMT-терапія); роботизована реабілітація; гідрокінезіотерапія та аеробні тренування; функціональна електростимуляція (FES); віртуальна реальність (VR); кінезіотейпування; модифіковані протоколи методик Бобат.

Незважаючи на значні успіхи, існують обмеження: більшість досліджень мають невелику вибірку та обмежену тривалість спостереження. Відсутність уніфікованих протоколів, різноманітність шкал оцінки та недостатній облік індивідуальних особливостей пацієнтів ускладнюють порівняння та узагальнення результатів.

Висновки. Кінезіотерапія є ключовим та високоефективним методом реабілітації після інсульту, особливо у поєднанні з сучасними технологіями. Оптимальна стратегія передбачає індивідуалізований підхід, що включає ранню мобілізацію, інтенсивні рухові тренування та аеробні навантаження. Такий комплексний підхід сприяє максимальному функціональному відновленню пацієнтів, покращуючи їхню фізичну та когнітивну діяльність.

Ключові слова: нейрореабілітація, кінезіотерапія, нейропластичність, функціональне тренування, CIMT-терапія, роботизована реабілітація, функціональна електростимуляція (FES), віртуальна реальність (VR), кінезіотейпування, гідрокінезіотерапія, аеробні тренування.

The purpose of this review is to analyse current approaches to physical rehabilitation of patients after stroke, assess their effectiveness based on recent clinical trials and identify promising areas for the development of neurorehabilitation, as well as to summarise and systematise the available evidence on kinesiotherapy in post-stroke rehabilitation.

Materials and methods. The study materials included systematic reviews, meta-analyses and original clinical trials on various aspects of physical rehabilitation for stroke patients. The main focus was on the following methods:

– Functional training: exercises that mimic everyday movements.
– Forced movement therapy (CIMT): Restricting the healthy limb to stimulate the affected limb.
– Robotic rehabilitation: the use of exoskeletons and robotic devices.
– Hydrokinesiotherapy and aerobic training: physical exercises in water and cardio exercise.
– Functional electrical stimulation (FES): the use of electrical impulses to stimulate muscles.
– Virtual reality (VR): interactive systems with biofeedback.
– Kinesiotaping: the use of special elastic patches.
– Traditional methods: proprioceptive neuromuscular stimulation (PNF) and the Bobath concept.

The research methods consisted of a systematic review and analysis of scientific literature. The effectiveness of each method was assessed based on published data, the results were compared, and advantages and limitations were identified. Mechanisms of action were analysed, including stimulation of neuroplasticity, normalisation of muscle tone and activation of cortical-spinal pathways. The scoring scales used (e.g., Fugl-Meyer, Barthel, Rankin, NIHSS) and methodological features of the included studies were also considered.

Results. A literature review has confirmed that kinesiotherapy is a highly effective tool in restoring motor function after stroke, especially when integrated with modern technologies.

– Functional training increases motor recovery by 35–40% compared to passive exercises.

– CIMT therapy increases the range of motion in a paretic limb by 30–40%, and its combination with transcranial magnetic stimulation increases efficiency by 37%.

– Robotic rehabilitation significantly improves the range of motion, walking speed and functional performance, ensuring high accuracy and repeatability of movements.

– Hydrokinesiotherapy and aerobic training improve physical endurance, cognitive function and reduce the risk of recurrent stroke.

– Functional electrical stimulation (FES) effectively reduces spasticity and improves muscle activity, with personalised approaches allowing for a high degree of compliance with physiological movement patterns.

– Virtual reality (VR) shows 31% better results in restoring upper limb function, increasing patient motivation and improving coordination.

At the same time, a number of limitations have been identified, including the small sample size and short duration of most studies, the lack of standardised kinesiotherapy protocols, uneven use of assessment scales, and insufficient consideration of individual patient characteristics. The high cost and limited availability of some innovative technologies are also obstacles.

Conclusions. The evidence base confirms that kinesiotherapy, especially in combination with modern technologies, provides significant functional improvement in stroke patients in both the acute and chronic periods. Its benefits include individualisation, sensorimotor stimulation and active patient participation, which helps to activate neuroplastic processes and improve quality of life. A modern rehabilitation strategy should be based on an individualised approach that combines early mobilisation, intensive motor training, aerobic exercise, CIMT and innovative technologies (VR).

Prospects for further research include the development and evaluation of personalised rehabilitation programmes using artificial intelligence, standardisation of kinesiotherapy protocols, long-term studies to assess cognitive and psycho-emotional effects, and in-depth integration of new technologies with an assessment of their economic feasibility. Comparative studies with alternative methods and an in-depth study of neuroplasticity mechanisms are needed to develop more effective strategies.

Key words: neurorehabilitation, kinesiotherapy, neuroplasticity, functional training, CIMT therapy, robotic rehabilitation, functional electrical stimulation (FES), virtual reality (VR), kinesiotaping, hydrokinesiotherapy, aerobic training.

Conflict of interest: absent.
Конфлікт інтересів: відсутній.

Відомості про авторів

Байляк Марія Михайлівна – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри біохімії та біотехнології Карпатського національного університету імені Василя Стефаника; вул. Шевченка, 56, м. Івано-Франківськ, Україна, 76018.
maria.bayliak@pnu.edu.ua. ORCID ID: 0000-0001-6268-8910 [A,B,C,F]

Лапковський Едуард Йосипович – кандидат медичних наук, доцент, професор кафедри терапії, реабілітації та морфології Карпатського національного університету імені Василя Стефаника; вул. Шевченка, 56, м. Івано-Франківськ, Україна, 76018.
eduard.lapkovskyi@pnu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0003-1945-0602 [B,E,F]

Фурман Юрій Миколайович – доктор біологічних наук, професор кафедри фізичної терапії, ерготерапії Карпатського національного університету імені Василя Стефаника; вул. Шевченка, 56, м. Івано-Франківськ, Україна, 76018.
ORCID ID: 0009-0001-5933-5302 [A,C,D]

Левченко Валерій Анатолійович – доктор медичних наук, професор кафедри фізичної терапії, ерготерапії Карпатського національного університету імені Василя Стефаника; вул. Шевченка, 56, м. Івано-Франківськ, Україна, 76018.
valerii.levchenko@cnu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-6896-9710 [A,E,F]

Левчук Ольга Ростиславівна – фізичний терапевт, асистент кафедри фізичної терапії, ерготерапії та фізичного виховання Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров`я України; вул. Клінічна 2, м. Тернопіль, Україна, 46002.
olhalevchuk@gmail.com, ORCID ID: 0009-0009-9388-3538 [B,C,D]

Стаття надійшла до редакції 28.07.2025
Дата першого рішення 07.10.2025
Стаття подана до друку .2025