

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені А. С. МАКАРЕНКА
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Кафедра терапії та реабілітації

Зима Дмитро Олександрович

Формування навичок ходьби в постінсультних пацієнтів

Спеціальність 227 Терапія та реабілітація

Галузь знань 22 Охорона здоров'я

Кваліфікаційна робота

на здобуття освітнього ступеня магістра

Науковий керівник

_____ Я.М. Копитіна

канд. наук з фіз. виховання і спорту,
доцент кафедри терапії та реабілітації

« ____ » _____ 2025 року

Виконавець

_____ Д.О. Зима

« ____ » _____ 2025 року

Суми 2025

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	3
ВСТУП... ..	4
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК ХОДЬБИ ПОСТІНСУЛЬТНИХ ПАЦІЄНТІВ ..	8
1.1. Нормальна ходьба людини.....	8
1.2. Патологічна ходьба постінсультних пацієнтів..	12
1.3. Сучасні аспекти формування навичок ходьби в постінсультних пацієнтів: науково-доказова практика.	16
Висновки до розділу 1.	22
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.	25
2.1. Методи дослідження.....	25
2.2. Організація дослідження.	38
Висновки до розділу 2.	42
РОЗДІЛ 3. ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ З ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК ХОДЬБИ В ПОСТІНСУЛЬТНОГО ПАЦІЄНТА	44
3.1. Алгоритм та зміст програмного забезпечення фізичної терапії з формування навичок ходьби в постінсультного пацієнта	44
3.2. Результати дослідження	55
Висновки до розділу 3.	60
ВИСНОВКИ.....	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	64

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

МКФ – Міжнародна класифікація функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров'я

MAS – Manual Muscle Testing

BBS – Berg Balance Scale

10MWT – 10 Meter Walk Test

6MWT – 6-Minute Walk Test

FAC – Functional Ambulation Classification

FIM – Functional Independence Measure

ВСТУП

Актуальність дослідження. Інсульт є однією з провідних причин інвалідності та смертності в усьому світі. За даними ВООЗ, щорічно реєструється понад 12 мільйонів нових випадків інсульту, з яких близько 75 % пацієнтів після перенесеного інсульту потребують тривалої реабілітації [1]. В Україні захворюваність на інсульт становить 290-300 випадків на 100 тисяч населення щорічно, що значно перевищує європейські показники (200-250 на 100 тисяч) [2-3].

У структурі функціональних обмежень, що виникають у постінсультних пацієнтів, ключове місце посідає порушення ходьби, яке суттєво знижує рівень незалежності, обмежує побутову активність, соціальну участь та якість життя в цілому [4-5].

Порушення навички ходьби після інсульту є багатофакторним розладом, що включає м'язову слабкість, спастичність, порушення рівноваги, координації, моторного контролю та сенсорного зворотного зв'язку [6]. Відновлення цієї навички є складним реабілітаційним завданням, яке потребує цілеспрямованого функціонального тренування, індивідуального підходу, системного моніторингу прогресу та активного залучення пацієнта.

Сучасна фізична терапія пропонує ефективні методи відновлення ходи, які ґрунтуються на принципах нейропластичності, багаторазового повторення та мотиваційного зворотного зв'язку [7-8]. Водночас в умовах клінічної практики все ще існує потреба у структурованих, науково обґрунтованих алгоритмах ведення пацієнтів, які адаптовані до їх функціонального рівня та контексту життя [9]. Зокрема, у вітчизняному реабілітаційному просторі недостатньо представлено практичних моделей ведення пацієнтів, що поєднують компоненти біопсихосоціального підходу, клінічне мислення та міжнародну систему класифікації функціонування (МКФ) [10-11].

Актуальність дослідження зумовлена також потребою у ранньому відновленні навички ходьби у підгострому періоді інсульту, коли пластичні ресурси нервової системи є найбільш активними, а реабілітаційний потенціал – найвищим [12]. У цей період особливо важливим є індивідуалізований підхід до побудови програми фізичної терапії, яка б ураховувала не лише моторні характеристики пацієнта, а й когнітивний рівень, мотивацію, можливості середовища та підтримку з боку родини [13].

Враховуючи вищенаведене, дослідження, присвячене формуванню навички ходьби у постінсультного пацієнта шляхом реалізації структурованої програми фізичної терапії, є актуальним з точки зору сучасної клінічної практики, потреб системи охорони здоров'я, а також інтеграції доказових реабілітаційних технологій у щоденну роботу фахівців.

Мета дослідження: розробити, впровадити та оцінити ефективність програми фізичної терапії, спрямованої на формування навичок ходьби у постінсультного пацієнта з урахуванням принципів нейрореабілітації та компонентів МКФ.

Завдання дослідження

1. Проаналізувати науково-теоретичні засади та сучасні підходи до формування навичок ходьби в постінсультних пацієнтів.
2. Обґрунтувати методи дослідження та оцінки функціонального стану пацієнта відповідно до доменів МКФ.
3. Сформувати алгоритм та зміст програми фізичної терапії з відновлення ходьби на основі клінічного випадку.
4. Оцінити ефективність впровадженої програми за допомогою валідованих шкал і тестів.
5. Сформулювати практичні рекомендації щодо продовження терапії у домашніх умовах.

Об'єкт дослідження – фізична терапія пацієнтів у підгострому періоді після перенесеного ішемічного інсульту.

Предмет дослідження – програма фізичної терапії з формування навички ходьби у постінсультного пацієнта та її вплив на рівень мобільності, спастичності, сили м'язів, рівноваги й функціональної незалежності.

Методи дослідження:

- теоретичні: аналіз, систематизація, узагальнення наукових джерел, нормативних документів та клінічних рекомендацій;
- емпіричні: спостереження, аналіз клінічного випадку;
- клініко-функціональні методи: Modified Ashworth Scale (MAS), Manual Muscle Testing (MMT), Berg Balance Scale (BBS), 6-Minute Walk Test (6MWT), 10 Meter Walk Test (10MWT), Functional Ambulation Classification (FAC), (FIM);
- математичні: порівняльний аналіз кількісних результатів функціонального обстеження.

Наукова новизна та теоретичне значення. На основі системного аналізу функціонального стану постінсультного пацієнта з використанням МКФ було сформовано структурований алгоритм фізичної терапії з акцентом на формування навички ходьби, що включає поетапне дозування навантаження, вправи на баланс, функціональну мобільність та самостійність у побутовому середовищі. Теоретично обґрунтовано доцільність застосування комплексної моделі оцінювання, яка поєднує моторні, когнітивні та середовищні чинники відновлення мобільності.

Практичне значення. Розроблена програма фізичної терапії може бути використана як модель для планування індивідуалізованих втручань у клінічній практиці реабілітації. Представлений алгоритм адаптований до потреб постінсультних пацієнтів із порушеною ходою та відповідає сучасним реабілітаційним стандартам, включаючи положення МКФ. Практичні рекомендації щодо домашньої програми сприяють забезпеченню безперервності терапевтичного процесу після виписки зі стаціонару.

Апробація результатів роботи відбулася шляхом участі та оприлюднення результатів дослідження на II Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми фізичної терапії та ерготерапії: теорія і практика» (Суми, 29-30 травня 2025 року).

Публікації. Зима Д.О. Втручання для відновлення ходьби в постінсультних пацієнтів. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми фізичної терапії та ерготерапії: теорія і практика». Суми, 29-30 травня 2025 року.

Зима Д.О. Тренування балансу під час ходьби в постінсультних пацієнтів. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми фізичної терапії та ерготерапії: теорія і практика». Суми, 29-30 травня 2025 року.

Структура та обсяг магістерської роботи. Дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 63 сторінки. У тексті вміщено 1 рисунок, 17 таблиць. У списку використано 68 джерел.

РОЗДІЛ 1

НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК ХОДЬБИ В ПОСТІНСУЛЬТНИХ ПАЦІЄНТІВ

Метою даного розділу є комплексний аналіз науково-теоретичних основ формування навичок ходьби у постінсультних пацієнтів, включаючи вивчення нормальної біомеханіки ходьби, особливостей патологічної ходьби після інсульту та сучасних науково-обґрунтованих підходів до реабілітації локомоторної функції.

1.1. Нормальна ходьба людини

Біомеханічні основи нормальної ходьби

Ходьба людини являє собою складний циклічний рух, який забезпечує ефективне пересування тіла у просторі з мінімальними енергетичними витратами [13].

Нормальна ходьба характеризується ритмічністю, симетричністю та стабільністю, що досягається завдяки координованій взаємодії нервової, м'язово-скелетної та сенсорної систем організму [14].

Цикл ходьби або крокового циклу визначається як період від моменту контакту однієї ноги з поверхнею до наступного контакту тієї ж ноги з опорою [15]. Традиційно цикл ходьби поділяється на дві основні фази: фазу опори (stance phase) та фазу переносу (swing phase). Фаза опори становить приблизно 60% від загального циклу ходьби та включає період, коли стопа знаходиться в контакті з поверхнею [16]. Фаза переносу займає близько 40% циклу та характеризується відсутністю контакту стопи з опорою [17].

Детальний аналіз фази опори виділяє п'ять субфаз: початковий контакт (initial contact), період навантаження (loading response), середня опора (midstance), кінцева опора (terminal stance) та передня фаза відштовхування (preswing) [17-18]. Кожна з цих субфаз має специфічні біомеханічні характеристики та функціональні завдання. Початковий контакт забезпечує

амортизацію удару та стабілізацію кінцівки, період навантаження сприяє прийняттю ваги тіла, середня опора забезпечує просування тіла вперед, кінцева опора готує кінцівку до відштовхування, а передня фаза відштовхування ініціює перенесення ваги на протилежну кінцівку [19-20].

Фаза переносу також поділяється на три субфази: початкова фаза переносу (initial swing), середня фаза переносу (midswing) та кінцева фаза переносу (terminal swing) [20]. Початкова фаза переносу характеризується відривом стопи від опори та згинанням у кульшовому і колінному суглобах, середня фаза забезпечує просування кінцівки вперед, а кінцева фаза підготовлює кінцівку до наступного контакту з опорою [21].

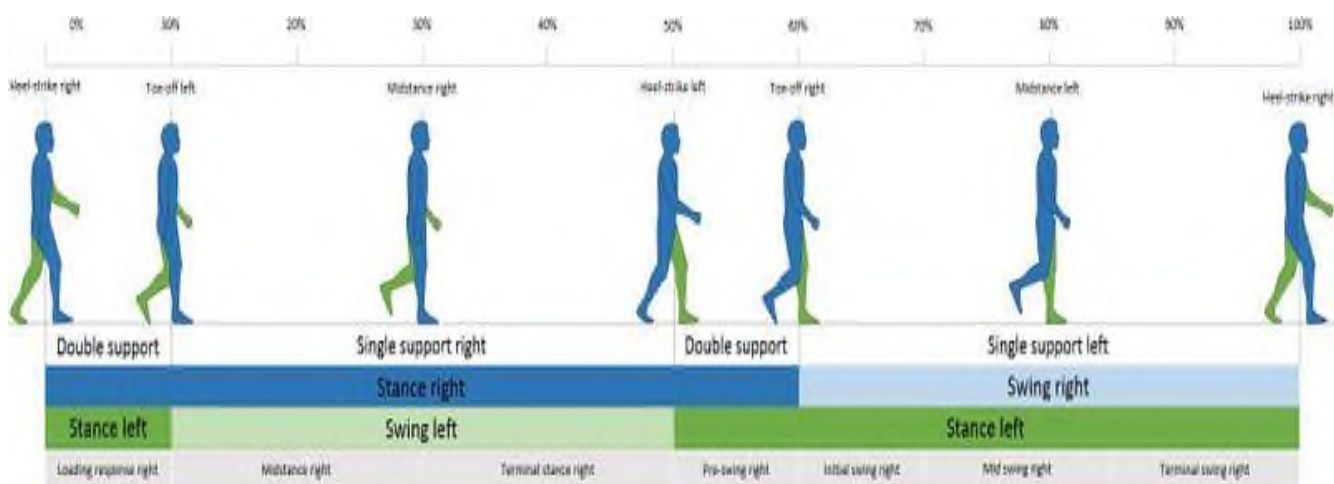


Рис. 1.1. Фази циклу ходьби людини

Кінематичні характеристики нормальної ходьби

Кінематичний аналіз ходьби включає вивчення просторових та часових параметрів руху без урахування сил, що їх викликають [20]. Основними просторово-часовими параметрами ходьби є швидкість, довжина кроку, частота кроків, ширина кроку та час фаз циклу ходьби [21].

Середня швидкість комфортної ходьби у здорових дорослих становить 1,2-1,4 м/с, з індивідуальними варіаціями залежно від віку, статі, антропометричних показників та фізичної підготовки [22]. Довжина кроку у нормі коливається від 0,6 до 0,8 м, а частота кроків – від 100 до 120 кроків на

хвилину. Ширина кроку, що відображає латеральну стабільність ходьби, зазвичай не перевищує 5-10 см [23].

Кутові переміщення в суглобах нижніх кінцівок під час ходьби мають характерні паттерни. У кульшовому суглобі спостерігається згинання до 30° під час фази переносу та розгинання до $10-15^\circ$ у кінці фази опори [20]. Колінний суглоб демонструє більш складний паттерн з двома піками згинання: перший до $15-20^\circ$ під час періоду навантаження для амортизації, другий до $60-65^\circ$ під час фази переносу для забезпечення кліренсу стопи [23].

Рухи в гомілковостопному суглобі включають дорсальне згинання до $10-15^\circ$ під час середньої опори та плантарне згинання до $15-20^\circ$ під час відштовхування [24]. Ці рухи забезпечують ефективне перекачування крові венозними судинами гомілки та оптимізацію енергетичних витрат під час ходьби [23].

Кінетичні аспекти нормальної ходьби

Кінетичний аналіз ходьби вивчає сили та моменти, що діють у суглобах під час локомоції. Основними компонентами кінетичного аналізу є реакції опори, моменти сил у суглобах та потужність м'язових груп [24].

Реакції опори представлені трьома компонентами: вертикальною, передньо-задньою та медіо-латеральною силами [25]. Вертикальна складова реакції опори має характерний двогорбий профіль з першим піком $110-120\%$ ваги тіла під час періоду навантаження та другим піком $110-115\%$ під час відштовхування [24]. Передньо-задня складова демонструє гальмівну фазу на початку опори та прискорюючу фазу наприкінці, що забезпечує контроль швидкості та просування тіла вперед [25].

Моменти сил у суглобах відображають активність м'язових груп та їх роль у підтримці стабільності і генерації руху. У кульшовому суглобі домінують розгиначі (сідничні м'язи) під час періоду навантаження та згиначі (клубово-стегновий м'яз) під час фази переносу [20]. Колінний суглоб характеризується активністю розгиначів (чотириголовий м'яз стегна)

для контролю згинання під час навантаження та згиначів (двоголовий м'яз стегна) для забезпечення згинання у фазі переносу [20].

Нейрофізіологічні механізми контролю ходьби

Контроль ходьби здійснюється складною ієрархічною системою, що включає спінальні, стовбурові, підкіркові та кіркові рівні нервової системи [24]. Основою автоматичного контролю ритмічних рухів ходьби є спінальні генератори паттернів (central pattern generators, CPGs), розташовані у поперековому відділі спинного мозку [23].

Спінальні генератори паттернів являють собою нейронні мережі, здатні генерувати ритмічну активність навіть за відсутності сенсорної інформації від периферії. Ці мережі забезпечують базовий ритм ходьби та координацію між м'язами-агоністами та антагоністами. Модуляція активності CPGs здійснюється через низхідні шляхи від вищих центрів нервової системи та аферентну інформацію від периферичних рецепторів. Стовбурові центри, зокрема локомоторна ділянка мостомозкового відділу (mesencephalic locomotor region) та ретикулярна формація, відіграють ключову роль в ініціації та модуляції ходьби.. Ці структури отримують команди від кіркових центрів та трансформують їх у сигнали, що активують спінальні генератори паттернів [22].

Мозочок забезпечує координацію рухів, підтримку рівноваги та адаптацію паттернів ходьби до змін зовнішнього середовища [20]. Базальні ганглії беруть участь у плануванні та ініціації ходьби, а також у підтримці постральної стабільності.

Кіркові центри, включаючи первинну та додаткову моторні зони, премоторну та тім'яну кору, забезпечують довільний контроль ходьби, планування траєкторії руху та адаптацію до складних умов навколишнього середовища. Взаємодія між цими рівнями нервової системи забезпечує ефективність, адаптивність та стабільність локомоції.

Енергетичні аспекти нормальної ходьби

Енергетична ефективність є однією з ключових характеристик нормальної ходьби людини. Енергетичні витрати під час ходьби визначаються швидкістю пересування, біомеханічними характеристиками та індивідуальними особливостями організму.

Оптимальна швидкість ходьби, при якій енергетичні витрати на одиницю відстані є мінімальними, становить приблизно 1,2-1,4 м/с для більшості здорових дорослих. При цій швидкості кисневе споживання становить близько 12-15 мл/кг/хв, що відповідає 3-4 метаболічним еквівалентам (METs) [23].

Механізми енергозбереження під час ходьби включають маятниковоподібні коливання кінцівок, пружні властивості м'язово-сухожильних комплексів та координовані переміщення центру мас тіла. Важливу роль відіграє феномен «інвертованого маятника», при якому потенційна та кінетична енергія тіла циклічно перетворюються одна в одну, зменшуючи загальні енергетичні витрати.

Ефективність ходьби також залежить від координації між сегментами тіла та оптимального розподілу зусиль між різними м'язовими групами. Порушення будь-якого з цих механізмів призводить до підвищення енергетичних витрат та зниження ефективності локомоції.

1.2. Патологічна ходьба постінсультних пацієнтів

Інсульт призводить до ушкодження центральних структур нервової системи, що контролюють локомоторну функцію, внаслідок чого виникають характерні порушення ходьби. Патофізіологічні механізми цих порушень включають пряме ушкодження моторних шляхів, порушення сенсорної інтеграції, зміни м'язового тону та розвиток компенсаторних стратегій.

Ушкодження пірамідного шляху, що часто спостерігається при інсультах з ураженням внутрішньої капсули або кіркових моторних зон, призводить до розвитку геміпарезу – ослаблення м'язової сили на одній

стороні тіла. Геміпарез характеризується селективною слабкістю окремих м'язових груп, зниженням швидкості та точності довільних рухів, а також порушенням дрібної моторики [26].

Спастичність – один з найпоширеніших наслідків ураження верхнього мотонейрона після інсульту, що спостерігається у 65-78% пацієнтів. Спастичність характеризується швидко-залежним підвищенням м'язового тону, підвищеними сухожильними рефлексами та наявністю патологічних рефлексів. У контексті ходьби спастичність найчастіше вражає м'язи-згиначі верхньої кінцівки та розгиначі нижньої кінцівки, що призводить до формування типових патологічних паттернів руху [27].

Порушення постурального контролю та рівноваги є ще одним важливим фактором, що впливає на якість ходьби постінсультних пацієнтів. Ці порушення можуть бути обумовлені ушкодженням мозочкових структур, вестибулярних ядер, тім'яної кори або порушенням інтеграції сенсорної інформації. Клінічно це проявляється латералізацією центру мас, асиметрією розподілу ваги тіла та підвищеним ризиком падінь [28].

Патологічна ходьба постінсультних пацієнтів характеризується рядом типових відхилень від нормальних біомеханічних паттернів. Найпоширенішими є геміплегічна ходьба, ходьба з обмеженням, спастична ходьба та атаксична ходьба [29].

Геміплегічна ходьба характеризується асиметрією між ураженою та здоровою кінцівками. Типовими ознаками є циркумдукція ураженої ноги для компенсації недостатнього згинання у кульшовому та колінному суглобах, волочіння стопи через слабкість тильних згиначів стопи, та укорочення фази опори на ураженій стороні [30-31].

Спастична ходьба проявляється підвищеною активністю м'язів-розгиначів нижньої кінцівки, що призводить до «ножиць» – перехресного положення ніг під час ходьби. Також характерним є еквіноварусне

положення стопи внаслідок спастичності литкового м'яза та інверторів стопи [32].

Порушення координації можуть проявлятися атаксичною ходьбою з розширенням бази опори, нерегулярністю кроків та порушенням стабільності. Такі порушення частіше спостерігаються при ураженні мозочкових структур або їх зв'язків [33].

Біомеханічний аналіз ходьби постінсультних пацієнтів виявляє характерні відхилення у просторово-часових, кінематичних та кінетичних параметрах. Зниження швидкості ходьби є одним з найбільш постійних проявів, при цьому швидкість може зменшуватися від 0,2 до 0,8 м/с порівняно з нормальними значеннями [34].

Просторово-часові параметри характеризуються асиметрією між кроками здорової та ураженої кінцівок. Час фази опори на ураженій стороні зазвичай скорочений, а на здоровій – подовжений. Довжина кроку ураженої кінцівки зменшена через обмеження амплітуди рухів у суглобах, тоді як крок здорової ноги може бути збільшений як компенсаторний механізм [34].

Кінематичні відхилення включають обмеження рухів у суглобах ураженої кінцівки. У кульшовому суглобі часто спостерігається зменшення амплітуди розгинання та згинання, що призводить до компенсаторного підйому тазу (hip hiking) та циркумдукції. Колінний суглоб може демонструвати як недостатнє згинання під час фази переносу (stiff knee gait), так і надмірне згинання через слабкість розгиначів [35].

Порушення у гомілковостопному суглобі включають обмеження дорсального згинання (foot drop) та патологічні паттерни плантарного згинання. Ці відхилення призводять до порушення кліренсу стопи та необхідності використання компенсаторних стратегій для уникнення чіплення стопи за поверхню [36].

Патологічна ходьба постінсультних пацієнтів характеризується значним підвищенням енергетичних витрат порівняно з нормальною

локомоцією. Енергетичні витрати можуть зростати у 1,5-3 рази навіть при зниженій швидкості ходьби [37].

Основними причинами підвищених енергетичних витрат є порушення координації м'язових скорочень, використання компенсаторних стратегій руху, спастичність та ко-контракція м'язів-антагоністів. Асиметрична ходьба також сприяє підвищенню енергетичних витрат через порушення ефективних механізмів енергозбереження. Фізіологічний індекс витрат (physiological cost index) – показник, що відображає підвищення частоти серцевих скорочень на одиницю швидкості ходьби, у постінсультних пацієнтів може перевищувати нормальні значення у 2-4 рази. Це призводить до швидкої втоми, обмеження дистанції ходьби та зниження функціональної незалежності [37].

Порушення ходьби після інсульту мають глибокий вплив на функціональну незалежність та якість життя пацієнтів. Швидкість ходьби є одним з найбільш важливих предикторів функціонального стану – пацієнти зі швидкістю ходьби менше 0,4 м/с вважаються залежними у повсякденній діяльності [38].

Обмеження мобільності призводять до вторинних ускладнень, включаючи м'язову атрофію, остеопороз, тромбоемболічні ускладнення та депресивні розлади [39-40]. Страх падіння, який спостерігається у 40-65% постінсультних пацієнтів, додатково обмежує їх активність та соціальну участь. Економічні наслідки порушень ходьби є значними як для пацієнтів, так і для системи охорони здоров'я. Пацієнти з тяжкими порушеннями ходьби потребують постійного догляду, використання допоміжних засобів та адаптації житлового середовища.

1.3. Сучасні аспекти формування навичок ходьби в постінсультних пацієнтів: науково-доказова практика

Сучасні підходи до формування навичок ходьби у постінсультних пацієнтів базуються на принципах нейропластичності – здатності нервової системи до структурних та функціональних змін у відповідь на досвід та навчання. Нейропластичність включає синаптичну пластичність, нейрогенез, аксональний спрутинг та реорганізацію кіркових карт [41].

Принцип специфічності тренування полягає у тому, що відновлення функції найкраще досягається через повторну практику саме тієї активності, яку необхідно відновити. Для ходьби це означає, що найефективнішими є тренування, що включають реальні локомоторні активності або їх близькі аналоги [42].

Принцип інтенсивності передбачає, що нейропластичні зміни залежать від кількості та інтенсивності тренувань. Дослідження показують, що мінімальна ефективна доза становить 3-5 сесій на тиждень тривалістю не менше 30-45 хвилин кожна протягом 6-12 тижнів. Принцип прогресивності вимагає поступового ускладнення завдань по мірі покращення функції. Це може включати збільшення швидкості ходьби, подовження дистанції, ускладнення умов тренування або зменшення зовнішньої підтримки [43].

Традиційні підходи до відновлення ходьби включають широкий спектр методів фізичної терапії, спрямованих на покращення сили, гнучкості, координації та функціональної мобільності [44].

Силові тренування направлені на подолання м'язової слабкості, що є одним з основних факторів порушення ходьби. Систематичні огляди показують, що силові тренування безпечні та ефективні для постінсультних пацієнтів, сприяючи покращенню швидкості ходьби та функціональної мобільності. Оптимальні протоколи включають тренування з інтенсивністю 60-80% від максимального зусилля, 2-3 сети по 8-15 повторень, 2-3 рази на тиждень. Тренування рівноваги та координації спрямовані на покращення

постурального контролю та зниження ризику падінь. Ефективними методами є тренування на нестабільних поверхнях, вправи з подвійними завданнями та функціональні активності з різним рівнем складності [45].

Розтягування та мобілізація суглобів використовуються для подолання спастичності та контрактур. Хоча ефективність пасивного розтягування для довготривалого зменшення спастичності обмежена, воно може бути корисним як частина комплексної програми реабілітації [46-47].

Функціональне тренування включає практику повсякденних активностей, пов'язаних з ходьбою, таких як вставання зі стільця, підйом сходами, перешкоди. Такий підхід дозволяє інтегрувати відновлені рухові навички у практичну діяльність [48].

Тренування ходьби на бігових доріжках з підтримкою ваги тіла (body weight-supported treadmill training, BWSTT) є одним з найбільш досліджених методів відновлення локомоторної функції після інсульту. Метод базується на концепції використання спінальних генераторів паттернів та принципах специфічного тренування ходьби [49].

BWSTT передбачає часткове розвантаження ваги тіла пацієнта (зазвичай на 20-40%) за допомогою спеціальної підвісної системи під час ходьби на бігові доріжці. Це дозволяє пацієнтам з тяжкими порушеннями ходьби практикувати локомоторні рухи з самого раннього етапу реабілітації.

Систематичні огляди та мета-аналізи демонструють помірну ефективність BWSTT у покращенні швидкості ходьби, дистанції ходьби та функціональної мобільності порівняно з традиційною фізичною терапією. Ефект розміру (effect size) для швидкості ходьби становить 0,35-0,45, що відповідає клінічно значущому покращенню. Оптимальні параметри BWSTT включають тривалість сесій 20-30 хвилин, частоту 3-5 разів на тиждень протягом 6-12 тижнів. Швидкість бігової доріжки поступово збільшується від 0,1-0,5 м/с до максимально можливої для пацієнта, а відсоток розвантаження поступово зменшується по мірі покращення функції [50].

Роботизовані системи тренування ходьби представляють інноваційний підхід до реабілітації локомоторної функції, що поєднує принципи BWSTT з автоматизованим управлінням рухами кінцівок. Найпоширенішими системами є Lokomat, Gait Trainer, ReoAmbulator та інші. Lokomat – найбільш досліджена роботизована система, що включає екзоскелет для нижніх кінцівок, бігову доріжку та систему розвантаження ваги тіла. Система забезпечує фізіологічні паттерни ходьби та дозволяє точно контролювати параметри тренування [51-52].

Переваги роботизованого тренування включають можливість проведення інтенсивних та тривалих сесій тренування навіть у пацієнтів з тяжкими порушеннями, стандартизацію паттернів руху та зменшення фізичного навантаження на терапевтів. Сучасні системи оснащені біологічним зворотним зв'язком та елементами віртуальної реальності для підвищення мотивації пацієнтів. Проте, результати клінічних досліджень роботизованого тренування є суперечливими. Кілька великих рандомізованих контрольованих досліджень не показали переваг роботизованого тренування над традиційними методами у відновленні здатності до самостійної ходьби. Мета-аналізи вказують на те, що роботизоване тренування може бути більш ефективним для пацієнтів з тяжкими порушеннями, які не здатні до самостійної ходьби [53-54].

Функціональна електростимуляція (ФЕС) використовується для активації паралізованих або ослаблених м'язів за допомогою електричних імпульсів, синхронізованих з фазами ходьби. Найчастіше ФЕС застосовується для корекції «звисаючої стопи» (foot drop) шляхом стимуляції великогомілкового нерва під час фази переносу [55].

Систематичні огляди показують, що ФЕС ефективна у покращенні швидкості ходьби, дорсального згинання стопи та функціональної мобільності. Сучасні системи ФЕС включають багатоканальні стимулятори, що дозволяють координовану активацію кількох м'язових груп. Імплантовані

системи ФЕС забезпечують більш стабільну стимуляцію та кращу функціональність порівняно з поверхневими електродами [56].

Технології віртуальної реальності (VR) та біологічного зворотного зв'язку стають все більш популярними у реабілітації ходьби. Ці методи дозволяють створювати мотивуючі та інтерактивні середовища для тренування, а також надавати пацієнтам інформацію про якість їх рухів у реальному часі. VR-системи для тренування ходьби включають імерсивні віртуальні середовища, інтерактивні ігри та симуляції реальних ситуацій. Пацієнти можуть практикувати ходьбу у віртуальних парках, по віртуальних вулицях або долати віртуальні перешкоди, що підвищує мотивацію та залученість до тренувань. Біологічний зворотний зв'язок забезпечує інформацію про кінематичні, кінетичні або електроміографічні параметри ходьби у вигляді візуальних, слухових або тактильних сигналів. Це допомагає пацієнтам усвідомлювати та коригувати патологічні паттерни руху [57].

Мета-аналізи показують помірну ефективність VR та біологічного зворотного зв'язку у покращенні параметрів ходьби та балансу. Ефект може бути більш вираженим при поєднанні цих технологій з традиційними методами реабілітації [57].

Фармакологічне лікування спрямоване на корекцію спастичності, покращення м'язової сили та оптимізацію нейропластичних процесів. Основними групами препаратів є міорелаксанти, ботулінічний токсин та препарати, що впливають на нейротрансмісію.

Ботулінічний токсин типу А є препаратом першої лінії для лікування фокальної спастичності нижніх кінцівок. Ін'єкції ботулотоксину у спастичні м'язи (литковий м'яз, задня група м'язів стегна) можуть покращити паттерни ходьби та полегшити проведення фізичної терапії [58-60].

Системні міорелаксанти (баклофен, тизанідин) можуть використовуватися при генералізованій спастичності, проте їх ефективність

обмежена побічними ефектами. Інtrateкальний баклофен через імплантовану помпу може бути ефективним у пацієнтів з тяжкою спастичністю [60].

Дослідження препаратів, що сприяють нейропластичності (леводопа, амфетаміни, інгібітори зворотного захоплення серотоніну), показують змішані результати. Необхідні подальші дослідження для встановлення їх ролі у реабілітації ходьби [60].

Ортопедичні засоби відіграють важливу роль у компенсації порушень ходьби та забезпеченні безпеки пацієнтів. Найпоширенішими є гомілковостопні ортези (ankle-foot orthoses, AFOs), що використовуються для корекції звисаючої стопи та забезпечення стабільності гомілковостопного суглоба [61].

Сучасні AFOs виготовляються з легких матеріалів (вуглецеве волокно, термопластик) та можуть мати різну жорсткість залежно від потреб пацієнта. Динамічні AFOs з шарнірами дозволяють контрольоване плантарне згинання, зберігаючи можливість дорсального згинання [61].

Допоміжні засоби для ходьби включають тростини, милиці, ходунки та інші пристрої. Правильний підбір та навчання використанню цих засобів є важливою частиною реабілітаційного процесу.

Сучасні технологічні рішення включають розумні ортези з сенсорами та актуаторами, що можуть адаптуватися до умов ходьби у реальному часі. Екзоскелети для нижніх кінцівок також розвиваються як потенційні засоби для покращення мобільності [61].

Когнітивні підходи до реабілітації ходьби базуються на принципах моторного навчання та включають стратегії, спрямовані на покращення планування руху, уваги та виконавчих функцій. Ці методи особливо важливі для пацієнтів з когнітивними порушеннями після інсульту [20].

Тренування з подвійними завданнями (dual-task training) включає одночасне виконання локомоторних та когнітивних завдань. Це відповідає

реальним умовам повсякденного життя, де ходьба часто поєднується з іншими активностями [20].

Ментальна практика (motor imagery) передбачає уявне виконання рухів без їх фактичної реалізації. Дослідження показують, що ментальна практика може сприяти покращенню моторних навичок та активації відповідних кіркових зон. Стратегії зовнішнього фокусу уваги, такі як концентрація на ефектах руху замість на самому русі, можуть покращувати ефективність моторного навчання. Візуальні та слухові сигнали (ритмічна музика, метроном) також можуть сприяти покращенню параметрів ходьби [20].

Сучасна реабілітація ходьби після інсульту все частіше базується на комплексних, мультидисциплінарних підходах, що поєднують різні методи та залучають команду спеціалістів. Такий підхід дозволяє адресувати множинні аспекти порушень ходьби та індивідуалізувати лікування. [20].

Мультидисциплінарна команда зазвичай включає фізичних терапевтів, ерготерапевтів, логопедів, психологів, лікарів та соціальних працівників. Координація між спеціалістами забезпечує цілісний підхід до реабілітації та запобігає дублюванню зусиль. Індивідуалізація програм реабілітації базується на комплексній оцінці функціонального стану, когнітивних здібностей, мотивації пацієнта та його цілей. Використання стандартизованих шкал оцінки та інструментального аналізу ходьби дозволяє об'єктивно моніторувати прогрес [20].

Поетапність реабілітації передбачає послідовний перехід від базових навичок (сидіння, стояння) до складних локомоторних активностей (ходьба по сходах, подолання перешкод). Кожен етап має специфічні цілі та критерії переходу до наступного рівня [20].

Розвиток телемедицини технологій відкриває нові можливості для проведення реабілітації ходьби у домашніх умовах. Телереабілітація особливо актуальна для пацієнтів з обмеженим доступом до спеціалізованих центрів [20].

Системи телереабілітації включають носильні сенсори для моніторингу ходьби, мобільні додатки з програмами вправ та платформи для віддаленого консультування. Ці технології дозволяють терапевтам моніторувати активність пацієнтів та корегувати програми реабілітації дистанційно [20].

Домашні програми тренування ходьби можуть включати структуровані вправи, використання простих тренажерів (степери, велотренажери) та функціональні активності. Важливою є освіта пацієнтів та їх родин щодо безпечного виконання вправ та розпізнавання ознак ускладнень [20].

Дослідження ефективності телереабілітації показують обнадійливі результати, проте необхідні подальші дослідження для встановлення оптимальних протоколів та визначення груп пацієнтів, які найбільше виграють від таких підходів.

Розвиток нових технологій відкриває перспективні напрямки для покращення реабілітації ходьби після інсульту. Штучний інтелект та машинне навчання можуть використовуватися для персоналізації програм реабілітації та прогнозування результатів терапії.

Інтерфейси мозок-комп'ютер (brain-computer interfaces) дозволяють контролювати допоміжні пристрої або стимуляційні системи за допомогою сигналів мозку. Ці технології можуть бути особливо корисними для пацієнтів з тяжкими руховими порушеннями [20].

Регенеративна медицина, включаючи клітинну терапію та тканинну інженерію, може надати нові можливості для відновлення пошкоджених нервових структур. Проте, ці підходи все ще знаходяться на стадії експериментальних досліджень.

Висновки до розділу 1

Комплексний аналіз науково-теоретичних аспектів формування навичок ходьби у постінсультних пацієнтів дозволяє зробити наступні висновки.

Нормальна ходьба людини є складним циклічним рухом, що контролюється ієрархічною системою нервової регуляції від спінальних генераторів паттернів до кіркових центрів. Біомеханічні характеристики нормальної ходьби включають специфічні просторово-часові, кінематичні та кінетичні параметри, що забезпечують ефективне та енергозберігаюче пересування з швидкістю 1,2-1,4 м/с при енергетичних витратах 12-15 мл/кг/хв.

Патологічна ходьба постінсультних пацієнтів характеризується множинними відхиленнями від нормальних паттернів, включаючи зниження швидкості до 0,2-0,8 м/с, асиметрію параметрів кроку, обмеження амплітуди рухів у суглобах та підвищення енергетичних витрат у 1,5-3 рази. Основними патофізіологічними механізмами є геміпарез (у 70-80% пацієнтів), спастичність (у 65-78% пацієнтів) та порушення постурального контролю.

Функціональні наслідки порушень ходьби мають глибокий вплив на незалежність пацієнтів – лише 60-65% пацієнтів здатні до самостійного пересування через 6 місяців після інсульту, а швидкість ходьби менше 0,4 м/с асоціюється з залежністю у повсякденній діяльності.

Сучасні науково-обґрунтовані підходи до формування навичок ходьби базуються на принципах нейропластичності, специфічності, інтенсивності та прогресивності тренування. Ефективними методами є тренування на бігових доріжках з підтримкою ваги тіла, роботизовані системи (особливо для пацієнтів з тяжкими порушеннями), функціональна електростимуляція та технології віртуальної реальності.

Мультидисциплінарний підхід є золотим стандартом реабілітації ходьби, що включає координацію зусиль фізичних терапевтів, лікарів, психологів та інших спеціалістів. Індивідуалізація програм реабілітації на основі комплексної оцінки функціонального стану та цілей пацієнта є ключовою для досягнення оптимальних результатів.

Перспективні напрямки включають розвиток телереабілітації, використання штучного інтелекту для персоналізації лікування, інтерфейси мозок-комп'ютер та неінвазивну стимуляцію мозку. Ці технології можуть значно розширити можливості реабілітації та покращити доступність спеціалізованої допомоги.

Отримані дані свідчать про необхідність систематичного впровадження науково-обґрунтованих методів формування навичок ходьби у клінічну практику реабілітації постінсультних пацієнтів, що потребує відповідної підготовки фахівців, матеріально-технічного забезпечення та організаційних змін у системі надання реабілітаційних послуг.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Методи дослідження

У дослідженні використано комплекс методів, спрямованих на оцінку формування навичок ходьби в пацієнтів після інсульту. Вибір методів обґрунтовано з урахуванням Міжнародної класифікації функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров'я (МКФ), яка забезпечує цілісний підхід до оцінки стану пацієнта через домени: функції організму (b), структури тіла (s), активність (d), участь (p) та фактори середовища (e) (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Зв'язок методів дослідження з доменами МКФ

Метод	Домен МКФ	Код МКФ	Короткий опис
Клінічний огляд	Функції організму	b710, b735	М'язовий тонус, контроль рухів
MAS	Функції організму	b735	Спастичність м'язів
MMT	Функції організму	b730	М'язова сила
BBS	Активність	d415, b755	Баланс і стабільність
10MWT	Активність	d450	Швидкість ходьби
6MWT	Активність	d450 b455	Толерантність до навантаження
FAC	Активність / Участь	d4602	Рівень амбулаторної незалежності
FIM (ходьба)	Участь	d450	Самостійність у пересуванні
Інтерв'ю	Участь, середовище	p920 / e150	Соціальна участь, фактори підтримки

Для комплексної оцінки стану пацієнта після інсульту використовувалися стандартизовані клінічні, інструментальні та функціональні методи дослідження. Методи обрано відповідно до біопсихосоціальної моделі МКФ, що дозволяє оцінити функції організму, активність, участь та фактори середовища.

Клінічне неврологічне обстеження

МКФ-домен: b710, b735

Опис: Проводиться оцінка загального неврологічного статусу: тонус м'язів, наявність рефлексів, парезів, координації, чутливості. Це дозволяє виявити початкові порушення, що впливають на ходу.

Modified Ashworth Scale (MAS)

МКФ-домен: b7350 (М'язовий тонус)

Для об'єктивізації рівня спастичності застосовувалась модифікована шкала Ашворта (Modified Ashworth Scale - MAS). Під час тестування пацієнта укладали в положення, що дозволяло повністю розслабити оцінювану кінцівку. Оцінюваний сегмент виводили у пасивний рух з максимально можливою швидкістю, після чого оцінювали ступінь опору м'яза.

Умови проведення

- Положення пацієнта: у розслабленому стані (лежачи на спині або животі залежно від м'яза);
- Стан пацієнта: стабільний, у стані спокою (не після активних вправ);
- Температура приміщення: нейтральна, щоб уникнути посилення тонуру через холод;
- Кінцівка тестується пасивно, без активної участі пацієнта;
- Рух виконується з постійною швидкістю (неповільно, але без ривків), щоб викликати тонічний опір, властивий спастичності.

М'язові групи нижніх кінцівок, що тестуються:

- Згиначі стегна (m. iliopsoas)
- Розгиначі коліна (m. quadriceps femoris)
- Згиначі коліна (m. hamstrings)
- Підшвові згиначі стопи (m. gastrocnemius, m. soleus)
- Тильні згиначі стопи (m. tibialis anterior)

Методика проведення для основних м'язових груп

М'язи стегна (згиначі / розгиначі)

- Положення пацієнта: лежачи на спині.
- Рух: пасивне згинання/розгинання стегна в кульшовому суглобі.
- Оцінка: відчуття опору під час швидкого руху, особливо на початку або впродовж амплітуди.

Колінний суглоб (розгиначі та згиначі)

- Положення: пацієнт лежить на животі або сидить.
- Рух: пасивне згинання/розгинання коліна.
- Звертається увага на опір, клацання, фіксацію в одному положенні.

Гомілковостопний суглоб (дорсальне і підшовне згинання)

- Положення: пацієнт лежить на спині, стопа в нейтральному положенні.
- Рух: швидке тильне або підшовне згинання стопи.
- Особлива увага: до реакції триголового м'яза гомілки (*m. triceps surae*), який часто демонструє помітну спастичність при ходьбі.

Суть методу: Оцінка ступеня спастичності м'язів шляхом пасивного розтягнення уражених м'язів.

Шкала:

- 0 – Відсутність підвищення тону.
- 1 – Незначне підвищення тону в кінці амплітуди.
- 1+ – Незначне підвищення в менш ніж половині амплітуди.
- 2 – Виражене підвищення тону у більшій частині амплітуди.
- 3 – Значне підвищення, пасивний рух утруднений.
- 4 – Рух неможливий.

Клінічне значення:

- Значення MAS ≥ 2 свідчить про наявність клінічно значущої спастичності, яка потребує цілеспрямованого втручання.

- Асиметрія показників між сторонами дозволяє оцінити ступінь функціонального порушення у пацієнтів з геміпарезом.
- MAS є надійною шкалою для моніторингу ефективності реабілітації, медикаментозної або ботулінічної терапії.

Значення: MAS дозволяє кількісно оцінити спастичність, що критично впливає на навички ходьби та рівновагу.

Мануально-м'язове тестування (Manual Muscle Testing, MMT)

МКФ-домен: b730 (Сила м'язів)

Оцінка сили м'язів проводилася за допомогою мануально-м'язового тестування (Manual Muscle Testing – MMT). Метод передбачає суб'єктивну оцінку сили основних м'язових груп нижніх кінцівок (чотириглавий м'яз стегна, сідничні м'язи, литкові м'язи) у стандартних тестових положеннях. Пацієнта просять виконати активний рух у повному обсязі проти сили тяжіння, після чого терапевт застосовує опір.

ММТ має особливу цінність у пацієнтів після інсульту, оскільки дозволяє виявити периферичну слабкість, асиметрію сили, а також стратегії компенсації, характерні для односторонніх уражень.

Загальні умови проведення тестування

Позиція пацієнта: пацієнт має бути у зручному положенні (залежно від м'язової групи), бажано на стабільній поверхні (кушетка, масажний стіл).

Стан пацієнта: слід враховувати втомлюваність, когнітивний стан і рівень спастичності.

Сторона тіла: тестування проводиться для обох нижніх кінцівок з метою порівняння.

Інструкція пацієнту: «Я попрошу вас виконати певний рух. Якщо зможете – повторіть його, а потім я спробую чинити опір, а ви намагайтесь втримати рух».

Методика тестування основних м'язових груп нижніх кінцівок

Згиначі стегна (m. iliopsoas):

- Положення пацієнта: сидючи, коліна зігнуті під 90°.
- Рух: згинання стегна (підйом стегна вгору).
- Опір: терапевт чинить опір на передній поверхні стегна.
- Примітка: при слабкості можуть бути залучені компенсаторні рухи (нахил тулуба назад).

Розгиначі стегна (*m. gluteus maximus*):

- Положення: лежачи на животі, нога випрямлена.
- Рух: розгинання стегна (нога піднімається вгору).
- Опір: прикладається на задній поверхні стегна.
- Примітка: важливо зафіксувати таз, щоб уникнути компенсації попереком.

Відвідні м'язи стегна (*m. gluteus medius, minimus*):

- Положення: лежачи на боці (здоровою ногою донизу), нижня нога зігнута для стабільності.
- Рух: відведення стегна (підйом ноги вбік).
- Опір: на латеральну поверхню стегна.
- Примітка: компенсація може проявлятися у вигляді нахилу таза.

Розгиначі коліна (*m. quadriceps femoris*):

- Положення: сидючи, нога зігнута в коліні під 90°.
- Рух: розгинання коліна.
- Опір: на передню поверхню гомілки (дистальніше коліна).
- Примітка: обов'язково зафіксувати стегно.

Згиначі коліна (*m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus*):

- Положення: лежачи на животі, коліно зігнуте на 90°.
- Рух: згинання коліна.
- Опір: на задню поверхню гомілки.
- Примітка: можливі компенсації шляхом зовнішньої ротації стегна.

Тильні згиначі стопи (m. tibialis anterior):

- Положення: сидючи або лежачи.
- Рух: тильне згинання стопи (підняття стопи вгору).
- Опір: на тильну частину стопи.
- Примітка: часто спостерігається слабкість → ризик падаючої стопи.

Підошовві згиначі (m. gastrocnemius, m. soleus):

- Положення: стоячи або лежачи на животі.
- Рух: підошвове згинання (випрямлення стопи).
- Опір: прикладається до передньої частини стопи.
- Альтернатива: кількість підйомів на носки у положенні стоячи - 5 підйомів = сила 5 балів.

Суть методу: Суб'єктивна оцінка сили м'язів за 6-бальною шкалою Кенделла.

Шкала ММТ:

- 0 – Відсутність скорочення.
- 1 – Видиме/відчутне скорочення, без руху.
- 2 – Повний рух без гравітації.
- 3 – Повний рух проти гравітації.
- 4 – Повний рух проти помірного опору.
- 5 – Повний рух проти значного опору (норма).

Ціль: Дозволяє оцінити силу основних м'язових груп нижніх кінцівок (сідничні, стегнові, литкові), що беруть участь у ходьбі.

Berg Balance Scale (BBS)

МКФ-домен: b755 (Контроль постави), d415 (Положення тіла)

Для оцінки статичної та динамічної рівноваги використовувалась шкала Berg Balance Scale (BBS), яка охоплює 14 функціональних завдань: від підтримання положення сидючи та стоячи до виконання динамічних тестів, таких як поворот, перенесення ваги, підйом предметів з підлоги. Кожне

завдання оцінюється від 0 до 4 балів залежно від здатності пацієнта виконати його без допомоги. Загальна кількість балів (максимум 56) дозволяє оцінити ризик падіння та рівень функціонального балансу.

Суть методу: складається з 14 завдань для оцінки здатності підтримувати рівновагу в сидячому, стоячому положенні, під час переходів (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Шкала Berg Balance Scale

	Завдання
1	Зміна положення: вставання з положення сидячи
2	Стояння не тримаючись
3	Сидіння без підтримки спини
4	Зміна положення: сісти з положення стоячи
4	Переміщення (з ліжка на крісло)
6	Стояння із заплющеними очима
7	Стояння зі стуленими стопами
8	Нахилитися і потягнутися вперед прямою рукою в положенні стоячи
9	Піднімання предмета з підлоги з положення стоячи
10	Обертання назад (у положенні стоячи озирнутися через ліве і праве плече)
11	Обертання на місці на 360°
12	Стояння з одною ногою, поставленою на сходинку
13	Стояння зі стопами на одній лінії одна за одною
14	Стояння на одній нозі
	Разом (0-56 балів)

Оцінка: 0–4 бали за кожен елемент, максимальна кількість — 56 балів.

Інтерпретація:

41–56 – незалежність;

21–40 – потребує допомоги;

0–20 – високий ризик падіння.

Перевага: Один із найнадійніших тестів для оцінки функціонального балансу в реабілітації після інсульту [67].

Тест «10 метрів ходьби» (10 Meter Walk Test, 10MWT)

МКФ-домени: d450 (Переміщення пішки)

Швидкість ходьби пацієнта оцінювалася за допомогою тесту 10-метрової ходьби (10 Meter Walk Test – 0MWT). Пацієнт проходив відстань 10 метрів по рівній поверхні у своєму звичному темпі. Час фіксувався для центральних 6 метрів, виключаючи початок і завершення руху. Тест повторювався тричі, а за результат приймалося середнє значення швидкості (м/с).

Суть методу: Оцінка швидкості ходьби пацієнта на відстань 10 метрів. Результат розраховується як середня швидкість у м/с.

Норма: > 0,8 м/с – незалежність у пересуванні;

< 0,4 м/с – обмежене пересування в межах дому.

Перевага: Швидкий та валідний метод для оцінки ефективності втручань.

Тест «6-хвилинної ходьби» (6-Minute Walk Test, 6MWT)

МКФ-домени: d450 (Ходьба); b455 (Толерантність до фізичних навантажень); b460 (Відчуття навантаження (шкала Борга)).

Для оцінки витривалості застосовувався тест 6-хвилинної ходьби (6-Minute Walk Test – 6MWT). Пацієнту пропонувалося пройти максимальну дистанцію протягом 6 хвилин по рівному коридору довжиною щонайменше 20 м. Під час виконання тесту дозволялося зупинятись і відпочивати при необхідності. До початку тесту вимірювався артеріальний тиск, частота серцевих скорочень і сатурація.

Суть: вимірюється дистанція, яку пацієнт здатен пройти протягом 6 хвилин на рівній поверхні.

Ціль: визначення витривалості та толерантності до фізичного навантаження.

Методика проведення

Підготовка:

1. Пацієнт має перебувати у стабільному стані (відсутність симптомів ішемії, вираженої задишки, тахікардії).
2. Перед тестом проводиться базове обстеження:
 - вимірювання артеріального тиску,
 - пульсу,
 - сатурації SpO₂,
 - реєстрація початкового самопочуття за шкалою Борга (інтенсивність навантаження).

Умови:

- Довжина коридору: не менше 20–30 метрів (прямолінійна траєкторія);
- Поверхня: рівна, тверда, без перешкод;
- Маркування кожні 3 або 5 метрів;
- Допускається використання ортезів або допоміжних засобів (наприклад, тростини).

Інструкція пацієнту:

«Ви будете ходити вперед-назад цим коридором протягом шести хвилин. Нам потрібно дізнатися, яку відстань ви зможете пройти. Ви можете йти у зручному для себе темпі, зупинятись та відпочивати за потреби, але годинник не зупинятиметься».

Проведення:

- ✓ Секундомір запускається одночасно з початком ходьби.
- ✓ Асистент контролює час і надає короткі нейтральні підказки («Вам залишилося 4 хвилини»).
- ✓ Якщо пацієнт зупиняється – фіксується тривалість паузи.
- ✓ Після завершення 6 хвилин пацієнт зупиняється на місці, і вимірюється пройдена відстань у метрах.
- ✓ Повторно вимірюються пульс, тиск, сатурація та рівень навантаження за шкалою Борга.

Інтерпретація результатів:

Норма для здорових осіб (віком 50–70 років): 400–700 м.

Пацієнти після інсульту: середній показник ~180–350 м.

Зміна понад 50 м після реабілітаційного втручання вважається клінічно значущою [68].

Шкала суб'єктивного сприйняття навантаження Борга

Для оцінки рівня зусиль, які відчуває пацієнт під час виконання тесту, застосовується шкала Борга CR10 або 6–20 (найчастіше CR10 у реабілітації після інсульту) (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Borg CR10 (Modified Borg Scale)

Бал	Сприйняття навантаження
0	Відсутність зусиль
1	Дуже легке
2	Легке
3	Помірне
4	Трохи важке
5	Важке
7	Дуже важке
10	Максимальне зусилля

Інструкція пацієнту: «Оцініть, наскільки важким для вас був рівень зусиль під час тесту. 0 — зовсім легко, 10 — найважче, що ви коли-небудь відчували».

Пацієнт оцінює своє навантаження до та після тесту, що дозволяє краще інтерпретувати фізіологічну реакцію організму на фізичне навантаження.

Клінічне значення інтеграції з Боргом:

- Поєднання 6MWT + Борг дозволяє не лише визначити об'єктивну витривалість, а й суб'єктивну переносимість навантаження.
- Це важливо для індивідуалізації реабілітаційної програми, особливо в осіб із підвищеним серцево-судинним ризиком.

Норма для осіб після інсульту: 200–350 м залежно від віку та функціонального стану [68].

Шкала функціональної амбулаторної класифікації (Functional Ambulation Classification, FAC)

МКФ-домен: d4602, d465 (Ходьба в приміщеннях / поза ними)

Суть: Оцінка ступеня допомоги, необхідної пацієнту для самостійної ходьби (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Опис рівнів шкали FAC

Рівень	Опис
0 – Неамбулаторний	Пацієнт не може самостійно пересуватися або потребує повної фізичної підтримки з обох боків.
1 – Амбулаторний з максимальною підтримкою	Потребує постійної фізичної підтримки з одного боку від іншої особи для підтримки рівноваги чи координації.
2 – Амбулаторний з мінімальною підтримкою	Потребує лише періодичного фізичного супроводу або допомоги з боку терапевта.
3 – Амбулаторний під наглядом	Не потребує фізичної допомоги, але вимагає нагляду з міркувань безпеки (наприклад, ризик втрати рівноваги).
4 – Незалежний на рівній поверхні	Самостійно ходить по рівній поверхні, але не може безпечно пересуватись у складніших умовах (наприклад, сходи, нерівності).
5 – Повністю незалежний амбулаторний	Пацієнт самостійно ходить по будь-яких поверхнях, у тому числі сходами, без допомоги чи нагляду.

Функціональна незалежність (Functional Independence Measure, FIM – розділ «ходьба»)

МКФ-домен: d450, d465

Functional Independence Measure (FIM) – це стандартизована інструментальна шкала, яка використовується для кількісної оцінки рівня функціональної незалежності пацієнта в повсякденному житті. FIM охоплює основні сфери діяльності, що забезпечують самостійність особи, зокрема самообслуговування, пересування, соціальну інтеграцію, комунікацію та когніцію.

У пацієнтів із наслідками інсульту розділ «ходьба» є ключовим компонентом для оцінки рівня мобільності та потреби у допомозі під час пересування, що напряду пов'язано з якістю життя, участю та поверненням до побутової та соціальної активності.

Суть: Визначає рівень незалежності у повсякденних діях, включно з мобільністю та ходьбою.

Оцінка: 1 – повна залежність; 7 – повна незалежність (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Шкала оцінки за 7-бальною системою

Бал	Рівень допомоги	Критерії
7 – Повна незалежність	Без допомоги	Самостійно ходить ≥ 150 футів, без допоміжних засобів, без ризику падіння
6 – Модифікована незалежність	Без фізичної допомоги	Самостійно, але використовує допоміжні засоби (тростина, ортез) або більше часу
5 – Нагляд (супервізія)	Вербальна підтримка, нагляд	Ходить ≥ 150 футів, але потребує нагляду, страхування або інструкцій
4 – Мінімальна допомога	Потрібна фізична допомога $<25\%$ зусилля	Пацієнт виконує $\geq 75\%$ ходьби самостійно
3 – Помірна допомога	25–49% зусилля терапевта	Пацієнт виконує 50–74% сам
2 – Максимальна допомога	50–74% зусилля виконує терапевт	Пацієнт здатен долати <150 футів
1 – Повна залежність	$\geq 75\%$ зусилля виконує терапевт або <50 футів	Пацієнт не здатен без суттєвої допомоги або проходить лише коротку дистанцію

Інтерпретація: Зміни на 1–2 бали можуть вказувати на клінічно значуще покращення.

Структура FIM

Шкала включає 18 пунктів, з яких 13 – моторні функції, а 5 – когнітивні. Серед моторних підшкал розділ «Пересування» включає:

- ходьбу/використання інвалідного візка,
- сходження по сходах.

Методика оцінювання «Ходьба» в FIM. Оцінка проводиться клінічним фахівцем на основі прямого спостереження за пацієнтом під час його пересування на рівній поверхні не менш ніж на 45 м (150 футів), з урахуванням типу допомоги, що надається, або використання допоміжних засобів.

Методика проведення:

1. Пацієнту пропонують пересуватись по рівній поверхні у звичних умовах (коридор, палата).
2. Фіксується:
 - чи потребує пацієнт підтримки (фізичної чи вербальної),
 - тип допоміжного засобу (якщо використовується),
 - пройдена дистанція (≥ 150 футів / приблизно 45 метрів),
 - необхідний час, безпечність, втома.
3. Рівень оцінюється згідно з таблицею вище, враховуючи найнижчий рівень, необхідний протягом доби.

Клінічне значення для постінсультного пацієнта

- Зміна на 1 бал у підшкалі «ходьба» вважається клінічно значущою.
- Бал 6 або вище свідчить про високий рівень самостійності в пересуванні.

- Пацієнти з балами ≤ 3 потребують постійного нагляду та допомоги, що обмежує участь у соціальній активності та самообслуговуванні.

Обмеження

- Не враховує якість виконання (наприклад, асиметрію, компенсаторні стратегії);
- Не оцінює толерантність до навантаження (на відміну від 6MWT);
- Вимагає досвіду для коректної інтерпретації межових значень.

2.2. Організація дослідження

Експериментальне дослідження було проведено на базі відділення реабілітації КНП «Центральна міська клінічна лікарня» Сумської міської ради з вересня 2024 року по березень 2025 року. Дослідження організовано у форматі одиничного клінічного випадку (case study), що дозволяє глибоко та динамічно вивчити особливості формування навичок ходьби у пацієнта після перенесеного ішемічного інсульту з урахуванням біопсихосоціальних факторів за моделлю МКФ.

У дослідженні взяв участь пацієнт, який відповідав наступним критеріям включення:

Критерії включення:

- вік 58 років;
- діагноз: ішемічний інсульт у правій півкулі головного мозку (каротидний басейн), лівобічний геміпарез;
- період після інсульту: підгострий (4 тижні від моменту інсульту);
- здатність до комунікації та співпраці;
- спастичність нижніх кінцівок за MAS не більше 2 балів.

Критерії виключення:

- повторні інсульти в анамнезі;

- когнітивні порушення (MMSE < 24);-
- декомпенсовані соматичні захворювання;
- виражені порушення зору або вестибулярної системи.

Усі дані про пацієнта знеособлені відповідно до етичних принципів проведення клінічних досліджень. На першому етапі проводилося всебічне первинне обстеження відповідно до доменів МКФ із використанням методів, описаних у підрозділі 2.1.

Опис мобільності пацієнта (за МКФ). Пацієнт 58 років, 4 тижні після перенесеного ішемічного інсульту у правій півкулі головного мозку, із клінічно встановленим лівобічним геміпарезом.

На момент первинного обстеження пацієнт:

- самотійно сидить на ліжку з опущеними ногами;
- здатен стояти біля опори з вербальними інструкціями та страхуванням;
- не здатен до самотійної ходьби навіть у межах палати;
- при спробі стояти без опори відмічається нестабільність тулуба, виражене перенесення ваги на здорову сторону;
- переміщення з ліжка на стілець виконується з фізичною допомогою терапевта (приблизно 50–60% участі пацієнта);
- показники сили м'язів нижньої кінцівки на ураженому боці — помірно знижені (3 бали за ММТ);
- тонічна спастичність литкового м'яза – 2 бали за MAS, що обмежує динамічну опору на уражену ногу (табл. 2.6).

Мобільність за МКФ:

- d410 – змінювання положення тіла – виконується з допомогою;
- d415 – підтримання положення тіла – частково самотійно у сидінні, з опорою у стоячому положенні;
- d450 – ходьба – не реалізується;
- d460 – пересування в приміщенні – потребує фізичної допомоги;

b735 – м'язовий тонус – підвищений з одного боку;

b755 – контроль постави – нестабільний, асиметричний.

Таблиця 2.6

Результати первинного обстеження пацієнта за методами дослідження

Метод оцінювання	Домен МКФ	Результат	Інтерпретація
MAS (литковий м'яз, ліворуч)	b7350	2 бали	Виражена спастичність
MMT (чотириголовий м'яз, ліворуч)	b730	3 бали	Повний рух проти гравітації, без опору
Berg Balance Scale (BBS)	b755, d415	26 балів	Баланс з ризиком падіння
10MWT	d450	Не виконувався	Пацієнт ще не ходить
6MWT	d450 b455	Не виконувався	Недостатній рівень ходьби для проведення
FAC	d4602, d465	1 бал	Амбулаторний з максимальною підтримкою
FIM – ходьба	d450, d460	2 бали	Максимальна фізична допомога при ходьбі

Фізична терапія тривала 21 день, з частотою 5 занять на тиждень, по 45–60 хвилин кожне.

Фактори контексту за МКФ. Особистісні фактори пацієнта представлено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Особистісні фактори

Категорія	Характеристика
Вік	55 років
Освіта	Вища
Ставлення до реабілітації	Мотивація висока, співпрацює
Психоемоційний стан	Легка тривожність, іноді фрустрація через залежність
Когнітивний рівень	Збережений, MMSE > 27
Фізична активність до інсульту	Помірна, робота сидяча
Професійна діяльність	Тимчасово непрацездатний

Фактори контексту за МКФ. Фактори пацієнта представлено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Фактори середовища

Категорія	Характеристика
Сімейна підтримка	Висока, дружина супроводжує у лікарні
Архітектурне середовище	Умови лікарні адаптовані, в домашніх умовах є бар'єри (пороги, вузькі двері)
Допоміжні засоби	Тростина рекомендована, ще не використовується
Медичний супровід	Регулярна фізична терапія, мультидисциплінарна команда
Економічні можливості	Середні, готовність придбати ортопедичні засоби
Інформаційна доступність	Має доступ до цифрових ресурсів, розуміє інструкції

Поетапна організація дослідницької роботи передбачала реалізацію трьох етапів: підготовчо-теоретичного, експериментального та аналітичного (табл. 2.9).

Таблиця 2.9

Підготовчо-теоретичний етап (вересень-січень 2024)

Етап	Зміст роботи
I. Підготовчо-теоретичний етап	
1.1	Вибір теми дипломної роботи
1.2	Формулювання мети, завдань, гіпотези, об'єкта, предмета дослідження
1.3	Аналіз літератури, наукових джерел (PubMed, WHO, Scopus)
1.4	Опрацювання структури та змісту I та II розділів
1.5	Складання програми дослідження, підбір методів та шкал оцінки (МКФ, MAS, MMT, FIM тощо)

Експериментальний етап (січень – травень 2024)

2.1. Підбір пацієнта для клінічного випадку (встановлення контактів, узгодження з лікарнею).

2.2. Проведення первинного обстеження за шкалами (MAS, MMT, FAC, BBS, FIM тощо).

2.3. Реалізація фізичної терапії за індивідуальною програмою.

2.4. Повторне обстеження, фіксація результатів.

2.5. Аналіз ефективності втручання, порівняння показників.

Аналітичний та оформлювальний етап (травень 2024-квітень 2025)

3.1. Опрацювання та оформлення результатів (Розділ 3).

3.2. Написання висновків та практичних рекомендацій.

3.3. Коригування та редагування розділів 1–3.

Висновки до розділу 2

У другому розділі було обґрунтовано методичні підходи та організацію дослідження, спрямованого на формування навичок ходьби у постінсультного пацієнта на основі сучасних принципів фізичної терапії та Міжнародної класифікації функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров'я (МКФ).

Визначено комплекс клініко-функціональних методів дослідження, що дозволяє всебічно оцінити стан пацієнта відповідно до доменів МКФ. До обстеження включено шкали та тести, які мають високу надійність та валідність, зокрема: Modified Ashworth Scale (MAS) для оцінки спастичності, Manual Muscle Testing (MMT) для оцінки сили м'язів, Berg Balance Scale (BBS) для оцінки рівноваги, Functional Ambulation Classification (FAC) для визначення рівня амбулаторної самостійності, Functional Independence Measure (FIM) – розділ «ходьба», а також інструментальні тести мобільності (10MWT, 6MWT).

Організація дослідження побудована за принципом клінічного випадку, що дозволило на практиці оцінити ефективність індивідуалізованої програми фізичної терапії в умовах стаціонару. Проведено первинне функціональне обстеження, описано рівень мобільності пацієнта, встановлено початкові

обмеження активності та участі. Здійснено контекстуалізацію функціонального стану з урахуванням особистісних факторів (вік, мотивація, когніція) та факторів середовища (сімейна підтримка, архітектурні бар'єри, доступ до ресурсів).

Таким чином, на основі отриманих даних було створено підґрунтя для розробки, впровадження та подальшого аналізу програми фізичної терапії, спрямованої на відновлення функціональної ходьби, що буде представлено у наступному розділі.

РОЗДІЛ 3

ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ З ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК ХОДЬБИ В ПОСТІНСУЛЬТНОГО ПАЦІЄНТА

3.1. Алгоритм та зміст програмного забезпечення фізичної терапії з формування навичок ходьби в постінсультного пацієнта

Фізична терапія у пацієнтів після інсульту базується на поєднанні доказової практики, принципів нейропластичності, функціонального підходу та індивідуалізації втручань. Складання програми відновлення ходьби потребує системного врахування не лише рухових порушень, а й особистісних і контекстуальних чинників, відповідно до біопсихосоціальної моделі МКФ.

Принцип ранньої активізації. Чим раніше розпочато фізичну терапію після стабілізації стану, тим вища ймовірність сприятливого функціонального відновлення. У пацієнта нашого клінічного випадку реабілітація почалась у підгострий період (4 тижні після інсульту), що є оптимальним вікном для активації нейропластичних процесів.

Принцип індивідуалізації. Врахування індивідуальних особливостей пацієнта – клінічного статусу, мотивації, когнітивного стану, рівня участі – є визначальним для ефективного планування терапії. Програма була адаптована до конкретного функціонального рівня пацієнта (збережена здатність сидіти і стояти з підтримкою, але відсутність самостійної ходьби).

Принцип багаторазового повторення (інтенсивності). Регулярне, цілеспрямоване повторення рухових дій сприяє закріпленню моторних навичок. Тренування ходьби має бути частим (щодня), з включенням множинних повторень кроків, переступань, перенесень ваги, що і було реалізовано в програмі.

Принцип цілеспрямованості (task-specific training). Формування навички ходьби вимагає використання функціональних, конкретних завдань,

які відтворюють побутові умови – пересування в кімнаті, повороти, подолання перешкод, підйом на сходи. Саме такий підхід лежав в основі тренувального процесу на 2–3 тижні реабілітації.

Принцип активної участі пацієнта. Пацієнт повинен бути не пасивним об'єктом втручання, а активним учасником процесу. Це досягається через пояснення мети кожної вправи, залучення до самоконтролю (наприклад, за шкалою Борга), візуальний фідбек (використання дзеркал) і мотиваційне підкріплення.

Принцип прогресивного навантаження. Інтенсивність вправ має поступово зростати у відповідь на покращення стану. Навантаження змінюється за параметрами: тривалість, складність, швидкість, амплітуда руху, а також за відчуттям пацієнта (оцінюється за шкалою Борга, цільовий діапазон – 2–4 бали).

Принцип контролю та безпеки. Особливо важливим є постійний контроль положення тіла, рівноваги та стійкості для запобігання падінням. Усі вправи виконувались у контрольованому середовищі (під наглядом терапевта), з використанням опор (бруси, тростина, ручна підтримка).

Принцип стимуляції сенсомоторного зворотного зв'язку. Вправи супроводжувались зоровим, тактильним та вербальним фідбеком. Це сприяло поліпшенню сприйняття власного тіла в просторі (пропріоцепції), а також формуванню цілеспрямованої моторної відповіді.

Принцип багатоплощинності рухів. Тренування проводилось не лише в сагітальній площині (ходьба вперед), але й у фронтальній (перенесення ваги з боку на бік) і горизонтальній (повороти, зміна напрямку), що відповідає реальним умовам пересування.

Принцип комплексності. Фізична терапія інтегрувалась із загальнозміцнювальними, дихальними та когнітивно-орієнтованими вправами, що враховувало загальний стан пацієнта, його емоційний фон, когнітивні здібності та особистісні фактори.

Застосування наведених принципів дозволило побудувати ефективну, безпечну та доказову програму фізичної терапії, адаптовану до клінічної ситуації, функціонального рівня пацієнта та сучасних стандартів нейрореабілітації.

Програма фізичної терапії була розроблена відповідно до функціонального рівня пацієнта з урахуванням положень Міжнародної класифікації функціонування (МКФ), клінічної картини (лівобічний геміпарез, спастичність 2 бали за MAS), актуальних рекомендацій нейрореабілітації (task-specific gait training) та принципів моторного навчання.

Формування навичок ходьби у постінсультного пацієнта вимагає багатокомпонентного підходу, який охоплює:

- нормалізацію м'язового тону;
- розвиток постурального контролю;
- відновлення стереотипу ходьби;
- сенсомоторне тренування;
- корекцію асиметрії;
- зменшення залежності від сторонньої допомоги.

Алгоритм фізичної терапії

Алгоритм фізичної терапії передбачає покрокову реалізацію п'яти взаємопов'язаних етапів, спрямованих на відновлення функціональної мобільності з прогресивним ускладненням умов (табл. 3.1).

Зміст програми фізичної терапії

Програма включає цілеспрямовану роботу на трьох рівнях: фізичному (відновлення руху), когнітивному (розуміння руху) та функціональному (виконання завдань у середовищі).

Таблиця 3.1

Алгоритм фізичної терапії

Етап	Тривалість	Ціль	Приклади втручань	Домен МКФ
1. Підготовчий	Дні 1–3	Активація тулуба, контроль положення	Вправи в ліжку, в положенні сидячи, мобілізація тазу	d410, b755
2. Постуральний контроль	Дні 4–7	Стійке положення стоячи, перенесення ваги	Статичне стояння біля опори, кроки на місці, баланс	d415, d4104
3. Початкова ходьба	Дні 8–14	Відпрацювання шаблону ходи	Ходьба в брусах, крокування з маркуванням, перенесення ваги з боку на бік	d450, d4602
4. Функціональна ходьба	Дні 15–20	Перенесення навички у побутові умови	Ходьба з тростиною, обхід перешкод, повороти	d465, d570
5. Самостійна активність	День 21	Узагальнення, підтримка	Ходьба по кімнаті, навчання технік безпечного пересування	d450, e310

Підготовчий період (1–3 день)

Мета: зменшити патологічний тонус, покращити контроль тулуба, адаптувати до вертикального положення.

Втручання:

- Вправи на активацію тазових стабілізаторів у положенні лежачи.
- Вправи з опорою на руки в положенні сидячи.
- Перехід у положення сидячи, тренування рівноваги під час сидіння.
- Пасивні та активізуючі рухи у кульшових і колінних суглобах.
- Дихальні вправи (покращення оксигенації та витривалості).

Етап постурального контролю (4–7 день)

Мета: стабілізувати стоячі позиції, забезпечити контроль центру ваги.

Втручання:

- Стояння з підтримкою терапевта або біля брусів.
- Перенесення ваги на уражену ногу з ручним супроводом.
- Вправи на баланс у фронтальній та сагітальній площинах.
- Використання дзеркала для зорового контролю положення тіла.
- Тренування підключення стопи (пресинг пальців, вправи з рушником).

Початкова ходьба (8–14 день)

Мета: формування крокового патерну, стимуляція автоматизму рухів.

Втручання:

- Ходьба в паралельних брусах з підтримкою терапевта.
- Крокування по маркованій поверхні, з візуальними орієнтирами.
- Вправи «постав – утримай – перенеси» у повільному темпі.
- Початок використання тростини з боку здорової ноги.
- Імітація перенесення ноги через перешкоду.

Функціональна ходьба (15–20 день)

Мета: функціоналізація руху, зміна траєкторій, ускладнення умов.

Втручання:

- Ходьба по кімнаті, в коридорі, з обходом об'єктів.
- Повороти на місці (в обидва боки).
- Ходьба зі зміною швидкості, зупинки та початок з місця.
- Початок тренування на сходах (підйом з поручнем).
- Практика пересування в побутовому середовищі (санвузол, ліжка, кухня).

Етап самостійної ходьби (21 день)

Мета: закріпити досягнуті зміни, навчити стратегіям компенсації та безпеки.

Втручання:

- Самостійна ходьба з мінімальною підтримкою.
- Навчання «техніки падіння» та самостійного підйому.
- Навчання родини алгоритмам допомоги.
- Функціональна оцінка результатів за шкалами MAS, MMT, FIM, FAS.

Принципи ведення пацієнта:

- Індивідуалізація втручань: з урахуванням моторного рівня, витривалості та когнітивного стану.
- Багатоканальне навчання: зорове, тактильне та вербальне підкріплення.
- Залучення пацієнта у процес: активне пояснення цілей і зворотний зв'язок.
- Безпека: уникнення перевтоми, страхування при кожному пересуванні.
- Поступове ускладнення завдань – від ізольованих рухів до комплексних дій.

У пацієнтів після інсульту на етапі відновлення ходьби особливо важливо дотримуватися принципів поступовості, адаптивності та індивідуалізації фізичного навантаження. Надмірна інтенсивність вправ може призвести до погіршення нейром'язового контролю, підвищення спастичності та зниження мотивації, тоді як недостатнє навантаження — до відсутності клінічно значущого прогресу.

Одним із найбільш зручних та клінічно валідних інструментів контролю інтенсивності навантаження є модифікована шкала Борга CR10, що дозволяє пацієнту суб'єктивно оцінити рівень зусиль, які він відчуває під час фізичної активності (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Прогресивне дозування навантаження у динаміці

Період	Фізичний стан	Цільовий рівень навантаження (за Боргом)	Приклади вправ
Дні 1–3	Низька толерантність, сидіння – стояння з опорою	1–2 (дуже легке – легке)	Пасивно-активні рухи, стояння біля ліжка, вправи сидячи
Дні 4–7	Початкова стабільність стоячого положення	2–3 (легке – помірне)	Тренування балансу, крокування на місці з опорою
Дні 8–14	Початкова ходьба з підтримкою	3–4 (помірне – трохи важке)	Ходьба в брусах, переступання, маркування кроків
Дні 15–21	Часткова самостійність	4–5 (трохи важке – важке, контрольоване)	Ходьба з тростиною, подолання перешкод, тренування на сходах

Примітка: якщо пацієнт повідомляє про рівень ≥ 5 балів, заняття переривається або змінюється інтенсивність.

У дні 4–7, під час тренування стояння біля опори, пацієнт оцінював навантаження на 2 бали («легке»). У дні 14–15, під час ходьби в паралельних брусах – 3–4 бали («помірне»–«трохи важке»). Це свідчить про поступову адаптацію до навантаження, без надмірного перевантаження.

Тренування балансу

Порушення балансу є одним із ключових функціональних обмежень у пацієнтів після перенесеного інсульту, особливо при наявності геміпарезу. Зниження рівноваги обумовлено комбінацією факторів: асиметрією м'язової активності, порушенням контрольованості тулуба, зміщенням центру ваги, зниженням пропріоцептивної чутливості та страхом падіння. У нашого пацієнта виявлялась значна нестабільність у вертикальному положенні, переважне перенесення ваги на здорову сторону, а також відсутність активної реакції рівноваги на паретичному боці. Усе це обмежувало його

здатність до самостійного стояння й унеможливлювало ініціацію ходьби без сторонньої допомоги.

Тренування балансу було визначено як ключовий компонент програми фізичної терапії, оскільки формування навички ходьби неможливе без відновлення здатності до збереження і корекції положення тіла в просторі. Цей процес здійснювався з урахуванням загальних принципів прогресивності, багатоетапності, безпеки та цілеспрямованості. Реабілітаційна стратегія передбачала поступове просування від статичних до динамічних завдань, від широкої опорної бази до умов зниженої стабільності, із включенням сенсомоторних стимулів і зорового фідбеку.

На ранніх етапах втручання акцент робився на стабілізації положення тіла у сидінні. Пацієнт виконував вправи, що вимагали контролю тулуба без опори руками, перенесення ваги вперед, назад і в сторони, а також дотягування до предметів у різних напрямках. У подальшому, після досягнення стабільності в положенні сидячи, реабілітаційні втручання переходили до роботи в положенні стоячи з опорою. Практикувалися вправи з частковим перенесенням ваги на паретичну ногу, контроль балансу під час рухів голови і тулуба, а також стійкість при зміні положення очей або рук. Зоровий контроль здійснювався через використання дзеркала для корекції положення тіла у фронтальній площині.

Динамічне тренування балансу розпочиналося з крокування на місці біля опори, поступового переступання через невеликі перешкоди, а також рухів у сагітальній та фронтальній площинах у положенні стоячи. У програму було включено вправи з елементами нестабільної поверхні (наприклад, м'яка подушка або баланс-платформа), що стимулювали реакції рівноваги. Під час третього тижня терапії тренування переносилось на динамічні умови – зокрема, пацієнт виконував вправи на зміну напрямку руху, повороти тулуба, зупинки та відновлення ходи. Обов'язковим елементом було включення подвійного когнітивно-рухового навантаження:

пацієнт під час руху виконував прості когнітивні або мовні завдання, що сприяло інтеграції рівноваги у побутові ситуації.

Під час усього періоду тренування баланс контролювався за допомогою шкали Berg Balance Scale (BBS), що дозволяла кількісно оцінити динаміку постурального контролю. Початковий результат у 26 балів свідчив про підвищений ризик падіння та обмежену здатність до самостійного стояння. Після завершення тритижневої програми було досягнуто результату в 39 балів, що відповідало переходу до функціональної незалежності з можливістю стояти і ходити під наглядом або з мінімальною підтримкою.

Таким чином, тренування балансу у структурі фізичної терапії постінсультного пацієнта є не лише передумовою формування навички ходьби, але й базисом для відновлення функціональної незалежності. Системне, послідовне й прогресивне впровадження вправ на стабільність положення тіла дозволяє зменшити залежність від допомоги, підвищити безпеку руху та сприяє інтеграції пацієнта в активне середовище.

Рекомендації пацієнту щодо програми домашніх занять

Після завершення стаціонарного етапу фізичної терапії особливого значення набуває забезпечення безперервності реабілітаційного процесу у домашніх умовах. Домашній етап має на меті підтримання досягнутих функціональних результатів, профілактику регресу рухових функцій, стимуляцію нейропластичних механізмів, а також формування автономії пацієнта в межах побутового середовища.

Подальші втручання повинні бути спрямовані на закріплення навички ходьби, зменшення залежності від зовнішньої підтримки, розвиток постурального контролю, покращення витривалості, а також адаптацію пацієнта до умов повсякденного життя.

Загальні реабілітаційні настанови. Рекомендовано дотримання активного функціонального режиму із щоденним виконанням цілеспрямованих рухових завдань. Обсяг і інтенсивність навантаження

повинні поступово зростати відповідно до функціонального стану пацієнта. Моніторинг навантаження доцільно здійснювати із застосуванням модифікованої шкали Борга (CR10), орієнтуючись на суб'єктивний рівень зусиль у межах 2–4 балів, що вважається безпечним і фізіологічно обґрунтованим рівнем навантаження для осіб із помірними неврологічними порушеннями.

Необхідною умовою є створення безпечного середовища в побуті: усунення бар'єрів (килими, пороги), забезпечення достатнього освітлення, використання поручнів або інших засобів підтримки при потребі. Пацієнту рекомендовано уникати тривалого статичного положення та стимулювати зміну положення тіла щонайменше кожні 1,5–2 години.

Структура індивідуального домашнього заняття

Програма занять у домашніх умовах повинна включати такі компоненти:

- **Вправи у положенні сидячи:** з акцентом на контроль тулуба, перенесення ваги, активацію стабілізаторів тазу, а також піднімання нижніх кінцівок по черзі для стимуляції проксимальних м'язів.
- **Статичне та динамічне стояння:** з поступовим зменшенням зовнішньої опори. Включення вправ на перенесення ваги з ноги на ногу, утримання рівноваги при зміні положення рук та голови, а також використання зорового фідбеку (дзеркало).
- **Функціональна ходьба:** ходьба з тростиною або з наглядом на короткі відстані (від 10 до 50 метрів), поступове збільшення дистанції, зміна траєкторій, повороти, зупинки. Заняття рекомендовано проводити 3–4 рази на день по 5–7 хвилин, із відпочинком за потреби.
- **Побутова активність:** інтеграція рухових завдань у реальні побутові дії (перехід з ліжка на стілець, виконання простих маніпуляцій у побуті – сервірування столу, догляд за квітами, переміщення предметів на рівні пояса).

- Дихальна гімнастика: як компонент завершального етапу заняття для нормалізації вегетативного стану та профілактики втоми. Застосовуються вправи на діафрагмальне дихання, дихання з опором, подовжений видих.

Періодичний контроль ефективності

Рекомендовано повторне функціональне оцінювання стану пацієнта через 4–6 тижнів після початку домашнього етапу з використанням інструментів:

- Berg Balance Scale (BBS);
- Functional Ambulation Classification (FAC);
- Functional Independence Measure (FIM), розділ «ходьба»;
- Шкала Борга (динаміка навантаження та витривалості).

У разі позитивної динаміки – поступове зменшення зовнішньої підтримки; у разі стагнації – перегляд цілей втручання та консультування з мультидисциплінарною командою.

Рекомендації щодо мультидисциплінарної підтримки

Пацієнту рекомендовано:

- продовження занять із фізичним терапевтом в амбулаторному або домашньому форматі не менше 2 разів на тиждень;
- залучення ерготерапевта для адаптації житлового середовища до функціональних можливостей;
- психоемоційна підтримка та/або когнітивне тренування у разі наявності труднощів з мотивацією, увагою, виконавчими функціями;
- навчання родини або доглядальників технікам підтримки, супроводу та безпечного переміщення.

Таким чином, подальший етап реабілітації має на меті не лише збереження досягнутих результатів, але й їх функціоналізацію у реальному житті пацієнта, з поступовим переходом до максимально можливої самостійності та участі в повсякденній активності відповідно до доменів МКФ.

3.2. Результати дослідження

Після проходження 21-денної програми індивідуалізованої фізичної терапії було зафіксовано суттєве покращення мобільності пацієнта. На тлі початкового лівобічного геміпарезу з порушенням здатності до самостійної ходьби, пацієнт досяг функціонального прогресу, що проявляється у збільшенні рівня незалежності, стабільності та моторного контролю.

Пацієнт здатний самостійно сидіти протягом тривалого часу без опори, із збереженням рівноваги при зміні положення тулуба. Стоячі позиції виконуються без сторонньої фізичної допомоги, з використанням односторонньої опори (тростини) або з опорою на меблі у домашньому середовищі. Встановлено, що баланс у положенні стоячи стабілізувався, з'явилася можливість переносити вагу на паретичну ліву ногу без істотного нахилу тулуба вбік. Пацієнт здатен утримувати вертикальне положення більше ніж 1 хвилину без втрати рівноваги, що раніше було неможливо.

Основним функціональним досягненням стало відновлення здатності до самостійної ходьби на короткі дистанції (до 50 метрів) з використанням тростини. Ходьба виконується у повільному темпі, із симетричним кроковим патерном, хоча й з частковими залишковими ознаками м'язової слабкості. Пацієнт демонструє здатність до поворотів, зупинок і старту з місця без втрати рівноваги, що свідчить про стабільний постуральний контроль.

Значно зменшилась спастичність м'язів гомілки на паретичній стороні, що дозволило покращити фазу опори в циклі ходьби. Крім того, зросла сила чотириголового м'яза стегна, що забезпечило кращу стабільність колінного суглоба. Пацієнт став здатним самостійно виконувати побутові переходи: підйом з ліжка, переміщення на стілець, підхід до умивальника. За даними шкали FIM (розділ «ходьба»), зафіксовано перехід від стану максимальної залежності до рівня мінімальної допомоги.

Формування стійкої ходьби супроводжувалося підвищенням впевненості пацієнта в своїх діях, зменшенням страху падіння та поступовою

реінтеграцією у домашню активність. Таким чином, на етапі завершення терапевтичної програми пацієнт досяг функціонального рівня, що дозволяє йому бути частково самостійним у межах приміщення та потребувати лише періодичного нагляду або вербального супроводу при ходьбі в складніших умовах.

Результати аналізу ефективності програми фізичної терапії з формування навичок ходьби постінсультного пацієнта (за клінічним випадком) засвідчили позитивну динаміку досліджуваних показників відповідно обраним методам дослідження.

Зниження спастичності литкового м'яза лівої нижньої кінцівки з 2 до 1 бала свідчить про позитивну відповідь на фізичну терапію, спрямовану на нормалізацію тону (табл. 3.3). Такі зміни мають важливе функціональне значення, оскільки зменшення опору при розтягуванні дозволяє ефективніше переносити вагу тіла на уражену сторону під час стояння та ходьби.

Таблиця 3.3

Динаміка спастичності за шкалою Modified Ashworth Scale (MAS)

Стан м'яза (ліва гомілка, литковий м'яз)	Оцінка до	Оцінка після	Δ
Рівень спастичності	2 бали	1 бал	–1 бал

Зниження рівня м'язового тону свідчить про позитивну відповідь на фізичну терапію та покращення якості опори на паретичну ногу під час стояння і ходьби.

Підвищення сили чотириголового м'яза стегна з 3 до 4 балів демонструє покращення активного контролю в умовах опору (табл. 3.4). Це означає, що пацієнт здатен самостійно підтримувати розгинання колінного суглоба з протидією гравітації та помірному зовнішньому опору, що критично важливо для безпечного стояння та ініціації кроку.

Таблиця 3.4

Динаміка м'язової сили за шкалою Manual Muscle Testing (MMT)

М'язова група	Оцінка до	Оцінка після	Δ
Чотириголовий м'яз стегна (ліва нога)	3 бали	4 бали	+1 бал

Покращення сили дозволило пацієнту ефективніше стабілізувати колінний суглоб у фазі стояння, що є необхідним для ініціації крокового патерну.

Зростання показника на 13 балів (з 26 до 39) за шкалою Berg Balance Scale вказує на значне покращення постуральної стабільності та контролю положення тіла у просторі. (табл. 3.5). Пацієнт демонструє здатність зберігати рівновагу під час базових дій (сидіння, стояння, повороти), що суттєво знижує ризик падіння і дозволяє перейти до ходьби з меншою підтримкою.

Таблиця 3.5

Динаміка рівноваги за шкалою Berg Balance Scale (BBS)

Параметр	Оцінка до	Оцінка після	Δ
Загальний бал	26 балів	39 балів	+13 балів

Приріст більше ніж на 10 балів засвідчує значне покращення постурального контролю, зниження ризику падінь і готовність пацієнта до самостійної ходьби під наглядом.

Перехід з 1 до 3 рівня за шкалою FAS вказує на функціонально значуще покращення амбулаторного статусу (табл. 3.6). Якщо на початку втручання пацієнт потребував максимальної фізичної допомоги під час ходьби, то після 21 дня реабілітації він здатен пересуватися з наглядом або мінімальною підтримкою, що свідчить про формування базової самостійності в пересуванні.

Таблиця 3.6

Динаміка амбулаторної здатності за шкалою Functional Ambulation
Classification (FAC)

Рівень мобільності	Оцінка до	Оцінка після	Δ
FAC	1 бал	3 бали	+2 бали

Пацієнт перейшов від повної залежності до здатності ходити під наглядом, що свідчить про формування базової навички пересування в контрольованому середовищі.

Збільшення показника на 3 бали (з 2 до 5) у підшкалі «ходьба» шкали FIM демонструє суттєве зростання рівня незалежності (табл. 3.7). Пацієнт досяг здатності долати понад 45 метрів у межах приміщення з мінімальною фізичною допомогою або під наглядом, що є важливим клінічним критерієм готовності до переходу в домашні умови та участі в побутовій активності.

Таблиця 3.7

Динаміка функціональної незалежності за шкалою FIM
(розділ «ходьба»)

Показник	Оцінка до	Оцінка після	Δ
FIM – ходьба	2 бали	5 балів	+3 бали

Пацієнт досяг рівня, за якого він може проходити ≥ 45 метрів з мінімальною фізичною допомогою, що є клінічно значущим прогресом у відновленні самостійності.

Результати функціонального обстеження до та після реалізації програми фізичної терапії засвідчили клінічно значущу позитивну динаміку в основних компонентах рухової діяльності пацієнта. Проведене кількісне оцінювання за валідованими інструментами (MAS, MMT, BBS, FAC, FIM) продемонструвало зменшення проявів спастичності, покращення сили м'язів нижніх кінцівок, підвищення рівноваги, зростання рівня амбулаторної самостійності та функціональної незалежності при ходьбі (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Зведені показники ефективності програми фізичної терапії за результатами обстеження пацієнта

Метод оцінювання	Оцінка до	Оцінка після	Δ (динаміка)
Modified Ashworth Scale (MAS)	2 бали	1 бал	–1 бал (↓ спастичність)
Manual Muscle Testing (MMT)	3 бали	4 бали	+1 бал (↑ сила м'язів)
Berg Balance Scale (BBS)	26 балів	39 балів	+13 балів (↑ рівновага)
Functional Ambulation Classification (FAC)	1 бал	3 бали	+2 бали (↑ амбулаторність)
Functional Independence Measure (FIM) – ходьба	2 бали	5 балів	+3 бали (↑ самостійність)

Зокрема, спастичність литкового м'яза за шкалою Modified Ashworth Scale знизилася на 1 бал, що є клінічно значущим показником зменшення м'язового тону. Сила чотириголового м'яза зросла з 3 до 4 балів за шкалою MMT, що вказує на підвищення активної підтримки колінного суглоба під час руху. Показник поструральної стабільності за шкалою Berg Balance Scale зріс на 13 балів, що свідчить про зниження ризику падіння та покращення контролю тіла. Рівень амбулаторної здатності за шкалою FAC підвищився з 1 до 3 балів, що засвідчує перехід від повної залежності до здатності ходити з наглядом. Найбільш показовим є приріст на 3 бали у підшкалі «ходьба» за FIM, що відповідає переходу до мінімального рівня допомоги при пересуванні.

Узагальнені результати експериментального дослідження свідчать про ефективність розробленої індивідуалізованої програми фізичної терапії, орієнтованої на відновлення навички ходьби у постінсультного пацієнта, та

підтверджують доцільність інтеграції багатоетапного функціонального тренування в клінічну практику фізичної терапії.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі було розроблено, впроваджено та проаналізовано алгоритм індивідуалізованої програми фізичної терапії, спрямованої на формування навичок ходьби у постінсультного пацієнта з лівобічним геміпарезом. Програма побудована на основі принципів нейрореабілітації, функціонального тренування, прогресивного навантаження та відновлення постурального контролю. Її структура відповідала послідовності відновлення рухових функцій – від активації тулуба до функціоналізації ходи в умовах побутового середовища.

Алгоритм терапії включав п'ять етапів: підготовчий, постуральний, початкову та функціональну ходьбу, а також фазу самостійної ходьби / стабілізації результатів. У межах кожного етапу реалізовувалися вправи, адаптовані до функціонального стану пацієнта, з орієнтацією на досягнення конкретних цілей у доменах МКФ. Особливу увагу було приділено нормалізації м'язового тону, розвитку балансу, перенесенню ваги на паретичну сторону та формуванню симетричного паттерну ходьби.

Оцінка ефективності втручання здійснювалась із використанням валідованих методик: MAS, MMT, Berg Balance Scale, FAC та FIM (розділ «ходьба»). Результати показали суттєве покращення за всіма показниками: зниження спастичності, зростання сили м'язів, покращення рівноваги, підвищення рівня мобільності та функціональної незалежності. Зокрема, пацієнт перейшов від повної залежності до здатності ходити з мінімальною підтримкою в межах приміщення, що підтверджується зростанням оцінок за FAC (з 1 до 3 балів) та FIM (з 2 до 5 балів).

Таким чином, розроблена індивідуалізована програма фізичної терапії довела свою ефективність у відновленні функціональної ходьби в

постінсультного пацієнта. Комплексний підхід, поетапність, поступове ускладнення завдань та фокус на цілеспрямованому функціональному тренуванні дозволили досягти клінічно значущих результатів у короткий термін. Представлений алгоритм може бути рекомендований для практичного застосування у відновному періоді інсульту з адаптацією до індивідуальних потреб пацієнтів.

ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломної роботи «Формування навичок ходьби в постінсультних пацієнтів» було досягнуто поставлену мету дослідження – розроблено, впроваджено та оцінено ефективність індивідуалізованої програми фізичної терапії з урахуванням клінічних особливостей, функціонального статусу та принципів нейрореабілітації. Узагальнені висновки представлено відповідно до вирішених завдань:

1. У результаті аналізу науково-теоретичних джерел встановлено, що порушення навички ходьби є одним з основних обмежень життєдіяльності після перенесеного інсульту. Формування ходьби вимагає комплексного втручання, що охоплює нормалізацію м'язового тону, розвиток постурального контролю, активацію моторних паттернів та інтеграцію у функціональну активність. Теоретичні підходи до реабілітації базуються на принципах нейропластичності, багаторазового повторення, активної участі пацієнта та міждисциплінарної співпраці.

2. Обґрунтовано систему методів дослідження з урахуванням Міжнародної класифікації функціонування, що включала комплекс клініко-функціональних інструментів: MAS, MMT, BBS, FAC, FIM. Вибір методів дозволив комплексно оцінити домени функціонування, активності, участі, а також контекстуальні чинники, що впливають на мобільність пацієнта.

3. Розроблено та реалізовано поетапний алгоритм фізичної терапії, що включав п'ять послідовних етапів: підготовчий, постурального контролю, початкової ходьби, функціональної ходьби та етап самосійної ходьби / підтримки досягнень. Програма була побудована з урахуванням прогресивного навантаження (шкала Борга), сенсомоторної стимуляції, індивідуального дозування та принципів цілеспрямованого тренування ходи.

4. Проведено клінічне обстеження пацієнта до і після втручання, що дозволило оцінити ефективність програми. Результати свідчать про

позитивну динаміку: зменшення спастичності (MAS), покращення сили нижніх кінцівок (ММТ), збільшення рівноваги (BBS), підвищення амбулаторного рівня (FAC) та функціональної незалежності при ходьбі (FIM). Пацієнт перейшов від повної залежності до часткової самостійності з можливістю ходьби з тростиною.

5. Сформульовано практичні рекомендації для продовження реабілітації в домашніх умовах, що включають вправи на мобільність, динамічний баланс, функціональну активність і дихальну гімнастику. Також запропоновано систему самоконтролю інтенсивності навантаження (шкала Борга) та поради щодо безпеки побутового середовища, що сприяє підтримці досягнутого рівня функціонування.

Таким чином, результати дослідження підтверджують ефективність структурованої програми фізичної терапії у формуванні навички ходьби в постінсультного пацієнта. Представлений алгоритм може бути використаний як орієнтир для практичної роботи фізичних терапевтів у підгострому періоді інсульту, із можливістю адаптації під індивідуальні потреби пацієнтів.

Подальші наукові розвідки повинні бути спрямовані не лише на вдосконалення методик відновлення ходи, а й на інтеграцію функціонального, біопсихосоціального та технологічного підходів у систему реабілітації осіб з наслідками інсульту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. World Health Organization. Global health estimates 2019: disease burden by cause, age, sex, by country and by region, 2000-2019. Geneva: WHO; 2020.
2. Міщенко ТС, Чебуркова МЮ. Епідеміологія цереброваскулярної патології в Україні. Український вісник психоневрології. 2018;26(2):19-24.
3. European Stroke Organisation. European Stroke Action Plan 2018-2030. Eur Stroke J. 2018;3(4):309-336.
4. Kollen BJ, Kwakkel G, Lindeman E. Functional recovery after stroke: a review. Rev Neurol. 2006;162(1):113-125.
5. Preston E, Ada L, Dean CM, et al. What is the probability of patients who are nonambulatory after stroke regaining independent walking? A systematic review. Int J Stroke. 2011;6(6):531-540.
6. Moore, S. A., Boyne, P., Fulk, G., et al. (2022). Walk the Talk: Current Evidence for Walking Recovery After Stroke, Future Pathways and a Mission for Research and Clinical Practice. Stroke, 53(11), 3494–3505. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.122.038956>
7. Selves, C., Stoquart, G., & Lejeune, T. (2020). Gait rehabilitation after stroke: review of the evidence of predictors, clinical outcomes and timing for interventions. Acta neurologica Belgica, 120(4), 783–790. <https://doi.org/10.1007/s13760-020-01320-7>
8. Thompson, E. D., Pohlig, R. T., McCartney, K. M., et al. (2024). Increasing Activity After Stroke: A Randomized Controlled Trial of High-Intensity Walking and Step Activity Intervention. Stroke, 55(1), 5–13.
9. Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. Lancet Neurol. 2009;8(8):741-754.
10. Hombali, A., Mahmood, A., Gandhi, D. B. C., et al. (2023). Clinical Practice Guidelines (CPGs) for stroke rehabilitation from Low- and Middle-

Income Countries (LMICs): Protocol for systematic review. PloS one, 18(11), e0293733. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0293733>

11. Kleim JA, Jones TA. Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *J Speech Lang Hear Res.* 2008;51(1):225-239.

12. Maier, M., Ballester, B. R., & Verschure, P. F. M. J. (2019). Principles of Neurorehabilitation After Stroke Based on Motor Learning and Brain Plasticity Mechanisms. *Frontiers in systems neuroscience*, 13, 74. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2019.00074>.

13. Mehrholz J, Thomas S, Werner C, et al. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;5(5):CD006185.

14. Hermez, L., Halimi, A., Houmani, N., et al. (2023). Clinical Gait Analysis: Characterizing Normal Gait and Pathological Deviations Due to Neurological Diseases. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 23(14), 6566. <https://doi.org/10.3390/s23146566>

15. DeJong, P., Hatamiya, N. S., & Barkley, L. C. (2022). Running Gait Analysis and Biomechanics. *Current sports medicine reports*, 21(4), 107–108. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000944>

16. Whittle MW. *Gait Analysis: An Introduction*. 4th ed. Edinburgh: Butterworth-Heinemann; 2007.

17. Rose J, Gamble JG. *Human Walking*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.

18. Neumann DA. *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation*. 3rd ed. St. Louis: Elsevier; 2017.

19. Gage JR, Schwartz MH, Koop SE, et al. *The Identification and Treatment of Gait Problems in Cerebral Palsy*. 2nd ed. London: Mac Keith Press; 2009.

20. Levine D, Richards J, Whittle MW. Whittle's Gait Analysis. 5th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2012.
21. Pietraszewski, B., Winiarski, S., & Jaroszczuk, S. (2012). Three-dimensional human gait pattern - reference data for normal men. *Acta of bioengineering and biomechanics*, 14(3), 9–16.
22. Rancho Los Amigos National Rehabilitation Center. *Observational Gait Analysis*. Downey: Rancho Los Amigos National Rehabilitation Center; 2001.
23. Vaughan CL, Davis BL, O'Connor JC. *Dynamics of Human Gait*. 2nd ed. Cape Town: Kiboho Publishers; 1999.
24. Caderby T, Yiou E, Albinet CT, et al. Effects of aging on gait initiation. *Gait Posture*. 2014;39(3):907-913.
25. Hausdorff JM. Gait dynamics, fractals and falls: finding meaning in the stride-to-stride fluctuations of human walking. *Hum Mov Sci*. 2007;26(4):555-589.
26. Schwartz MH, Rozumalski A. The gait deviation index: a new comprehensive index of gait pathology. *Gait Posture*. 2008;28(3):351-357.
27. Deshmukh, M. S., Harjpal, P., Thakre, V. M., et al.. (2024). Comprehensive Rehabilitation of a Patient With Right Hemiplegia: A Case Report. *Cureus*, 16(1), e52065. <https://doi.org/10.7759/cureus.52065>
28. Jalayondeja, C., Sullivan, P. E., & Pichaiyongwongdee, S. (2014). Six-month prospective study of fall risk factors identification in patients post-stroke. *Geriatrics & gerontology international*, 14(4), 778–785. <https://doi.org/10.1111/ggi.12164>
29. Geurts AC, de Haart M, van Nes IJ, et al. A review of standing balance recovery from stroke. *Gait Posture*. 2005;22(3):267-281.
30. Morone, G., Martino Cinnera, A., Paolucci, T., et al. (2020). Clinical features of fallers among inpatient subacute stroke: an observational cohort study. *Neurological sciences : official journal of the Italian Neurological Society*

and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology, 41(9), 2599–2604.
<https://doi.org/10.1007/s10072-020-04352-2>

31. Ada L, Dorsch S, Canning CG. Strengthening interventions increase strength and improve activity after stroke: a systematic review. *Aust J Physiother.* 2006;52(4):241-248.

32. Chen, B., Yang, T., Liao, Z., Sun, F., Mei, Z., & Zhang, W. (2025). Pathophysiology and Management Strategies for Post-Stroke Spasticity: An Update Review. *International journal of molecular sciences*, 26(1), 406.
<https://doi.org/10.3390/ijms26010406>

33. Khan, F., & Chevidikunnan, M. F. (2021). Prevalence of Balance Impairment and Factors Associated with Balance among Patients with Stroke. A Cross Sectional Retrospective Case Control Study. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 9(3), 320. <https://doi.org/10.3390/healthcare9030320>

34. Motoya, R., Yamamoto, S., Naoe, M., Taniguchi, R., Kawahara, A., & Iwata, T. (2022). Classification of abnormal gait patterns of poststroke hemiplegic patients in principal component analysis. *Japanese journal of comprehensive rehabilitation science*, 12, 70–77. <https://doi.org/10.11336/jjcrs.12.70>

35. Kerrigan DC, Frates EP, Rogan S, et al. Hip hiking and circumduction: quantitative definitions. *Am J Phys Med Rehabil.* 2000;79(3):247-252.

36. Little VL, McGuirk TE, Patten C. Impaired limb shortening following stroke: what's in a name? *PLoS One.* 2014;9(10):e110140.

37. Patterson KK, Gage WH, Brooks D, et al. Evaluation of gait symmetry after stroke: a comparison of current methods and recommendations for standardization. *Gait Posture.* 2010;31(2):241-246.

38. Marigold DS, Eng JJ. The relationship of asymmetric weight-bearing with postural sway and visual reliance in stroke. *Gait Posture.* 2006;23(2):249-255.

39. Ilg W, Golla H, Thier P, et al. Specific influences of cerebellar dysfunctions on gait. *Brain.* 2007;130(3):786-798.

40. Vismara, L., Cimolin, V., Buffone, F., Bigoni, M., Clerici, D., Cerfoglio, S., Galli, M., & Mauro, A. (2022). Brain Asymmetry and Its Effects on Gait Strategies in Hemiplegic Patients: New Rehabilitative Conceptions. *Brain sciences*, 12(6), 798. <https://doi.org/10.3390/brainsci12060798>
41. Kleim J.A., Jones T.A. Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage // *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2008. Vol. 51(1). P. S225-S239.
42. Nudo R.J. Neural bases of recovery after brain injury // *Journal of Communication Disorders*. 2011. Vol. 44(5). P. 515-519.
43. Carmichael S.T. Brain excitability in stroke: the yin and yang of stroke progression // *Archives of Neurology*. 2012. Vol. 69(2). P. 161-167.
44. Carr J.H., Shepherd R.B. *Neurological rehabilitation: optimizing motor performance*. 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2010. 432 p.
45. Langhorne P., Coupar F., Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review // *The Lancet Neurology*. 2009. Vol. 8(8). P. 741-754.
46. Veerbeek J.M., van Wegen E., van Peppen R. et al. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis // *PLoS One*. 2014. Vol. 9(2). e87987.
47. Schneider E.J., Lannin N.A., Ada L., Schmidt J. Increasing the amount of usual rehabilitation improves activity after stroke: a systematic review // *Journal of Physiotherapy*. 2016. Vol. 62(4). P. 182-187.
48. Winstein C.J., Wolf S.L., Dromerick A.W. et al. Effect of a task-oriented rehabilitation program on upper extremity recovery following motor stroke: the ICARE randomized clinical trial // *JAMA*. 2016. Vol. 315(6). P. 571-581.
49. Ada L., Dean C.M., Hall J.M. et al. 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*. 2003. Vol. 84(10). P. 1486-1491.

50. Pollock A., Baer G., Campbell P. et al. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke // Cochrane Database of Systematic Reviews. 2014. Vol. 4. CD001920.
51. Mehrholz J., Thomas S., Werner C. et al. Electromechanical-assisted training for walking after stroke // Cochrane Database of Systematic Reviews. 2017. Vol. 5. CD006185.
52. Hidler J., Nichols D., Pelliccio M. et al. Multicenter randomized clinical trial evaluating the effectiveness of the Lokomat in subacute stroke // Neurorehabilitation and Neural Repair. 2009. Vol. 23(1). P. 5-13.
53. van Nunen M.P., Gerrits K.H., Konijnenbelt M. et al. Recovery of walking ability using a robotic device in subacute stroke patients: a randomized controlled study // Disability and Rehabilitation: Assistive Technology. 2015. Vol. 10(2). P. 141-148.
54. Vales, Y., Catalan, J. M., Bertomeu-Motos, A., et al. (2023). Influence of Robotic Therapy on Severe Stroke Patients. IEEE ... International Conference on Rehabilitation Robotics : [proceedings], 2023, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICORR58425.2023.10304780>
55. Pereira, S., Mehta, S., McIntyre, A., Lobo, L., & Teasell, R. W. (2012). Functional electrical stimulation for improving gait in persons with chronic stroke. Topics in stroke rehabilitation, 19(6), 491–498. <https://doi.org/10.1310/tsr1906-491>
56. Bethoux, F., Rogers, H. L., Nolan, et al. (2014). The effects of peroneal nerve functional electrical stimulation versus ankle-foot orthosis in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. Neurorehabilitation and neural repair, 28(7), 688–697. <https://doi.org/10.1177/1545968314521007>
57. Khan, A., Podlasek, A., & Somaa, F. (2023). Virtual reality in post-stroke neurorehabilitation - a systematic review and meta-analysis. Topics in stroke rehabilitation, 30(1), 53–72. <https://doi.org/10.1080/10749357.2021.1990468>.

58. Suputtitada, A., Chatromyen, S., Chen, C. P. C., & Simpson, D. M. (2024). Best Practice Guidelines for the Management of Patients with Post-Stroke Spasticity: A Modified Scoping Review. *Toxins*, 16(2), 98. <https://doi.org/10.3390/toxins16020098>.
59. Hara, T., Momosaki, R., Niimi, M., Yamada, N., Hara, H., & Abo, M. (2019). Botulinum Toxin Therapy Combined with Rehabilitation for Stroke: A Systematic Review of Effect on Motor Function. *Toxins*, 11(12), 707. <https://doi.org/10.3390/toxins11120707>.
60. Hadnorntun, P., Prawjaeng, J., Kongmalai, T., et al. (2025). Botulinum toxin type A for the treatment of patients with post-stroke spasticity in Thailand: cost-utility and budget impact analysis. *BMJ open*, 15(1), e090701. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-090701>
61. Shu, Y., Bi, M. M., Zhou, T. T., Liu, L., & Zhang, C. (2022). Effect of Dual-Task Training on Gait and Balance in Stroke Patients: An Updated Meta-analysis. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 101(12), 1148–1155. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000002016>
62. Zhang, X., Xu, F., Shi, H., Liu, R., & Wan, X. (2022). Effects of dual-task training on gait and balance in stroke patients: A meta-analysis. *Clinical rehabilitation*, 36(9), 1186–1198. <https://doi.org/10.1177/02692155221097033/>
63. Seok, H., & Choi, Y. H. (2023). The Impact of Mental Practice on Motor Function in Patients With Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis. *Brain & NeuroRehabilitation*, 16(3), e31. <https://doi.org/10.12786/bn.2023.16.e31>
64. Tyson, S. F., Burton, L., & McGovern, A. (2014). Multi-disciplinary team meetings in stroke rehabilitation: an observation study and conceptual framework. *Clinical rehabilitation*, 28(12), 1237–1247. <https://doi.org/10.1177/0269215514535942>.
65. Jonsdottir, J., Pagliari, C., Franceschini, M., et al. (2023). Telerehabilitation for Stroke: A Personalized Multi-Domain Approach in a Pilot

Study. Journal of personalized medicine, 13(12), 1692.
<https://doi.org/10.3390/jpm13121692>.

66. Molinari, M., & Masciullo, M. (2020). Stroke and potential benefits of brain-computer interface. Handbook of clinical neurology, 168, 25–32.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63934-9.00003-2>.

67. Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, Maki B. Measuring balance in the elderly. Can J Public Health. 1992;83 Suppl 2:S7–11.

68. Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ, et al. The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in chronic heart failure. Can Med Assoc J. 1985;132(8):919–23.