

**Міністерство освіти і науки України**  
**Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка**  
**Кафедра фізичної терапії, ерготерапії та здоров'я**

«До захисту допускаю»

Завідувач кафедри фізичної терапії, ерготерапії та здоров'я

доктор педагогічних наук, професор

\_\_\_\_\_ Галина КОНДРАЦЬКА

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 р.

**ВІДНОВЛЕННЯ ХОДЬБИ ПІСЛЯ ІНСУЛЬТУ**

**Спеціальність 227 Фізична терапія, ерготерапія**

**Магістерська робота**

на здобуття кваліфікації – магістр фізичної терапії, ерготерапії за  
**спеціалізацією «Фізична терапія»**

**Автор роботи: КУРИЛО МАКСИМ ОЛЕГОВИЧ**

\_\_\_\_\_  
*підпис*

**Науковий керівник: кандидат педагогічних наук,**

**доцент \_\_\_\_\_**

*підпис*

**Дрогобич, 2026**

**Відновлення ходьби після інсульту**



ходьби у пацієнтів після інсульту. Актуальність теми обумовлена високою поширеністю постінсультних порушень ходьби, які суттєво обмежують функціональну незалежність, мобільність та якість життя пацієнтів. Відновлення здатності до самостійного пересування є одним із провідних завдань фізичної терапії та важливим показником ефективності реабілітаційного процесу. У роботі проаналізовано сучасні наукові дані щодо патогенезу інсульту, нейрофізіологічних механізмів формування рухового дефіциту, особливостей постінсультних порушень патерну ходьби, механізмів нейропластичності та основних напрямів фізичної терапії при відновленні локомоторної функції. Особливу увагу приділено ролі рівноваги, вертикалізації та функціональної мобільності у процесі відновлення ходьби. Експериментальна частина роботи спрямована на оцінку функціонального стану пацієнтів після інсульту за допомогою клінічних шкал і функціональних тестів. Для оцінювання використовувалися такі шкали: Brunnstrom, тест Балансу Берга, оцінка контролю вертикалізації, аналіз фазової структури ходьби та тест 10 Метровий тест ходьби. Проведено порівняльний аналіз показників у пацієнтів із різним рівнем функціонального відновлення та визначено взаємозв'язки між окремими компонентами локомоторної функції. У результаті дослідження встановлено, що відновлення ходьби після інсульту має поетапний характер і залежить від комплексної взаємодії моторного відновлення, рівноваги, вертикалізації та функціональної мобільності. Визначено, що покращення показників рівноваги та вертикалізації створює передумови для формування ефективної ходьби, тоді як швидкість пересування є інтегральним показником функціонального стану пацієнта. Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих результатів для комплексної оцінки рівня відновлення ходьби, прогнозування функціональних можливостей пацієнтів та планування індивідуалізованих програм фізичної терапії після інсульту.

## **ABSTRACT**

The qualification thesis is devoted to the study of gait recovery in patients after stroke. The relevance of the topic is determined by the high prevalence of post-stroke gait impairments, which significantly limit functional independence, mobility, and quality of life. Restoration of independent ambulation is one of the primary goals of physical therapy and an important indicator of rehabilitation effectiveness. The thesis analyzes current scientific knowledge concerning stroke pathogenesis, neurophysiological mechanisms of motor impairment, characteristics of post-stroke gait disorders, mechanisms of neuroplasticity, and major approaches to physical therapy aimed at restoring locomotor function. Particular attention is paid to the role of balance, verticalization, and functional mobility in the gait recovery process. The experimental part of the study focuses on assessing the functional status of post-stroke patients using clinical scales and functional tests. The assessment included the Brunnstrom Scale, Berg Balance Scale, verticalization control assessment, gait phase structure analysis, and the 10 Meter Walk Test. A comparative analysis of indicators in patients with different levels of functional recovery was conducted, and relationships between individual components of locomotor function were identified. The study demonstrated that gait recovery after stroke is a gradual process that depends on the complex interaction of motor recovery, balance, verticalization, and functional mobility. Improvement in balance and verticalization was found to create the necessary conditions for effective gait formation, whereas walking speed serves as an integral indicator of the patient's functional status. The practical significance of the study lies in the possibility of applying the obtained results for comprehensive assessment of gait recovery, prediction of patients' functional capabilities, and development of individualized physical therapy programs for post-stroke rehabilitation.

<b>ВСТУП</b> .....	<b>6</b>
<b>Розділ 1. Теоретичні основи порушень та відновлення ходьби у пацієнтів післяінсульту</b> .....	<b>9</b>
1.1 Патогенез інсульту та його наслідки.....	9
1.2 Нейрофізіологічні механізми порушення ходьби після інсульту.....	10
1.3 Постінсультні порушення патерну ходьби.....	14
1.4 Нейропластичність та етапи відновлення рухових функцій.....	21
1.5 Допоміжні засоби у відновленні ходьби після інсульту.....	28
<b>Розділ 2. Організація та методи дослідження</b> .....	<b>33</b>
2.1 Дизайн наукового дослідження.....	33
2.2Характеристика вибірки пацієнтів.....	34
2.3Стратифікація пацієнтів по групам.....	35
2.4 Методи оцінки функціонального стану пацієнтів.....	37
2.5Структура тератевтичних занять.....	40
2.6 Методологія математично-статистичного аналізу.....	44
<b>Розділ 3. Результати дослідження та їханаліз</b> .....	<b>46</b>
3.1 Комплексний профіль залучених пацієнтів.....	46
3.2 Аналіз результатів тестування.....	47
3.3 Порівняльна оцінка між групами.....	57
3.4 Перерозподіл пацієнтів між групами.....	59
3.5 Комплексне зіставлення результатів дослідження.....	61
3.5.1Співвідношення функціональних показників у процесі відновлення ходьби.....	64
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	<b>67</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	<b>69</b>
<b>ДОДАТКИ</b> .....	<b>73</b>

## ВСТУП

Інсульт належить до найбільш поширених захворювань нервової системи та залишається однією з провідних причин інвалідизації населення у світі. Щороку мільйони людей переносять гостре порушення мозкового кровообігу, наслідком якого стають стійкі рухові, когнітивні та сенсорні порушення. Незважаючи на значний прогрес у лікуванні гострого періоду інсульту, проблема відновлення функціональної незалежності пацієнтів залишається надзвичайно актуальною.

Одним із найбільш поширених і соціально значущих наслідків інсульту є порушення ходьби. Зниження швидкості пересування, асиметрія крокового циклу, порушення рівноваги та координації рухів суттєво обмежують мобільність пацієнтів, знижують рівень їхньої самостійності та негативно впливають на якість життя. Саме здатність до самостійного пересування розглядається як один із ключових показників ефективності реабілітації та важлива умова повернення людини до активного соціального життя.

Відновлення ходьби після інсульту є складним багатофакторним процесом, який залежить від ступеня ураження центральної нервової системи, збереження рухового потенціалу, рівня постурального контролю, здатності до вертикалізації та функціонування механізмів нейропластичності. У процесі реабілітації важливого значення набуває комплексна оцінка функціонального стану пацієнтів, яка дозволяє об'єктивно визначати динаміку відновлення та ефективність застосованих реабілітаційних втручань.

Сучасна фізична терапія широко використовує стандартизовані клінічні шкали та функціональні тести для оцінювання рухових можливостей пацієнтів після інсульту. Водночас питання взаємозв'язку між окремими показниками функціонального відновлення, рівновагою, вертикалізацією та характеристиками ходьби потребує подальшого вивчення. Особливий інтерес

становить визначення тих показників, які найбільш повно відображають рівень функціональної мобільності пацієнта та можуть використовуватися для прогнозування результатів реабілітації.

Актуальність теми дослідження зумовлена необхідністю удосконалення підходів до оцінки процесу відновлення ходьби після інсульту та визначення найбільш інформативних критеріїв контролю ефективності реабілітаційних заходів.

**Мета дослідження** – оцінити особливості відновлення ходьби у пацієнтів після інсульту на основі аналізу функціональних показників та визначити взаємозв'язок між окремими параметрами рухової діяльності у процесі відновлення ходьби.

**Об'єкт дослідження** – процес відновлення ходьби у пацієнтів після інсульту.

**Предмет дослідження** – показники функціонального стану, рівноваги, мобільності та фазової структури ходьби у пацієнтів після інсульту.

**Для досягнення поставленої мети були визначені такі завдання дослідження:**

1. Проаналізувати сучасні наукові джерела щодо патогенезу інсульту та особливостей порушень ходьби після перенесеного гострого порушення мозкового кровообігу.
2. Охарактеризувати механізми нейропластичності та сучасні підходи до відновлення ходьби у пацієнтів після інсульту.
3. Провести комплексне оцінювання функціонального стану пацієнтів із використанням клінічних шкал та функціональних тестів.
4. Дослідити особливості змін показників моторного відновлення, рівноваги, вертикалізації та ходьби у процесі реабілітації.
5. Визначити взаємозв'язок між окремими показниками функціонального відновлення та оцінити їх інформативність для характеристики процесу відновлення ходьби.

**Методи дослідження:** аналіз і узагальнення науково-методичної літератури,

клінічне спостереження, функціональне тестування пацієнтів, оцінка рівноваги та мобільності за допомогою стандартизованих шкал і тестів, аналіз фазової структури ходьби, методи математичної статистики.

**Наукова новизна роботи** полягає у комплексному аналізі показників відновлення ходьби у пацієнтів після інсульту та визначенні взаємозв'язку між моторним відновленням, рівновагою, вертикалізацією та функціональними характеристиками ходьби.

**Практичне значення роботи** полягає у можливості використання отриманих результатів для оцінки функціонального стану пацієнтів після інсульту, контролю динаміки відновлення ходьби та обґрунтування індивідуального підходу до планування програм фізичної терапії.

**Структура роботи.** Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Основний зміст викладений на друкованому тексті.

## **РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОРУШЕНЬ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ХОДЬБИ У ПАЦІЄНТІВ ПІСЛЯ ІНСУЛЬТУ**

### **1.1. Патогенез інсульту та його наслідки**

Інсульт головного мозку, або, як він іще називається, ГПМК (гостре порушення мозкового кровообігу), є видом пошкодження тканин головного мозку [2]. Пошкодження в даному випадку провокується насамперед кисневим голодуванням тканин унаслідок порушення кровопостачання. Механіка порушення залежить від типу інсульту, але завжди передбачає некротичні зміни тканин внаслідок гіпоксії [20]. Основними наслідками інсульту є стійкі неврологічні дефіцити та когнітивні порушення [15]. Дані пошкодження є загальними й не залежать від типу інсульту [18]. Вогнищеве ураження, його дислокація, інтенсивність та механіка ушкодження можуть змінювати свою летальність та викликати специфічні, залежно від розташування, неврологічні дефіцити.

Згідно з міжнародною клінічною класифікацією, інсульт поділяють на два типи [27].

Ішемічний інсульт — це вид інсульту, що зумовлений виникненням закупорювання судин головного мозку [4]. Закупорка судин спричиняє порушення кровообігу, що погіршує постачання кисню та поживних речовин [3]. Існує ряд причин, які можуть спричинити таке порушення: атеросклероз судин, газова емболія, новоутворення, що спричиняють тиск на стінки судин [22]. Даний вид інсульту характеризується менш стрімким ушкодженням тканин, ніж геморагічний інсульт. Статистичний аналіз показує, що саме цей вид інсульту зустрічається найчастіше [44]. Майже 80% випадків інсульту в Україні — саме ішемічного типу [1]. Основний внесок у розвиток ішемічного

інсульту мають модифіковані фактори способу життя (близько 40–60%), серед яких куріння, гіподинамія, надлишкова маса тіла та незбалансоване харчування [26]. Серцево-судинні захворювання додають ще близько 20–30% ризику, особливо за наявності фібриляції передсердь, артеріальної гіпертензії та атеросклеротичних змін судинної стінки. Генетична схильність до тромботичних станів формує приблизно 10–20% додаткового ризику [24].

Геморагічний інсульт — це вид травмування тканин мозку. У першу чергу через крововилив, що виникає внаслідок порушення цілісності артеріальних судин мозку, що призводить до обмеження кровопостачання тканин [27]. У другу чергу, внаслідок тиску, який здійснюється на суміжні тканини через крововилив [27]. Ступінь ушкодження напряму залежить від розміру судини, об'єму крововиливу та ділянки, де він виник [10]. Статистично даний вид інсульту зустрічається рідше, ніж ішемічний, проте є більш летальним, так 10–15% інсультів на території України мають саме таку природу [13]. Так, частота виникнення геморагічного інсульту — 1 до 4–5 ішемічних, проте летальність цього виду інсульту становить 30–40% [1]. Геморагічний інсульт переважно пов'язаний із розривом судинної стінки на тлі артеріальної гіпертензії, яка зумовлює до 60–70% випадків внутрішньомозкових крововиливів [27]. Додатковими факторами ризику є судинні аневризми, артеріовенозні мальформації, травматичні ушкодження та хронічні захворювання, що супроводжуються підвищеною крихкістю судин [20]. Важливу роль у появі симптомів інсульту відіграє локалізація ділянки, у якій виникла ішемія або крововилив. Структура головного мозку має чіткий розподіл функцій, за які відповідає кожна окрема ділянка [17]. Хоча кожна ділянка мозку відповідає за унікальні функції, рухові навички є складною здатністю, яка формується у взаємодії багатьох відділів [35].

## **1.2. Нейрофізіологічні механізми порушення ходьби після інсульту.**

Унаслідок необхідності взаємодії різних анатомічних ділянок мозку порушення ходьби виникає у 60% випадків [3]. Сама ж картина клінічних

проявів надає можливість визначення ділянки, що була ушкоджена, та допомагає у встановленні відновного потенціалу пацієнта [32]. Пошкодження первинної моторної кори лобової частки мозку призводить до виникнення контрлатерального церебрального геміпарезу та геміплегії [17]. Дані симптоми спостерігаються внаслідок пошкодження пірамідальних шляхів у довгастому мозку [15]. Ступінь ушкодження визначається обсягом ураження, а прояви залежать від локалізації [32]. Медіальна локалізація ураження спричиняє неврологічний дефіцит у нижній кінцівці, а периферична локалізація проявляється у дефіциті моторики обличчя та верхньої кінцівки [32]. Неврологічні дефіцити при цій локалізації проявляються підвищенням м'язового тону та гіперрефлексією, що характерно для центрального типу ураження та проявляється спастичністю, клонусом, зниженням сили, порушенням тонких довільних рухів, патологічними рефlekсами (Бабінського) [18]. При ураженні доміантної півкулі можливе виникнення моторної афазії, яка описана Паулем Броком, що обумовлює поєднання рухового й мовного дефіциту [32]. Ураження внутрішньої капсули, через яку проходять кортикоспінальні, кортикобульбарні та таламокортикальні волокна. Пошкодження цієї ділянки характерне тотальним неврологічним дефіцитом у вигляді контралатерального рухового дефіциту навіть при спостереженні невеликих вогнищевих уражень [34]. При ураженні цієї ділянки виникає рівномірна слабкість нижньої та верхньої кінцівки, а також нижньої частини обличчя. Можливі чутливі порушення при залученні задньої ніжки капсули [32]. Унаслідок скупчення провідних шляхів у цій ділянці її пошкодження проявляється більш сильною симптоматикою, ніж при ізольованих коркових ураженнях.

Пошкодження мозочка, як ділянки, яка відповідає за координацію довільних рухів та інтеграцію аферентної та еферентної інформації, може викликати атаксію. Характерними проявами ушкодження цієї ділянки є статична та динамічна атаксія, дизартрія, дисметрія, ністагм та інтенційний тремор [41].

При чіткій мозочковій локалізації спостерігається збереження м'язової сили.  
[17]

Стовбурові ураження є небезпечними для збереження вітальних функцій. Стовбур мозку містить ядра черепних нервів, висхідні та низхідні провідні шляхи, а також ретикулярну формацію, що регулює життєво важливі функції.  
[15]

Клінічними проявами ушкодження цієї ділянки мозку є альтернувальні синдроми (поєднання контралатерального геміпарезу з іпсилатеральним ураженням черепних нервів), розлади свідомості [32]. Поряд із локальними ураженнями окремих анатомічних структур центральної нервової системи, суттєве значення у виникненні порушень ходьби мають зміни у функціональній організації моторного контролю [35]. Ходьба являє собою складну автоматизовану рухову діяльність, яка забезпечується узгодженою взаємодією коркових, підкіркових та спинномозкових механізмів регуляції [35]. Її виконання потребує чіткої координації роботи численних м'язових груп, підтримання постуральної рівноваги та постійної інтеграції сенсорних сигналів.

У фізіологічних умовах центральна нервова система забезпечує синхронізовану діяльність нижніх кінцівок, що дозволяє зберігати ритмічність, симетрію рухів та стабільність тіла під час пересування [35]. Внаслідок інсульту відбувається порушення передачі та обробки моторних імпульсів, що призводить до дезорганізації рухового акта [31]. Це проявляється формуванням патологічних моторних стереотипів, зниженням швидкості ходьби, асиметрією кроків і подовженням фази подвійної опори [30].

Одним із провідних механізмів розвитку порушень ходьби є дисфункція постурального контролю [23]. Підтримання рівноваги під час руху забезпечується взаємодією вестибулярної, зорової та пропріоцептивної систем [37]. У нормі інформація від цих систем інтегрується центральною нервовою системою та використовується для корекції положення тіла і стабілізації центру мас. Після інсульту порушення сенсорної інтеграції знижує здатність адекватно

контролювати положення тіла у просторі, що клінічно проявляється нестійкістю, порушенням рівноваги та підвищеним ризиком падінь [23].

Важливу роль у регуляції ходьби відіграють центральні генератори руху, локалізовані у спинному мозку [20]. Ці нейронні мережі відповідають за ритмічне чергування згинальних і розгинальних рухів нижніх кінцівок. У нормі їхня активність модулюється сигналами з кори головного мозку та сенсорних систем. Після інсульту цей контроль порушується, що зумовлює дезорганізацію ритму та координації ходи [42].

Суттєвий вплив на формування патологічної ходи мають зміни м'язового тону та порушення взаємодії між антагоністичними м'язовими групами [37]. Ураження центральної нервової системи часто супроводжується розвитком спастичності, яка обмежує рухливість у суглобах і змінює біомеханіку кроку [29]. Унаслідок цього формуються характерні патологічні типи ходи, що проявляються циркундукцією нижньої кінцівки, зменшенням довжини кроку та зниженням швидкості. Таким чином, порушення ходьби після інсульту слід розглядати як результат порушення узгодженої роботи різних рівнів моторного контролю — коркового, підкіркового, стовбурового та спінального [35]. Ураження цих структур призводить не лише до появи окремих неврологічних симптомів, а й до порушення цілісної системи регуляції рухів. Унаслідок цього знижується ефективність довільного контролю, порушується інтеграція сенсорної інформації та здатність підтримувати постуральну стабільність. Важливим механізмом є також дисбаланс між процесами збудження та гальмування в центральній нервовій системі, що проявляється підвищенням м'язового тону та формуванням патологічних рухових реакцій [39]. Додатково спостерігається порушення взаємодії між півкулями головного мозку, що ускладнює відновлення функцій ураженої сторони. У сукупності ці зміни призводять до порушення формування та реалізації рухових програм. Водночас здатність нервової системи до нейропластичності створює передумови для часткового відновлення втрачених функцій у процесі

реабілітації [22]. У процесі відновлення після інсульту активуються компенсаторні механізми, які забезпечують часткове відновлення рухового контролю за рахунок залучення альтернативних нейрональних шляхів [25]. Саме ця властивість є основою сучасних реабілітаційних підходів, спрямованих на відновлення функції ходьби шляхом повторюваного тренування рухів, розвитку рівноваги та формування нових моторних стереотипів [43].

Отже, порушення ходьби після інсульту зумовлені не лише локальним ураженням окремих структур мозку, а й комплексними змінами в системах моторного контролю, сенсорної інтеграції та постуральної регуляції. Розуміння цих механізмів є ключовим для обґрунтування ефективності проведених втручань.

### **1.3. Постінсультні порушень патерну ходьби**

Аналіз особливостей постінсультних порушень ходьби є важливим для розуміння механізмів обмеження мобільності пацієнтів та вибору ефективних засобів фізичної терапії.

Порушення здатності переходу з положення сидячи у положення стоячи після інсульту.

Одним з основних рухів, що потребують окремого розгляду, є здатність пацієнта до самостійної зміни з сидячого положення у стояче [38]. Хоча даний рух не є частиною фазової структури ходьби, він є однією з основних передумов відновлення ходьби [43]. Відсутність або порушення даного руху у пацієнтів сильно обмежує побутову самостійність, включаючи безліч побутових завдань, які потребують здатності до виходу в положення стоячи та підтримки цього стабільного положення [5]. Незважаючи на те, що даний рух є основою для самостійного пересування, в осіб без неврологічного дефіциту цей рух потребує значної м'язової координації, здатності підтримувати рівновагу, а також здатності до симетричного навантаження нижніх кінцівок. Такі високі вимоги спричиняють ситуацію, коли здатність до самостійної вертикалізації

тренується паралельно з навичками відновлення ходьби. Перехід з положення сидячи в стояче здійснюється за допомогою фізичного терапевта.

Порушення цього рухового акта після інсульту спричиняється спастичними, паретичними або пелагічними порушеннями. Також важливу роль відіграє здатність до просторової орієнтації та підтримки рівноваги [35]. Унаслідок цього пацієнти часто демонструють асиметричний розподіл навантаження з переважним перенесенням маси тіла на неуразену нижню кінцівку. Такий вид компенсації може значно ускладнювати вертикалізацію або в цілому її унеможливити.

Як і акт ходьби, вертикалізацію пацієнта можна поділити на чіткі етапи з погляду біомеханічної моделі [37]. Етапів вертикалізації усього три: початкове нахилення тулуба вперед, відрив сідниць від опори, розгинання нижніх кінцівок та стабілізація у вертикальному положенні. Відрив сідниць від поверхні є найважчим із цих етапів, потребує для свого виконання створення стартового моменту за рахунок зусиль та чіткої м'язової взаємодії квадрицепса стегна, сідничних м'язів та стабілізації великого заднього великогомілкового, камбалоподібного та привідних м'язів стегна [38].

Важливу роль у розвитку порушень відіграє також дефіцит контролю центру мас. У нормі перед підйомом центр мас зміщується вперед над стопами, що створює необхідні умови для переходу у вертикальне положення. Окрім зменшеної сили м'язів та їхньої координації, не менш значною є здатність до контролю положення центру маси тіла. Так, пацієнту необхідно вивести центр маси тіла у стабільне положення [37]. Для виконання зміщення центру маси тіла необхідне правильне вихідне положення (нахил тулуба уперед), при здатності пацієнта створити останній силовий момент для підйому:

Кульшовий суглоб: стрімко розгинається, кут зменшується від  $100^{\circ}$  до  $15^{\circ}$ – $20^{\circ}$  неповного розгинання.

Колінний суглоб: активно випрямляється, кут переходить від  $75^{\circ}$  до  $10^{\circ}$ – $15^{\circ}$  флексії (майже на рівні ноги).

Гомілковостопний суглоб: повертається в нейтральну позицію — від  $70^\circ$  до  $85^\circ$ – $90^\circ$ .

Асиметрія зміни градусів може спричиняти як зростання силових зусиль на їх виконання, так і нерівномірне прискорення уперед та ризик падіння [23].

Вертикалізація пацієнта включає не тільки здатність до підйому з положення сидячи, а й здатність пацієнта займати максимально симетричне положення центру маси між двома точками опори, а також здатність підтримувати дане положення достатньо часу для виконання побутових завдань, або для початку ходьби [8].

Порушення здатності виконувати рух sit-to-stand має важливий вплив та є значним критерієм оцінки потенціалу до відновлення ходьби [43]. При ситуаціях, коли пацієнт здатний до ходьби, але не здатний самостійно вертикалізуватися без сторонньої допомоги, створюють малофункціональну і небезпечну модель ходьби. Окрім того, що даний етап є важливим для самого виконання акту ходьби на ранніх етапах, цей рух виконує важливу тренувальну роль на ранніх етапах реабілітації, забезпечуючи необхідне навантаження для відновлення сили, координації та чутливості ураженої кінцівки [43].

Біомеханіка ходьби є одним з найоб'ємніших розділів у біомеханіці. Ходьба з погляду біомеханіки є складним, циклічним та відносно автоматичним актом перенесення ваги тіла з чергуванням точок опори [32]. Основною ціллю цього акта є забезпечення швидкого, стабільного та енергоефективного переміщення в просторі. Для досягнення цих цілей необхідні взаємодії опорно-рухової, нервової та сенсорної систем організму [30].

Ходьба з точки зору біомеханіки, складається з циклів. Кожен цикл ходьби поділяється на дві основні фази, а саме: фазу опори та фазу маху. Послідовне та пропорційне виконання цих фаз створює всі умови для правильного циклу ходьби. Пропорційне співвідношення цих фаз складає 60% у фазі опори та 40% у фазі маху. Саме у чіткому виконанні послідовності, часу та просторовій орієнтації цих фаз і полягає біомеханічна модель ходьби [25].

Фаза опори складається з п'яти етапів:

Initial Contact — п'ятковий контакт [25]. У процесі кроку цей рух дає можливість створити перший контакт, який формує позицію для наступного етапу і дозволяє оцінити стабільність поверхні перед перенесенням ваги на кінцівку та амортизацією інерційної сили.

Loading Response — реакція опори, починається в момент, коли центр ваги зміщується на опорну ногу [25]. У цей момент, користуючись флексією у колінному суглобі та ексцентричним зусиллям м'язів, виникає амортизувальний ефект, що поглинає імпульс. Амортизувальний механізм безпосередньо залежить від здатності сенсорної системи зафіксувати супротив опорної поверхні. Закінчення цього етапу створює стабільні умови для повного перенесення ваги на опорну ногу.

Mid Stance — середня опора, яка починається у момент перенесення центру ваги над опорною стопою [25]. Даний етап потребує стабільної рівноваги та стабільності у фронтальній площині, що неможливо без достатнього м'язового контролю.

Terminal Stance — пропульсія, що зумовлена створенням сили, яка відштовхує тіло уперед за рахунок сили м'язів гомілки, що проявляється плантарним згинанням стопи [27].

Pre-Swin — підготовка до переносу [25]. Вона починається, коли передня нога вже почала переходити на етап середньої опори, а центр ваги повністю змістився з кінцівки. На цьому етапі відбувається підготовка до фази маху. Даний етап не потребує значних м'язових зусиль, але потребує орієнтації в просторі, щоб пристосуватися до змін висоти поверхні.

Друга фаза — фаза маху — займає 40% від одного повного циклу ходи. Дана фаза складається з трьох етапів. Усі три етапи цієї фази здійснюються з винесенням ноги уперед після закінчення етапу кінцевої опори у фазі опори [25].

Initial Swing — початковий мах. Завданням цієї фази є створення кліренсу

стопи так, щоб простір між стопою та поверхнею ходьби був достатній для уникнення зіткнення та створення вектора руху ноги уперед [16]. Для виконання цих задач необхідний активний рух у трьох суглобах, а саме: кульшовому, колінному та гомілковостопному. Так, згинання стегна на  $\sim 15^\circ$ , гомілки на  $\sim 60^\circ$  та дорсальне згинання стопи, яке виводить її у паралель відносно поверхні і формує необхідний кліренс.

Mid Swing — середній мах. Під час цього етапу кліренс підтримується і не змінюється, а сама кінцівка переміщується вперед. Переміщення вперед виконується за рахунок згинання стегна від  $\sim 15^\circ$  до  $\sim 25^\circ$ , а збереження висоти кліренсу забезпечується розгинанням гомілки, що й забезпечує стабільну висоту при переступанні перешкод у другому етапі [25].

Terminal Swing — кінцевий мах є останнім етапом цієї фази. Він закінчує фазу маху та виводить ногу в положення максимальної готовності до зустрічі з опорою [25]. У цьому етапі відбувається гальмування кінцівки. Кут згинання стегна становить  $\sim 30^\circ$ , а колінний суглоб розгинається до  $\sim 5^\circ$ , положення стопи підлаштовується для зустрічі п'ятки з поверхнею та переходу до фази опору. Роль даного етапу полягає у правильному підборі градусів у суглобах для вдалої амортизації. Також не менш важливим є сповільнення руху кінцівки, що впливає на здатність обирати точку опору для початку наступної фази.

Найчастішим типом порушення ходьби є геміпаретична ходьба, яка зумовлена зниженням сили та міжм'язової координації в ураженій кінцівці [16]. Такий вид неврологічного дефіциту є несиметричним перенесенням ваги на здорову кінцівку та зменшенням часу опору на уражену кінцівку, перекосом тазу із сторони ураження та циркумдукцією перенесення ураженої кінцівки коловим рухом [28].

Ці зміни спричиняються слабкістю або паретичністю м'язів, порушенням селективного контролю та міжм'язовою взаємодією. Унаслідок цих порушень відбуваються зміни в порядку фаз ходьби. Порушення безперервності або несиметричності та різний час виконання окремих етапів в ураженій та здоровій

кінцівки [31].

Одним із найпоширеніших порушень є «звисаюча стопа» (foot drop). Це порушення спричиняється нездатністю м'язів підтримувати стопу в горизонтальному положенні унаслідок слабкості дорзальних згиначів або спастичності плантарних [30]. Дане порушення призводить до помилок у фазах Initial Swing та Mid Swing, в яких паралельне положення стопи до опорної поверхні необхідне для забезпечення кліренсу стопи та уникнення зіткнення з перешкодами. Недостатня дорсальна флексія призводить до ризику зачіпання стопою поверхні та формування компенсаторних рухів, таких як циркондукція або надмірне згинання кульшового суглоба. Іншим поширеним порушенням є гіперекстензія коліна (genu recurvatum) [16].

Порушення, яке виникає унаслідок недостатньої сили квадріцепсу або внаслідок порушення пропріорецепції, що викликає в пацієнта відчуття відсутності опору [23]. Найбільш виражене це порушення під час Mid Stance та Terminal Stance, коли розгинання коліна є необхідним для утримання маси тіла та стабільного переходу в наступну фазу. Гіперестезія є компенсаторним механізмом, що може бути необхідним, проте даний механізм сильно навантажує зв'язковий апарат колінного суглоба та робить ходьбу менш ефективною [30]. Часто спостерігається циркондукція, тобто напівколове винесення нижньої кінцівки під час переносу [16]. Дане компенсаторне порушення патерну ходьби виникає внаслідок недостатнього згинання у колінному суглобі та порушення дорзального згинання. Біомеханічне порушення локалізується переважно у фазі маху, особливо під час Initial Swing і Mid Swing, в момент, коли для переносу кінцівки необхідне її згинання та достатній кліренс між стопою і поверхнею. В процесі маху навантаження на клубово-поперековий м'яз знижується через скорочення важеля при згинанні коліна, що може компенсуватися інерцією відведення.

Ще одним характерним проявом є підйом таза (hip hiking) [16]. Він виникає як компенсація недостатнього згинання коліна або стопи під час маху. У такому

випадку пацієнт піднімає таз на стороні ураження, щоб забезпечити кліренс стопи. Найбільш помітним це порушення є під час Initial Swing та Mid-Swing. Порушення стабільності тазу, відоме як симптом Тренделенбурга [29]. Воно пов'язане зі слабкістю відвідних м'язів стегна та проявляється під час Mid Stance, коли маса тіла перенесена на опорну кінцівку, відвідний м'яз стегна не відводить кінцівку у сторону, а через фіксацію до поверхні забезпечує фіксацію тазу.

Поширеним наслідком інсульту є також зниження пропульсії, тобто здатності генерувати ефективно відштовхування від поверхні [28]. Причиною зазвичай є слабкість плантарних згиначів стопи. Це порушення найбільш виражене під час Terminal Stance та Pre-Swing, де відбувається генерація імпульсного руху вперед. Нездатність створити пропульсію призводить до значного зниження швидкості та значної неефективності ходьби. Окремо слід виділити еквіно варусну установку стопи, яка формується внаслідок спастичності литкових м'язів та м'язів-інверторів стопи [7]. Порушення найбільше впливає на Initial Contact та Loading Response, оскільки замість фізіологічного контакту п'ятою відбувається контакт переднім відділом стопи. Це погіршує амортизацію, зменшує площу опори та підвищує ризик втрати рівноваги. Таким чином, більшість постінсультних порушень ходьби має чіткий зв'язок із конкретними фазами циклу ходьби [24]. Порушення Initial Contact та Loading Response переважно пов'язані з неправильним позиціонуванням стопи та недостатньою амортизацією; Mid Stance — із дефіцитом стабілізації та контролю коліна; Terminal Stance і Pre-Swing — зі зниженням пропульсії; а Initial Swing, Mid Swing і Terminal Swing — із порушенням кліренсу стопи та просування кінцівки вперед. Такий біомеханічний підхід дозволяє точніше визначати причини патологічного патерну ходьби та обґрунтовувати вибір реабілітаційних втручань [30].

#### **1.4. Нейропластичність та етапи відновлення рухових функцій**

Ефективність відновлення ходьби після інсульту визначається сукупністю неврологічних, функціональних та індивідуальних чинників [36]. Темпи та повнота відновлення локомоторної функції залежать від характеру ураження центральної нервової системи, резервних можливостей організму та особливостей реабілітаційного процесу. Навіть за однакової локалізації інсульту результати відновлення пацієнтів можуть суттєво відрізнятись між собою, що свідчить про складний багатокомпонентний характер цього процесу [31].

Одним із провідних чинників є ступінь ушкодження структур головного мозку, які беруть участь у забезпеченні рухової функції. Найбільші труднощі під час відновлення ходьби спостерігаються при ураженні моторної кори, внутрішньої капсули та кортикоспінальних шляхів, оскільки саме ці структури забезпечують довільний контроль рухів нижніх кінцівок [31]. Збереження частини нейронних зв'язків створює передумови для ефективнішої нейронної перебудови та покращує прогноз функціонального відновлення [32].

Важливим прогностичним показником є початковий рівень рухових можливостей пацієнта [35]. Наявність навіть незначних довільних рухів у паретичній нижній кінцівці на ранніх етапах після інсульту часто свідчить про вищий потенціал відновлення. Натомість виражені рухові порушення потребують більш тривалої та інтенсивної реабілітації для досягнення функціонально значущих результатів.

Не менш важливу роль відіграє здатність підтримувати рівновагу та контролювати положення тіла у просторі [23]. Ходьба передбачає безперервне переміщення центру мас і послідовне перенесення ваги на кожну нижню кінцівку [35]. Тому порушення постурального контролю значно обмежують можливість безпечного пересування та збільшують ризик падінь [23].

На процес відновлення впливають і когнітивні функції. Збережена увага,

здатність до навчання та розуміння поставлених завдань сприяють ефективнішому засвоєнню нових рухових навичок [38]. Водночас когнітивні порушення можуть знижувати активність пацієнта у реабілітаційному процесі та уповільнювати формування функціональних рухових стереотипів.

Важливе значення мають вік пацієнта та загальний стан організму. У молодших осіб зазвичай спостерігається вищий потенціал нейропластичності та кращі можливості адаптації до наслідків ушкодження мозку [37]. Разом із тим, супутні захворювання серцево-судинної, дихальної або опорно-рухової систем можуть негативно впливати на переносимість фізичних навантажень і стримувати прогрес відновлення.

Однією з головних умов успішної реабілітації є своєчасний початок терапевтичних заходів. Раннє залучення пацієнта до фізичної активності сприяє активації нейропластичних механізмів та запобігає розвитку вторинних ускладнень, таких як контрактури, м'язова атрофія чи зниження толерантності до навантаження.

Важливими компонентами є також інтенсивність та систематичність реабілітаційних занять [43]. Регулярне виконання вправ, спрямованих на відновлення рівноваги, сили м'язів та навичок ходьби, стимулює формування нових нейронних зв'язків і сприяє закріпленню правильних рухових патернів [39]. Саме повторювана практика функціонально значущих завдань вважається однією з ключових умов ефективного моторного навчання [35].

Таким чином, відновлення ходьби після інсульту залежить від поєднання неврологічних, фізичних та реабілітаційних факторів. Комплексна оцінка цих чинників дозволяє прогнозувати перебіг відновлення, визначати реалістичні терапевтичні цілі та оптимізувати програму фізичної терапії відповідно до індивідуальних потреб пацієнта [36].

Нейропластичність — це функція, що є притаманною людській нервовій системі; це внутрішній механізм, ціллю якого є адаптація до змінних факторів навколишнього середовища [15]. Для адаптації до різноманітних факторів

нервова система застосовує різні методи зміни нервових зв'язків, такі як створення нових та перебудова старших нейронних зв'язків та зміна роботи синапсів [39]. У звичному випадку нервова система людини постійно застосовує нейропластичність для забезпечення функцій навчання та адаптації до нових стресових факторів. Після порушень діяльності ЦНС, у тому числі й при перенесенні інсульту, нейропластичність є не просто функцією навчання, а й виконує основну відновну функцію.

У наслідок інсульту відбуваються пошкодження ділянок мозку та руйнування нейронних зв'язків. Незалежно від локалізації пошкодження й проявів, які спричиняє пошкодження, механізм нейропластичності працює на рівні нейронних зв'язків, а не окремої структури [39]. Ефективність відновного процесу чітко залежить від об'єму ушкодження окремої ділянки та швидкості надання медичної допомоги. У перші дні та тижні після інсульту активізуються процеси спонтанного відновлення, які полягають у зменшенні набряків, відновленні кровопостачання, природному усуненні внутрішнього крововиливу, а також перезапуску роботи нейронних мереж, які зберегли цілісність. Надалі провідну роль починають відігравати механізми нейропластичності, що, як у випадку людини без ушкоджень структур мозку, все ще виконує роль навчання та адаптації, але тепер цей механізм намагається відновити свої функції [39].

Нейропластичність відіграє провідну роль у відновленні рухових навичок, що дає нам розуміння, що процес відновлення та навчання має одну основу [36]. Ураження моторної кори, кортикоспінальних шляхів або підкоркових структур призводить до розвитку геміпарезу, порушення координації рухів та змін патерну ходьби. Завдяки нейропластичності вцілілі нейрони, що зберегли свою функціональність, здатні утворювати нові зв'язки та переймати функції нейронів, що загинули. Відбувається адаптація усєї мережі: нейрони утворюють нові мережеві зв'язки, а синапси збільшують силу електричних імпульсів. Ця адаптація націлена у першу чергу на відновлення тих функцій, які

піддаються найбільшому стресу з оточуваного середовища [22].

Важливою особливістю нейропластичності є її залежність від рухової активності та сенсорного досвіду [39]. Чим частіше пацієнт виконує функціонально значущі рухи, тим активніше відбувається формування нових нейронних мереж. Регулярна практика сприяє закріпленню нових рухових навичок і підвищує ефективність нейронної реорганізації.

Відновлення після інсульту є результатом взаємодії спонтанних біологічних процесів та цілеспрямованих реабілітаційних втручань. Найбільша інтенсивність нейропластичних змін спостерігається протягом перших місяців після ушкодження, що зумовлено й паралельними спонтанними змінами безпосередньо у перші тижні після інсульту [37].

Варто зазначити, що незалежно від того, що найефективніший період реабілітаційних втручань припадає на перші місяці реабілітації, нейропластичність активно виконує свою функцію протягом усього життя людини, що зумовлює покращення стану навіть після декількох років після інсульту [21].

Таким чином, нейропластичність є основним інструментом для повернення втрачених функцій та функціональних можливостей пацієнта. Сучасна концепція реабілітації полягає у залученні цього явища як основного фактора відновлення. Нейрореабілітація — це не просто комплекс вправ, а цілеспрямована стимуляція адаптивних механізмів [25].

Особливості неврологічного відновлення кінцівки описуються за допомогою методу, що запропонував Сігне Бруннстрьом [19]. Запропонована ним методика базується на класифікації неврологічних проявів та розподілі їх на фази відновлення рухових функцій кінцівок після ураження ЦНС [19]. Дана методика застосовується для оцінки ступеня складності, прогнозу реабілітації. У пацієнтів після інсульту дана шкала застосовується для оцінки багатьох факторів, таких як спастичність, синергічність або в'ялість, які тестуються через виконання набору рухів за вказівкою ФТ. Можливість виконання

запланованого руху є критерієм класифікації.

На першому етапі після інсульту спостерігається стан в'ялого паралічу, або вираженого парезу [19]. Довільні рухи ураженої нижньої кінцівки відсутні, або мінімальні, м'язовий тонус різко знижений, а сухожилкові рефлекси можуть бути пригніченими. Даний період знижує перелік активного навантаження, на яке здатний пацієнт, унеможлиблює утримування маси тіла на ураженій кінцівці без допоміжних засобів. Завдання у цьому етапі будуть профілактика виникнення контрактур через збереження амплітуди рухів та сенсорна стимуляція ураженої кінцівки.

Другий етап характеризується появою слабких синергічних рухів з супутнім проявом спастичності [19]. Рухи, як правило, виникають у синергічному патерні: пацієнт може виконувати згинання чи розгинання нижньої кінцівки, залежно від виду синергії (згинальна, розгинальна). У цей період починається поступове відновлення здатності до опори кінцівки, хоча самостійна ходьба ще суттєво обмежена.

На третьому етапі спастичність досягає максимального рівня, рухи можливі лишень у синергічному шаблоні [19]. Хоч рухи значно обмежені, та саме на цьому етапі уже можливі тренування з вертикалізації та перенесення ваги на уражену кінцівку. Ходьба на даному етапі характеризується значною кількістю компенсаторних рухів, таких як циркондукція та састичний варіант звисаючої стопи. Однак, з'являється більша можливість для відпрацювання ходьби на даному етапі, ходьба має велику енерговитратність та здійснюється через компенсаторні механізми.

Четвертий етап характеризується збільшенням набору селективних рухів, які раніше повністю залежали від синергії [19]. Зростає контроль гомілковостопних, колінних та кульшових суглобів. У ходьбі знижується прояв компенсаторних рухів, а здатність переносити вагу на уражену кінцівку значно покращується. Саме на цьому етапі значно збільшується стабільність та безпека ходьби.

На п'ятому етапі спастичність продовжує зменшуватися, а рухи стають більш координованими та довільними [19]. У пацієнта відновлюється здатність до рухів не тільки поза обмеженнями синергічного патерна, а й з'являється здатність до виконання складних рухів з взаємодією декількох суглобів. Відновлюється контроль над окремими фазами ходьби, що збільшує функціональні можливості у виконанні складних рухових завдань із незначним проявом компенсаторних механізмів. Покращення фазової структури призводить до зростання швидкості ходьби та збільшення енергоефективності.

Шостий етап характеризується майже повним відновленням ізолюваних рухів та здатністю виконувати складні координовані рухові дії [19]. Спастичність практично відсутня, а патерн ходьби наближається до фізіологічного. Пацієнт може адаптувати рухи до різних умов середовища, змінювати швидкість пересування та виконувати більш складні локомоторні завдання.

Розуміння етапів відновлення має важливе практичне значення, оскільки дозволяє визначити реабілітаційні цілі, прогнозувати можливості пацієнта та підбирати втручання відповідно до поточного рівня моторного контролю.

Основою сучасної методики реабілітаційних втручань після інсульту є застосування методик, що спрямовані на відновлення рухових можливостей людини [43]. Ефективність втручання у цьому випадку напряму корелює із тим, чи здатні застосовані методи провокувати у ЦНС перебудову нейронних зв'язків через нейропластичність [5]. Ефективність підібраних втручань та компетенція ФТ у їх реалізації спричиняють ефективне нейромоторне навчання.

Нейропластичність як механізм, який виконує адаптивну функцію для її коректної роботи, потребує цілеспрямованого та специфічного навантаження [39]. Підібрані вправи мають максимально відповідати здоровому патерну рухів. У тренуванні ходьби можна ефективно застосовувати окремі складові компоненти ходьби, такі як: перенесення ваги тіла, покращення рівноваги та

крокові рухи. Формування нових рухових шаблонів потребує регулярності повторюваних навантажень [35]. Саме повторювання, що веде за собою виконання значущої кількості виконань і є передумовою якісного засвоєння нових рухових навичок.

Не менш важливим є принцип інтенсивності тренування. Нейропластичність як адаптивний механізм працює внаслідок отримання позитивного стресу. Потреба у підтримці достатнього стресового впливу потребує високої інтенсивності занять [6]. Навчання має супроводжуватися значною часткою допущених помилок, що і свідчить про факт навчання, а не просто відтворення руху, зумовленого простою руховою активністю [39]. Підбір навантаження встановлюється персонально для кожного пацієнта з огляду на тестування та фізіологічні параметри пацієнта.

Ціллю реабілітаційного процесу є максимальне відновлення життєвого функціоналу пацієнта, що зумовлює підбір вправ, адаптованих під побутові, робочі або фізіологічні задачі [14]. Це створює ще одну особливість реабілітації, принцип якої полягає в тому, що для максимального перенесення отриманих в процесі реабілітації навичок у побутове життя, впроваджені вправи мають бути наближені до побутових процесів.

Ефективність процесу реабілітації також залежить від когнітивних та психічних аспектів пацієнта, таких як: здатність до підтримки концентрації, запам'ятовування змісту минулих занять, а також стабільності мотиваційно-вольової сфери [38]. Здатність пацієнта до критичної оцінки навколишніх подій, можливість підтримки зворотного зв'язку та активне залучення у процесі виконання завдань відіграють значну роль у засвоєнні нових рухових навичок. Отримання нервових сигналів від опорно-рухового апарату та сенсорного аналізу від органів чуттів може бути недостатнім внаслідок неврологічних дефіцитів. Застосовуються зворотний зв'язок, чіткі вказівки ФТ, тактильний контакт та додаткові засоби, наприклад, застосування дзеркала. Ця інформація використовується для корекції рухів і вдосконалення рухових програм.

У процесі збільшення функціональних можливостей стресовий фактор від одноманітного навантаження стає неефективним. Збільшення навантаження у пропорції до збільшення функціональних можливостей дає змогу уникнути ефекту плато. В прогресі, навантаження може здійснюватися різними способами: технічне ускладнення рухових завдань, збільшення темпу та інтенсивності, ускладнення середовища пересування або нестандартне застосування вже освоєних навичок, як-от ходьба задом наперед [40].

Отже, стимуляція нейропластичності у фізичній терапії базується на принципах специфічності, повторюваності, інтенсивності, функціональній спрямованості, активній участі пацієнта та використанні сенсорного зворотного зв'язку [36].

Усі зазначені принципи є рівноцінними та невід'ємними для ефективного відновлення ходьби.

### **1.5. Допоміжні засоби у відновленні ходьби після інсульту**

Допоміжні засоби — це надзвичайно важливий інструмент для пацієнтів після перенесеного інсульту [43]. Допоміжні засоби здатні значно покращити мобільність та знизити ризик падіння [23]. Це відбувається внаслідок зниження певних компенсаторних рухів та покращення фазової структури ходьби [45]. У пацієнтів після перенесеного інсульту часто порушується рівновага, та здатність до самостійної ходьби може бути знижена або ж ходьба буде занадто небезпечною для її застосування [28]. Так, допоміжні засоби можуть бути необхідними для збільшення функціональної незалежності і як інструмент збільшення мобільності для залучення в процес реабілітації [9].

Однією з основних функцій допоміжних засобів є створення додаткових точок опори для зниження ризику падіння, покращення і надання можливості безпечно зайняти вертикальне положення та ходити. На початку реабілітаційного процесу відсутність допоміжних засобів, за умови вираженої слабкості ураженої кінцівки та нездатності підтримувати рівновагу, значно знизить ефективність реабілітації на ранніх етапах [12].

Різноманітні компенсаторні механізми, які порушують природну фазову структуру кроку, можуть бути виключені за допомогою допоміжного засобу [45]. Зниження компенсаторних рухів за допомогою застосування допоміжних засобів запобігає закріпленню патологічного патерну ходьби.

Застосування допоміжних засобів покращує розподілення ваги, зменшує ризик додаткових травмувань у процесі реабілітації і створює можливість ефективних занять з ціллю покращення фазової структури ходьби [42].

Важливим аспектом використання допоміжних засобів є їх вплив на нейропластичні процеси [36]. Можливість ранньої мобілізації, яку надають допоміжні засоби, значно покращує функціональний стан пацієнта на ранньому етапі [37]. Таким чином, допоміжні засоби виконують не лише компенсаторну, а й терапевтичну функцію, оскільки забезпечують умови для проведення ефективного реабілітаційного процесу.

Дані засоби значно покращують і моральний стан пацієнтів, збільшуючи їхню самостійність та допомагаючи подолати страх падіння [9]. Зниження страху падіння збільшує здатність пацієнта до активного залучення до занять та уникнення помилок на фоні страху.

Ефективність застосування цих засобів залежить від їх підбору [43]. Так, правильно підібраний допоміжний засіб має надавати ефективну підтримку в процесі ходьби і не перешкоджати пацієнту покращувати патерн ходьби, не обмежувати рухові можливості.

Роль допоміжних засобів невід'ємна: правильне їх застосування збільшує самостійність та мобільність пацієнта, створює умови для активної реабілітації та поступово підготовлює пацієнта до повернення для активного життя.

Наявні допоміжні засоби, що застосовуються для відновлення ходьби, можуть бути поділені за їхнім цільовим призначенням. Засоби додаткової опори — це засоби, які виконують роль опори, що забезпечує збільшення кількості точок опори під час ходьби [45]. До таких засобів належать ходунки, милиці, тростини. Основна мета цих засобів —

створення більшої кількості точок опори [43].

Ходунки є засобом, що застосовується на ранніх етапах для пацієнтів із значним порушенням рівноваги. Ходунки також часто застосовуються для пацієнтів із загальним зниженням сили. Даний засіб надає значний упор, але сильно поступається іншим засобам цієї групи через значне відхилення від біомеханіки ходьби [42].

У міру покращення функціонального стану допоміжні засоби змінюються. У випадку відновлення ходьби після інсульту, щоб наблизити патерн ходьби, застосовуються канадські милиці або тростини різних форматів. Тростини мають чотири-, три- та одноопорні моделі. Їх підбір залежить від кількості ваги, яку пацієнту необхідно перенести на дану опору, та від здатності підтримувати баланс. Основна роль такого засобу — застосовувати трьохточкову модель кроку, знижуючи навантаження на уражену кінцівку та зменшуючи компенсаторні явища [42].

Друга функціональна група допоміжних засобів — це група ортезів нижньої кінцівки, які виконують функцію додаткової фіксації суглобів нижньої кінцівки [45]. Найчастіше після інсульту використовуються ортези на гомілковостопний суглоб (AFO), які допомагають контролювати положення стопи під час опорної та переносної фаз кроку [45]. Також, при нездатності квадріцепсу утримувати розігнуте положення коліна, застосовується наколінний тугор, який виконує функцію фіксації коліна у фазі середньої опори. Застосування ортезів особливо актуальне при наявності «звисаючої стопи», спастичності або нестабільності гомілковостопних і колінних суглобів [45].

До наступної групи належать засоби підтримки та розвантаження маси тіла, які використовуються переважно в умовах реабілітаційних центрів [43]. До них відносяться: системи часткового розвантаження ваги тіла, підвісні системи та спеціалізовані тренажери для локомоторного тренування [33]. Їх застосування дозволяє безпечно відпрацьовувати навички ходьби навіть у пацієнтів із вираженими руховими порушеннями, поступово збільшуючи навантаження на

нижні кінцівки [24].

Біомеханічне обґрунтування застосування допоміжних засобів при відновленні ходьби після інсульту.

Цілю застосування допоміжних засобів з точки зору біомеханіки — зміна просторово-часових властивостей ходьби. Внаслідок геміпарезу порушується взаємодія темпу ураженої та здорової кінцівки, що призводить до порушення фаз ходьби [30].

Використання засобу, що створює додаткову опору для перерозподілу навантаження з ураженої нижньої кінцівки на здорову верхню кінцівку [29]. Завдяки такому розподіленню навантаження, контролю положення тіла та покращенню фазової моделі ураженої кінцівки, момент середньої упори зростає, що робить кроки симетричними та збільшує швидкість ходьби [42].

Особливе біомеханічне значення мають ортези гомілковостопного суглоба. Даний ортез відіграє важливу роль у фазі початкового маху. Контроль гомілковостопного суглоба у нейтральному положенні дає змогу забезпечувати достатній кліренс для уникнення зіткнення з поверхнею. У фазі опори він стабілізує гомілковостопний суглоб і сприяє ефективнішій передачі навантаження через нижню кінцівку [45].

Застосування цих засобів також впливає на біомеханіку тазу, зменшуючи прояви компенсаторних рухів, таких як циркондукція, підняття тазу та надмірний нахил тазу [16]. Ці покращення зумовлені опором через здорову верхню кінцівку для ефективною вертикалізації та надійнішою опорою у фазі середньої опори. Це призводить до наближення біомеханічної моделі до здорового патерну ходьби [30].

Таким чином, цінність застосування допоміжних засобів базується на їх здатності покращувати кінематичні показники та зменшувати враженість компенсаторних механізмів.

## **Висновки**

Проведений аналіз наукової літератури показав, що інсульт залишається

однією з провідних причин тривалої інвалідизації населення та часто супроводжується стійкими порушеннями рухових функцій. Одним із найбільш поширених наслідків захворювання є порушення ходьби, що обмежує функціональну незалежність пацієнтів та суттєво знижує якість життя.

Встановлено, що формування постінсультних порушень ходьби пов'язане з ураженням структур центральної нервової системи, які забезпечують контроль рухів, підтримання рівноваги та координацію локомоторної діяльності. У результаті виникають зміни просторово-часових параметрів ходьби, асиметрія крокового циклу та зниження ефективності пересування.

Аналіз сучасних наукових даних свідчить про важливу роль нейропластичності у процесі відновлення рухових функцій після інсульту. Саме здатність нервової системи до функціональної перебудови створює передумови для відновлення мобільності та формування нових рухових навичок у процесі реабілітації.

Важливе значення у відновленні ходьби мають засоби фізичної терапії та допоміжні засоби пересування, які сприяють підвищенню безпеки пересування, покращенню функціональної мобільності та збільшенню рівня самостійності пацієнтів.

## **РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

### **2.1 Дизайн наукового дослідження**

Методологічну архітектуру даної наукової праці сформовано за принципами проспективного квазіекспериментального дослідження з серійними повторюваними вимірюваннями у межах однієї вибірки дизайн «до/після».

Зазначений вибір дизайну дозволив забезпечити максимальну точність та об'єктивність під час фіксації та порівняльного аналізу динаміки кількісних, просторово-часових і якісних біомеханічних характеристик ходьби пацієнтів у процесі реалізації вказаного комплексу втручань, спрямованого на усунення рухового дефіциту після перенесеного гострого порушення мозкового кровообігу (ГПМК).

Основною метою дослідження є порівняльний аналіз результатів проведених тестувань та шкал у процесі фізичної терапії. Для оцінки кореляції між показниками різних шкал та результатами покращення ходьби.

Експериментальна частина роботи реалізовувалася на базі закладу ( Медично- реабілітаційний центр «Модричі» ) протягом ( 03.02.2025–25.04.2025 ). Загальний хронологічний термін активного реабілітаційного втручання для кожного пацієнта становив 3 тижні. Базовий терапевтичний план втручань складався з інтенсивних занять із кінезіотерапії, які проводились з кратністю 6 разів на тиждень (щотижнево, за винятком неділі). Добовий руховий режим передбачав розподіл навантаження на два функціонально різні заняття тривалістю 45 хвилин кожне. Такий високий рівень щільності реабілітаційного процесу забезпечував необхідний обсяг систематичних, повторюваних тренувань біомеханічних патернів ходьби, що є ключовою передумовою для стійкої активації механізмів нейропластичності головного мозку та довгострокового формування правильного рухового паттерну.

### **2.2 Характеристика вибірки пацієнтів**

Емпіричну базу даного наукового дослідження склали результати

динамічного спостереження та комплексної супроводу пацієнтів, які проходили індивідуальні програми відновного лікування після перенесеного гострого порушення мозкового кровообігу. Загалом до експериментальної вибірки було залучено 15 осіб.

Віковий діапазон залучених до дослідження хворих знаходився в діапазоні від 51 до 83 років, що повністю корелює з загальноприйнятою епідеміологічною та віковою структурою пацієнтів, які страждають від неврологічних дефіцитів у наслідок перенесеного ГПМК. Статева структура сформованої групи характеризувалася певним переважань осіб чоловічої статі, яких налічувалося 9 пацієнтів (що становить 60,0% від загальної вибірки), тоді як жіноча частка була представлена 6 особами (еквівалентно 40,0% від загального числа обстежених).

Формування репрезентативної групи досліджуваних відбувалося шляхом суворого дотримання розроблених клінічних фільтрів. До переліку обов'язкових критеріїв включення пацієнта до складу вибірки належали:

- верифікований діагноз перенесеного гострого порушення мозкового кровообігу за ішемічним і геморагічним типом;
- стабільний соматичний та неврологічний статус, який не загрожує життєдіяльності хворого під час фізичних навантажень;
- наявність об'єктивних розладів локомоторної сфери та просторово-часових характеристик крокового циклу;
- збережений реабілітаційний потенціал та фізична можливість повноцінно брати участь у запропонованих кінезіо терапевтичних заходах;
- обов'язкове підписання пацієнтом (або його офіційними представниками) форми інформованої згоди на добровільну участь у науковому дослідженні.

На противагу цьому, для уникнення викривлення результатів та забезпечення безпеки пацієнтів, було впроваджено систему критеріїв виключення. З експерименту безальтернативно усувалися особи, які мали виражені когнітивно-мнестичні або сенсомоторні розлади, що унеможлилювали

адекватне розуміння зверненої мови та точне виконання інструкцій фізичного терапевта.

Додатковими факторами виключення слугували тяжкі супутні соматичні, ортопедичні чи неврологічні деструкції, які здатні критично обмежити функцію ходьби. Також підставою для відмови у залученні до вибірки виступав будь-який гострий чи нестабільний загальносоматичний стан, що створював прямі медичні протипоказання до розширення рухового режиму.

### **2.3 Стратифікації пацієнтів по групах**

З метою забезпечення високої валідності та адекватності оцінки рухових можливостей хворих на різних етапах відновлення ходьби, а також уникнення ефекту ефекту «підлоги» (floor effect), у межах даної роботи було впроваджено методологію стратифікації вибірки. В основі цього підходу лежав поділ пацієнтів за рівнем поточної мобільності у просторі. Диференціація обстеження контингенту на автономні підгрупи реалізовувалася шляхом верифікації порогових клініко метричних значень. Головним основним маркером слугувала оцінка у 28 балів за шкалою Балансу Берга у поєднанні з рівнем індивідуального моторного контролю під час ортостатичної вертикалізації, який вимірювався за 4-бальною шкалою (діапазон від 0 до 3 балів), що становив 2 бали.

Застосування зазначених діагностичних фільтрів дозволило чітко розмежувати досліджувану групу пацієнтів за двома специфічними рівнями.

До першої категорії — функціональної підгрупи А (ранній етап формування мобільності) — відносили пацієнтів, чий соматичний статус характеризувався вираженим порушенням постурального контролю. Головними критеріями включення тут виступали показники за шкалою Балансу Берга, які не досягали критичного функціонального порогу у 28 балів, та дефіцит ортостатичної стабілізації на рівні 0–1 бала за моторним контролем вертикалізації. Хворі цієї групи виявляли абсолютну неспроможність самостійно або безпечно виконати стандартні тестові навантаження. Потребували вираженої сторонньої фізичної

підтримки для простого утримання вертикальної пози стоячи.

Другу категорію — функціональну підгрупу В — формували пацієнти, які успішно подолали пороговий рівень за шкалою Berg, який складав 28 балів, що свідчить про наявність координаторних можливостей для реалізації складних рухових завдань у вертикальному положенні. Моторний контроль вертикалізації у цих хворих зафіксувався у межах 2–3 балів. Збереження такого рівня вертикалізації було необхідним для самостійної ходьби. Руховий потенціал представників цієї групи дозволяє провести повноцінне часове та просторове тестування швидкісних параметрів за протоколом 10-метровий тест.

В основі запропонованого стратифікаційного підходу лежить здатність до функціонального відновлення функцій людини, де стабільна вертикалізація та надійне утримання статичного та динамічного балансу виступають обов'язковим початковим етапом перед відновленням крокових рухів. Відповідно до цієї логіки, пацієнти підгрупи А перебували на етапі ретельної підготовки рухового апарату до ходьби. Пацієнти підгрупи В перебували безпосередньо на стадії відновлення здатності займати вертикальне положення. Розподіл мав виключно динамічний характер. Фіксація пацієнта всередині певної групи визначається його функціональним статусом на момент поточного обстеження. У ході реабілітаційного процесу, за умови інтенсивної позитивної динаміки, пацієнти мали можливість емігрувати з підгрупи А до вищої підгрупи В. Головною умовою для такого перерозподілу виступало досягнення порогового оцінювання за шкалою БалансуБергавище 32 балів та якісне зростання балів за шкалою вертикалізації. Факт міграції між групами піддавався окремому аналізу під час підбиття підсумків дослідження. Зазначена міжгрупова міграція розглядається як чіткий маркер успішності терапевтичного втручання

Науково-практичне значення стратифікації для верифікації результатів

Впровадження розробленої моделі міжгрупової диференціації дозволяє вирішити кілька важливих методичних завдань. Їхня роль у межах

магістерського дослідження заключалась у:

- забезпечену можливість ефективного застосування діагностичного інструментів, який повністю відповідав поточному руховому рівню конкретного пацієнта;
- повністю усунуто ризик статистичного викривлення чи нівелювання результатів у групі пацієнтів із первинно глибоким ступенем іммобілізації;
- вдалося успішно інтегрувати та гармонізувати якісні біомеханічні критерії з кількісними часовими параметрами відновлення ходьби;
- створено надійні передумови для об'єктивної та математично коректної інтерпретації будь-яких функціональних зрушень у динаміці фізичної терапії.

#### **2.4 Методи оцінки функціонального стану пацієнтів.**

Об'єктивний моніторинг та верифікація вихідного і підсумкового стану пацієнтів здійснювалися за диференційованим протоколом. Обстеження були реалізовувалися двічі протягом експерименту. Первинний діагностичний зріз проводили на етапі прибуття до закладу проведення реабілітаційних втручань до початку виконання програми реабілітації, а повторний — безпосередньо після завершення розробленого тритижневого курсу спрямованої фізичної терапії.

Для формування цілісного клінічного уявлення про характер рухових порушень було інтегровано спектр функціональних методів дослідження. Застосований діагностичний комплекс дозволив детально проаналізувати різні рівні та ланки відновлення — від первинного ізольованого моторного контролю окремих м'язових груп до формування ефективного, біомеханічно стабільного паттерну ходьби у просторі.

Стадії відновлення по стадіях Brunnstrom . Глибина паретичного дефіциту та ступінь відновлення довільної рухової активності нижніх кінцівок. Brunnstrom Stages визначаються за допомогою класичної методики. Дана шкала дозволяє чітко диференціювати етапи відновлення довільних рухів у пацієнтів, які

перенесли гостре порушення мозкового кровообігу.

Діагностична процедура передбачає оцінку рухових можливостей хворого за шістьма послідовними стадіями (від I до VI). У межах цього підходу початкові рівні (I–II стадії) відповідали стані повного млявого паралічу або наявності мінімальних, ледве помітних довільних скорочень на тлі вираженої м'язової гіпотонії.

Середні етапи (III–IV стадії) фіксували зародження та активний розвиток стійких патологічних спастичних синергій. Контроль довільних рухів у суглобах виникає поступово.

Кінцеві рівні (V–VI стадії) проявляється, як успішний вихід із синергічних шаблонів, відновлення селективності рухів та планомірне наближення біомеханіки ходьби до показників фізіологічної норми.

Оцінка постурального контролю. Для детальної оцінки спроможності пацієнтів утримувати рівновагу тіла в різних просторових умовах. Також оцінка ризику падіння та здатності до самостійної ходьби. Була обрана та застосовувана стандартизована шкала Балансу Берга. Конструкція даної методики охоплює 14 специфічних функціональних завдань, що послідовно ускладнюються та імітують базові елементи повсякденної рухової активності.

Максимально можливий сумарний результат тестування становить 56 балів. Під час інтерпретації отриманих даних вищі цифрові значення відповідають ступеню статичної та динамічної рівноваги. Це дозволило об'єктивно оцінити надійність постурального контролю хворих як під час утримання статичних поз, так і в момент виконання складних координованих рухів.

Оцінка моторного контролю процесів вертикалізації. Рівень сформованості здатності до підтримки вертикального положення контролю під час підйому та утримання вертикальної позиції тіла досліджувався за допомогою 4-бальної шкали оцінювання (діапазон від 0 до 3 балів). Цей інструмент дозволив чітко зафіксувати ступінь автономності пацієнта під час виконання спроб переходу та утримання вертикального положення. отримані результати трактуються,

диференціювати результати за такими критеріями:

- 0 балів — абсолютна неспроможність до самостійного виконання вертикалізації, що супроводжується повним постуральним дефіцитом;
- 1 бал — здатність приймати вертикальну позу виключно за умови залучення вираженої сторонньої фізичної підтримки з боку персоналу або асистентів;
- 2 бали — досягнення парціальної (часткової) самостійності під час ортостазу, що, проте, поєднується зі стійкою біомеханічною нестабільністю тулуба та високим ризиком втрати балансу;
- 3 бали — повне, автономне виконання вертикалізації зі стабільним, тривалим та безпечним утриманням вертикальної пози тіла без сторонньої допомоги. Зазначений бальний маркер виступав пріоритетним діагностичним інструментом насамперед для контингенту пацієнтів, які перебували на ранньому етапі відновлення, коли пряме тестування швидкості ходьби було технічно неможливим через значну вираженість рухових розладів.

Оцінка фазової структури ходьби за методикою Візуального аналізу ходьби.

Під час оцінювання першочергову увагу приділяли таким інтегральним якісним критерієм, як просторово-часова симетрія фаз паретичної та здорової кінцівок, ступінь контролю колінного суглоба, а також наявність або відсутність компенсаторних рухів (гіперекстензії колінного суглоба в опорну фазу чи латеральної циркумдукції під час маху). Окремим важливим параметром слугувала чистота та достатність відриву стопи від опорної поверхні (foot clearance) на етапі переносу.

Для формалізації отриманих даних використовували диференційовану бальну систему, де рівень 0 балів виставляли за наявності виражених біомеханічних деструкцій; 1 бал вказував на парціальне (часткове) відновлення аналізованого елемента; а 2 бали свідчили про реєстрацію фізіологічно коректного,

наближеного до нормативного рухового паттерну.

Оцінка швидкості ходьби. 10-метровий тест ходьби є валідним та надійним інструментом оцінки швидкості пересування пацієнтів із неврологічними порушеннями, зокрема після інсульту. Тест використовується для визначення комфортної та максимальної швидкості ходьби, що є важливим показником функціональної мобільності та ефективності реабілітаційних втручань.

Для проведення тесту розмічається доріжка довжиною 14 метрів. Перші 2 метри призначені для розгону, наступні 10 метрів становлять зону вимірювання, а останні 2 метри – для уповільнення руху. Пацієнту пропонується пройти всю дистанцію у звичному для нього темпі. Час проходження центральної 10-метрової ділянки фіксується секундоміром.

Швидкість ходьби розраховується за формулою:

Швидкість (м/с) = 10 м / год проходження (с).

Під час тестування допускається використання допоміжних засобів пересування (тростина, ходунки тощо), якщо вони застосовуються пацієнтом у повсякденній діяльності. Отримані результати дозволяють оцінити рівень функціональної незалежності, ризик падінь та динаміку відновлення ходьби в процесі реабілітації..

## **2.5. Структура терапевтичних занять**

Розроблена реабілітаційна стратегія базувалася виключно на диференційованих кінезіотерапевтичних інтервенціях. Організаційна структура передбачає розподіл добового рухового навантаження на два функціонально різних заняття, які реалізовувалися протягом дня.

Перше заняття повністю будувалось на механізмах центрального контролю та стабілізації положенню центру маси тіла. Пріоритетними завданнями цього етапу виступали послідовна ортостатична вертикалізація пацієнта, корекція постуральних реакцій та цілеспрямоване тренування статичної та динамічної рівноваги. Невіддільною складовою занять була вибіркова активація м'язових груп тулуба (кору) та враженої нижньої кінцівки. Робота з комплексним рухом

та його окремими складовими дозволяє підготувати опорно-руховий апарат до утримувати вагу свого тіла у вертикальній позиції.

Друге заняття мало виражену функціонально-локомоторну спрямованість і було орієнтоване на безпосереднє моделювання акту ходьби. Під час цього блоку здійснювалося ізольовано відпрацювання окремих фаз крокового циклу, ініціація крокових рухів та формування просторово-часової симетрії птерну ходьби. Фінальною метою заняття було закріплення навичок функціонального пересування у просторі. Пересування у просторі реалізовувалося з використанням додаткових засобів підтримки або повністю автономно, залежно від поточних можливостей пацієнта.

Програма фізичної терапії передбачає послідовне, етапне опрацювання ключових ланок, що забезпечують цілісне відновлення ходьби людини:

- Вертикалізація та постуральний контроль. Робота починалася з полегшення та кінезіологічного супроводу рухових переходів із положення лежачи у позицію сидячи з подальшим виходом у вертикальне положення стоячи. Особливу увагу приділяли стабільному утриманню вертикальної пози, усвідомленому контролю положення загального центра мас та стимуляції симетричного розподілу ваги тіла між ураженою та здоровою нижніми кінцівками. Моделювання та стабілізація опорної фази кроку. Терапевтичні заходи передбачали тренування безпечного перенесення маси тіла на паретичну ногу. У процесі вертекалізації основною із задач була стабілізація таза у просторі. Окремо відпрацьовувався ексцентричний та концентричний контроль колінного суглоба в момент опори, що дозволяло суттєво підвищити стійкість та біомеханічну надійність нижньої кінцівки під час навантаження. Покращення фази переносу кінцівки. Кінезіо терапевтичний вплив спрямовувався на полегшення довільної ініціації кроку та стимуляцію достатнього тильного згинання стопи для забезпечення безпечного проміжку між нею та підлогою. Паралельно проводилася робота, орієнтована на пригнічення спастичних патологічних синергій та відновлення амплітуди

згинання коліна на етапі замаху. Цілісне моделювання біомеханічного патерну ходьби. Даний компонент охоплював ходьбу під керівництвом терапевта (або з використанням брусів, ходунків) та самостійне пересування. Головна увага приділялася відновленню фізіологічної ритмічності кроків та корекції компенсаторних патернів: латерального винесення ноги через бік (циркумдукції), рекурвації (гіперекстензії) колінного суглоба та явищ «звисаючої стопи». Тренування статичного та динамічного балансу. Навантаження включає виконання вправ, пов'язаних із умисним динамічним зміщенням центра мас у різних площинах. Провокування реактивних постуральних відповідей на зовнішні збурення, а також стабілізацію тулуба під час багатоосьових рухових завдань.

Розроблений реабілітаційний комплекс не був статичним і гнучко адаптувався під конкретний соматичний та функціональний статус пацієнта. Для хворих, які склали підгрупу А (глибокий руховий дефіцит), вектор терапії суттєво зміщувався у бік ранньої вертикалізації, пасивно-активного формування постурального контролю та ретельної підготовки опорного апарату до тривалого перебування у положенні стоячи.

На противагу цьому, для пацієнтів підгрупи В (наявна функціональна локомоція) акцент переносився на вдосконалення кінематики ходьби. Через покращення кількісних та якісних характеристик. Якісними виступали просторове відновлення симетрії крокових циклів та покращення якості окремих. Кількісний об'єктивний контроль у цій групі забезпечувався регулярною фіксацією часових параметрів за протоколом 10 Meter Walk Test.

Протягом усього тритижневого курсу відновного лікування застосовувався принцип строгої та систематичної прогресії фізичних вимог. Нарощування складності реабілітаційного процесу реалізовувалося через такі методологічні кроки:

- поступове підвищення координаційної та біомеханічної складності

моторних завдань;

- планомірне зниження рівня зовнішньої мануальної або інструментальної підтримки з боку терапевта;
- послідовний перехід від статичного утримання поз до виконання вправ у складних динамічних режимах;
- збільшення тривалості локомоторних сесій та ускладнення просторової траєкторії ходьби;
- впровадження додаткових когнітивно-рухових завдань для підвищення надійності сформованого патерну пересування.

В основі побудови розробленого реабілітаційного комплексу лежав фундаментальний принцип покращення окремих складових та їхнє об'єднання в одній функції людини. Терапевтичний вплив здійснювався послідовно: від стабілізації базового контролю вертикалізації до моделювання раціонального, біомеханічно вигідного циклу ходьби. Особливий акцент було зроблено на забезпеченні та відновленні його фазової структури. Покращення структури найбільш якісний показник підвищення загальної функціональної мобільності пацієнтів

Якісний моніторинг структури локомоції здійснювався шляхом покрокового клінічного аналізу окремих фаз крокового циклу. Експертній оцінці піддавали всі ключові періоди опори та переносу кінцівки, зокрема: початковий контакт (initial contact), фазу безпосереднього навантаження (loading response), періоди середньої (mid stance) та кінцевої опори (terminal stance), а також передзамахову фазу (pre-swing). Разом із цим детально вивчалася кінематика маху на етапах початкового (initial swing), середнього (mid swing) та кінцевого замаху (terminal swing).

## **2.6 Методологія математико-статистичного аналізу**

З метою забезпечення високої об'єктивності та верифікації отриманих даних

у роботі було застосовано класичні методи описової статистики. Математична обробка здійснювалася диференційовано для кожної з двох сформованих функціональних підгруп із паралельним групуванням за окремими параметрами.

Для узагальнення результатів визначали середнє арифметичне значення показників, що дозволяє охарактеризувати середній рівень моторного відновлення, рівноваги, вертикалізації та ходьби в досліджуваних групах.

Середнє арифметичне обчислювали за формулою:

$$M = \Sigma x / n$$

де:

M – середнє арифметичне значення показника;  
 $\Sigma x$  – сума всіх отриманих значень;  
n – кількість спостережень.

Для оцінки змін функціонального стану пацієнтів визначали абсолютний приріст показників:

$$\Delta X = X_2 - X_1$$

де:

$\Delta X$  – абсолютний приріст показника;  
 $X_1$  – початкове значення показника;  
 $X_2$  – кінцеве значення показника.

Крім того, для порівняння вираженості змін між різними показниками розраховували відносний приріст у відсотках:

$$\Delta\% = ((X_2 - X_1) / X_1) \times 100$$

де:

$\Delta\%$  – відносний приріст показника;  
 $X_1$  – початкове значення показника;

X<sub>2</sub> – кінцеве значення показника.

Отримані результати використовувалися для аналізу динаміки показників за шкалою Brunstrom, Berg Balance Scale, рівня вертикалізації, швидкості ходьби за тестом 10метровий тестта фазової оцінки ходьби, а також для подальшого співставлення результатів між групами пацієнтів із різним рівнем функціональної мобільності.

### **РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ АНАЛІЗ**

### 3.1 Комплексний профіль залучених пацієнтів

Емпіричний фундамент проведеного дослідження склали результати обстеження та курації 15 пацієнтів. Усі пацієнти здійснили запит на проходження курсу фізичної терапії з ціллю відновлення порушених функцій внаслідок перенесеного гострого порушення мозкового кровообігу. Основним запитом цих звернень було відновлення ходьби.

Таблиця 3.1. Комплексний сомато-метричний та функціональний профіль залучених до дослідження пацієнтів

**Вибірка пацієнтів      Таблиця 1**

<b>Показник</b>	<b>Загальна вибірка (n=15)</b>	<b>Група А (n=6)</b>	<b>Група В (n=9)</b>
Вік, років (M±SD)	66,3 ± 8,8	72,7 ± 6,1	62,1 ± 6,7
Чоловіки, n (%)	9 (60,0)	4 (66,7)	5 (55,6)
Жінки, n (%)	6 (40,0)	2 (33,3)	4 (44,4)
Баланс Берга (до), балів	29,6 ± 10,0	19,5 ± 3,0	36,4 ± 3,2
Рівень вертикалізації (до), балів	1,6 ± 1,1	0,5 ± 0,5	2,3 ± 0,5
Здатність до виконання 10 метровий тест	Часткова	Відсутня	Наявна
Рівень функціональної мобільності	Неоднорідний	Обмежен ий	Функціональ на хода

Первинний етап формування вибірки зафіксував виражену розбіжність у перебігу ГПМК та різний ступінь рухових розладів серед залучених хворих. На старті експерименту учасники відрізнялися за глибиною паретичного дефіциту,

ступенем збереженості механізмів центральної регуляції пози тіла, а також за рівнем адаптації до умов автономного пересування у просторі.

Клінікометричний моніторинг етапів нервово-м'язового відновлення за критеріями Brunnstrom Stages виявив, що більша частина пацієнтів на момент госпіталізації перебувала в діапазоні II–IV стадій. Такий неврологічний статус свідчить про активну фазу формування стійких патологічних рухових синергій. Така оцінка свідчить про значне обмеження селективних рухів.

Аналогічна варіативність фіксувалася під час вивчення статокінетичної стійкості за допомогою інструменту Шкала Балансу Берга. Значний за амплітудою розкид бальних оцінок відображав суттєву розбіжність у можливостях пацієнтів утримувати рівновагу та здійснювати базові координаційні координаторні завдання в ортостатичному положенні.

Показники моторного контролю під час вертикалізації також підтвердили неоднорідність здатності до вертикалізації. Певна частина обстежених проявила критичну залежність від сторонньої допомоги під час спроб прийняти вертикальну позу.

Методологічне обґрунтування міжгрупової диференціації базується на значній відмінності в оцінках груп. На отримані вихідні параметри статокінетичного балансу та об'єктивні можливості контролю ортостазу, весь контингент пацієнтів було диференційовано на дві специфічні рухові підгрупи.

### **3.2 Аналіз результатів тестувань**

Brunnstrom Stages це — шкала для об'єктивної оцінки зменшення вираженості рухових порушень та ступеня відновлення довільного контролю над ураженими кінцівками. Діагностичний зріз виконувався двічі: під час первинного обстеження пацієнтів на етапі госпіталізації та безпосередньо після завершення розробленого тритижневого курсу фізичної терапії.

Аналіз загальних тенденцій моторної еволюції

Вихідний скринінг рухової сфери засвідчив, що переважна більшість хворих

у загальній вибірці перебувала в межах II–IV стадій за Brunstrom. Цей етап постінсультного періоду характеризується чітким домінуванням стійких патологічних синергій на тлі суттєвого обмеження або повної відсутності селективного довільного контролю над окремими м'язовими групами.

Повторна діагностика після завершення реабілітаційного циклу виявила стійкий позитивний тренд у моторному відновленні більшої частини обстежених. Якісний стрибок та перехід на вищу стадію за Brunstrom зафіксовано у 12 із 15, що становить 80% від загального контингенту. Стабільний руховий статус без видимих змін початкової стадії зберігся у 3 пацієнтів (20%). Важливо акцентувати, що за час спостереження не було зареєстровано жодного факту ускладнення рухових функцій чи поглиблення паретичного дефіциту.

Диференційований аналіз динаміки у розрізі підгруп. Глибоке вивчення отриманих результатів у розрізі сформованих функціональних підгруп дозволило деталізувати специфіку відновних процесів:

- Група А. Дана група пацієнтів первинно характеризувалася найнижчими руховими можливостями (переважно I–III стадії). Після курсу фізичної терапії середній показник групи зріс із вихідних 2,00 балів до підсумкових 2,83 балів, продемонструвавши абсолютний приріст на рівні 0,83 балів (відносна динаміка склала 41,5%). Клінічно це виражалось у переході хворих із I до II стадії, міграції з II до III стадії, а також в оптимізації рухового контролю всередині самої III стадії. Вказані зсуви свідчать про зародження базової довільної активності та поступове нівелювання спастичних патологічних синергій.

- Група В. У цій підгрупі стартово превалювали вищі, III–IV рівні рухового контролю. Під впливом терапевтичних заходів середній бал зріс із 3,56 до 4,44 балів. Абсолютна зміна становила 0,88 балів, що еквівалентно відносному прогресу на 24,7%. Фіксувалися переходи пацієнтів із III до IV, а також із IV до V. Такі зміни проявляються значним покращенням контрольованих рухів.

**Результат Brumstrom Таблица 2**

<b>Група</b>	<b>До дослідження, бали</b>	<b>Після дослідження, бали</b>	<b>Абсолютний приріст</b>	<b>Відносний приріст, %</b>
A (n=6)	2,00	2,83	0,83	41,5
B (n=9)	3,56	4,44	0,88	24,7

Зібраний емпіричний матеріал свідчить, що розроблена програма фізичної терапії виконує свою функцію та стимулює покращення неврологічного стану. Покращення, які продемонстровані виступають фундаментальною біомеханічною передумовою для відновлення навичок функціональної ходьби. Особливу наукову цінність має той факт, що позитивний руховий відгук було отримано навіть у групі пацієнтів із первинно глибоким ураженням (група А). Це повністю підтверджує невід'ємність складових та їхню залежність між собою.

Таким чином, результати клінікометрії за системою стадій Brunnstrom наочно демонструють виражену оптимізацію моторного контролю у переважній більшості пацієнтів. Отримані дані верифікують формування надійної координаційної основи, для подальшого відновлення складних актів ходьби, насамперед, відновлення її функціональності.

Для моніторингу стабільності вертикальної пози та оцінки координаторних можливостей хворих у динаміці реабілітаційного процесу було застосовано клінікометричний інструмент шкала Балансу Берга. Тестування здійснювалося

двічі: під час первинного огляду пацієнтів, а також після завершення розробленого тритижневого терапевтичного комплексу.

Аналіз загальних тенденцій відновлення балансу продемонстрував значну гетерогенність клінічної картини всередині загальної групи досліджуваних. Показники стійкості варіювали в широкому діапазоні, віддзеркалюючи суттєву розбіжність у збереженості рухового потенціалу — від глибокого порушення постуральних функцій до відносно стабільного утримання пози тіла.

Підсумкова діагностика засвідчила наявність стійкого регресу координаторних порушень у абсолютно всіх учасників експерименту. Зокрема, загальний середній бал за аналізованою шкалою Berg зріс із вихідної позначки близько 30 балів до підсумкових 42 балів. Позитивний вектор рухових покращень зафіксовано у 100% клінічних випадків, при цьому жодного факту регресу чи погіршення статокінетичних можливостей протягом періоду спостереження виявлено не було.

Ретельне вивчення параметрів у розрізі сформованих підгруп дозволило виявити специфічні особливості покращень рухових функцій. Хворі підгрупи А на старті лікування характеризувалися критично низьким рівнем балансу, який переважно не досягав межі у 30 балів (середнє вихідне значення становило 19,5 балів), що вказувало на серйозну загрозу втрати рівноваги.

Реалізація реабілітаційних заходів забезпечила цій підгрупі пацієнтів абсолютний середній приріст у 7,5 балів, дозволивши вийти на підсумковий рівень 27,0 балів (відносна динаміка покращення склала 38,5%). Отримані дані підтверджують якісне збільшення функціоналу рухової сфери: у хворих суттєво покращилася спроможність утримувати ортостатичне положення стоячи та з'явилися перші стійкі ознаки автономного балансування. Такі трансформації є маркером формування базової здатності до підтримання самостійного вертикального положення, без якого неможлива подальша активація локомоторної функції ходьби.

Таблиця 3 Динаміка показників статокінетичної рівноваги пацієнтів за

шкалою Балансу Берга

**Результати шкали Балансу Берга Таблиця 3**

<b>Група</b>	<b>До дослідження, бали</b>	<b>Після дослідження, бали</b>	<b>Абсолютний приріст</b>	<b>Відносний приріст, %</b>
А (n=6)	19,5	27,0	7,5	38,5
В (n=9)	36,4	47,2	10,8	29,7

Для представників підгрупи В були характерні вищі вихідні параметри, які в середньому дорівнювали 36,4 балам, що свідчило про часткову збереженість локомоторного ресурсу. Завдяки спрямованому фізичному втручанню середній показник цієї когорти зріс на 10,8 балів (відносний приріст — 29,7%) і зафіксувався на відмітці 47,2 балів.

Важливо, що більша частина пацієнтів цієї підгрупи змогла подолати критичний поріг у 45 балів. Вказаний клінічний результат корелює з відновленням високого рівня функціональної самостійності в умовах щоденної активності. Одночасно з цим у пацієнтів зафіксовано суттєву оптимізацію динамічного балансу під час безпосереднього виконання локомоторних циклів пересування.

Патогенетична інтерпретація та клінічні зсуви індексів за Балансом Берга. У пацієнтів групи А досягнутий рівень стабілізації рівноваги виступив обов'язковим фундаментом для запуску навичок функціонального пересування. У хворих групи В прогрес цього параметра трансформувалася у підвищення загальної біомеханічної стабільності, економізації та безпеки рухової активності.

Для детального аналізу спроможності хворих приймати та утримувати вертикальне положення тіла було застосовано 4-бальну шкалу (діапазон від 0

до 3 балів). Даний вид моніторингу фокусувався на контингенті пацієнтів із глибоким дефіцитом рухової активності (представники групи А).

#### Вихідний профіль рухових порушень

Первинне обстеження засвідчило наявність глибоких розладів функцій вертикалізації у структурі загального неврологічного дефіциту хворих підгрупи А. Клінічна картина розподілу пацієнтів за балами мала такий вигляд:

- повна неспроможність до самостійної зміни положення тіла (0 балів) була зафіксована у 3 осіб; здатність до ортостазу виключно за умови суттєвої сторонньої підтримки (1 бал) відзначена також у 3 пацієнтів. На початковому етапі жоден із представників аналізованої когорти не володів достатнім рівнем антигравітаційного постурального контролю, який дозволив би автономно перебувати в положенні стоячи навіть протягом короткого проміжку часу.

Якісна оцінка архітекtonіки локомоції проводиться серед пацієнтів, які володіють здатністю до ініціації та виконання крокових рухів. Зазначену групу переважно сформували представники підгрупи В, а також окремі особи з групи А, які продемонстрували достатній відновний потенціал і досягли необхідного рухового рівня під час реабілітації.

Аналітичний моніторинг кінематики кроку здійснювали за допомогою диференційованої бальної системи оцінювання (шкала від 0 до 2 балів). У межах цього підходу критерій 0 балів відповідав деструктивним порушенням локомоції, 1 бал фіксував часткове відновлення елемента, а 2 бали виставляють за умови реєстрації фізіологічного рухового патерну, наближеного до нормативних значень.

Вихідний профіль фазового порушення ходьби виявив наявність стійких, для постінсультного стану спотворень біомеханіки ходьби. Серед провідних деструктивних чинників у досліджуваних пацієнтів чітко виділялися виражена просторово-часова асиметрія кроку та суттєвий дефіцит стабілізації опорної фази на ураженому боці. Окремої уваги заслуговував незадовільний рівень моторного контролю колінного суглоба, що виявляється у схильності до

патологічної гіперекстензії, а також феномен «падаючої стопи» (insufficiency of foot clearance) під час фази переносу кінцівки. Наслідком вказаних розладів стало формування грубих компенсаторних стратегій, зокрема циркумдукції (винесення ноги через бік).

Сумарна стартова оцінка якості виконання фаз ходьби коливалася в низьких межах від 0,8 до 1,2 бала. Такі цифри об'єктивно підтверджують факт стійкої фіксації дефектного, енергетично неефективного та патологічного стереотипу ходьби.

Розвиток біомеханічних параметрів після фізичного втручання

Реалізація повного курсу цілеспрямованої фізичної терапії забезпечила суттєве переформатування локомоторного паттерну та оптимізацію кінематики кроку в усій групі спостереження. Підсумковий інтегральний показник продемонстрував переконливе зростання до меж 1,6–1,8 балла. Більшість обстежених пацієнтів продемонстрували згладжування ознак асиметрії, підвищення стабільності опорної відповіді та якісну еволюцію махових рухів ураженої кінцівки.

Глибокий аналіз окремих складових крокового циклу дозволив деталізувати вектор відновних процесів:

- Опорна фаза. Зафіксовано суттєве підвищення опорної спроможності та стабільності ураженої нижньої кінцівки. Прогрес супроводжувався стабілізацією положення таза у просторі та логічним зниженням залежності хворих від додаткових зовнішніх засобів підтримки чи допомоги персоналу.

- Фаза переносу кінцівки. Об'єктивно покращилися процеси біомеханічної ініціації кроку та амплітуда тильного згинання стопи. Оптимізація цього параметра дозволила мінімізувати прояви патологічної циркумдукції, роблячи рух траєкторією вперед більш фізіологічним.

- Контроль колінного артикуляційного апарату. Вдалося досягти нівелювання явищ рекурвації (гіперекстензії) колінного суглоба в момент опори з паралельним покращенням амплітуди контрольованого флексійного згинання

під час фази замаху.

- Локомоторна симетрія. Дані свідчать про нівелювання просторово-часового дисбалансу між кроковими циклами здорової та паретичної кінцівок, що безпосередньо трансформувалося у відновлення плавності та ритмічності ходьби.

#### Патогенетична інтерпретація та висновки

Отримані в ході експерименту результати переконливо доводять факт моделювання більш фізіологічної архітекtonіки ходьби у пацієнтів постінсультного профілю. Корекція фазової структури кроку виступає базовим маркером не просто кількісного нарощування рухової активності, а фундаментального підвищення біомеханічної вигідності, економізації та загальної безпеки пересування хворих у просторі.

На відміну від суто лінійних швидкісних метрик, якісний фазовий аналіз дозволяє оцінити внутрішню структуру локомоції. Саме цей параметр має вирішальне прогностичне значення для забезпечення довгострокового та стабільного функціонального відновлення пацієнта та його інтеграції у повсякденне життя.

Результати проведеного дослідження біомеханіки ходьби наочно демонструють виражену позитивну перебудову внутрішньої структури рухів. Це повністю верифікує високу терапевтичну спроможність та патогенетичну доцільність застосування програми кінезіотерапії у процесах регенерації природних функціональних рухових патернів людини.

#### Оцінка швидкісних характеристик ходьби пацієнтів

Для кількісного аналізу локомоторної функції у пацієнтів із збереженим потенціалом до пересування (представники групи В) було застосовано методику 10-метровий тест. Тестування здійснювали двічі: під час первинного обстеження та безпосередньо після закінчення терапевтичного курсу.

#### Вихідний стан локомоції

Первинна діагностика зафіксувала суттєве уповільнення темпу ходьби у

межах досліджуваної когорти. Середні значення коливалися від 0,30 до 0,45 м/с. Такі цифри вказують на глибокий дефіцит функціональної мобільності, що супроводжується високою ймовірністю втрати автономності у побуті та формуванням залежності від сторонньої допомоги.

**Результати 10 метровий тест ходьби Таблиця 4**

<b>Група</b>	<b>До дослідження, м/с</b>	<b>Після дослідження, м/с</b>	<b>Абсолютний приріст</b>	<b>Відносний приріст, %</b>
<b>В (n=9)</b>	0,37	0,72	0,35	94,6

#### Загальний аналіз результатів

Три тижні цілеспрямованої фізичної терапії забезпечили позитивні зрушення локомоторних спроможностей у абсолютно всіх пацієнтів групи В (ефект зафіксовано у 100% випадків). Прогрес підтверджується такими числовими змінами:

- середній підсумковий показник досяг меж 0,60–0,80 м/с; показники індивідуального покращення становили від 0,25 до 0,35 м/с. Важливо, що окремі пацієнти продемонстрували швидкість, яка наближається до критеріїв повної рухової самостійності в умовах обмеженого простору (кімнати).

#### Клінічний аналіз отриманих даних

Реєстрація вищих швидкісних індексів прямо вказує на оптимізацію механіки кроку та суттєве розширення фізичних можливостей хворих. Отримані цифри доводять логічний взаємозв'язок: поступова стабілізація моторного контролю, відновлення відчуття балансу тіла, а також корекція часових фаз кроку забезпечують сумарне покращення просторово-часових характеристик ходьби.

Найбільш виражений приріст був зафіксований за показником швидкості ходьби, визначеним за допомогою тесту 10 Meter Walk Test. Зростання

швидкості пересування пересування свідчить про підвищення функціональної незалежності пацієнтів та покращення їх здатності виконувати повсякденну діяльність.

Позитивна динаміка фазової оцінки ходьби вказує на покращення координації рухів, більш повне виконання фаз крокового циклу та зменшення проявів патологічного патерну ходьби. Це дозволяє припустити, що відновлення локомоторної функції супроводжувалося не лише збільшенням швидкості пересування, а й покращенням якості ходьби.

Водночас приріст показників за шкалами Brunstrom та Berg був менш вираженим, ніж приріст функціональних характеристик ходьби. Це може свідчити про те, що після досягнення певного рівня моторного відновлення подальше покращення мобільності визначається здатністю ефективно використовувати наявні рухові можливості під час пересування.

Аналіз результатів пацієнтів групи А показав, що найбільш виражені зміни відбувалися на рівні базових компонентів мобільності. Найбільший приріст спостерігався за показником вертикалізації, що свідчить про покращення здатності пацієнтів переходити у вертикальне положення та утримувати його протягом певного часу. Саме вертикалізація є однією з основних передумов відновлення ходьби після інсульту. Можливість перенесення маси тіла на нижні кінцівки та формування постурального контролю є відправною точкою.

Позитивна динаміка за шкалою Berg Balance Scale свідчить про покращення рівноваги та зменшення ризику втрати стійкості під час виконання рухових завдань. Відомо, що дефіцит рівноваги є одним із головних чинників обмеження мобільності після інсульту. Покращення даного показника можна розглядати як важливу передумову для подальшого формування навички ходьби. Особливої уваги заслуговують результати фазової оцінки ходьби. Незважаючи на те, що частина пацієнтів групи А на початку дослідження не могла виконувати самостійну ходьбу, наприкінці реабілітаційного курсу у них спостерігалось формування окремих елементів крокового циклу. Це свідчить

про позитивну динаміку функціонального відновлення навіть за відносно невисоких показників моторного відновлення.

### **3.3 Порівняльна оцінка між групами**

Завершення тритижневого курсу цілеспрямованої фізичної терапії привело до реєстрації стійкого позитивного темпу у відновленні моторного контролю вертикалізації серед усіх пацієнтів підгрупи А. Середній бал у цій підгрупі зріс із вихідних 0,5 бала до підсумкових 1,5 бала. Слід зауважити, що абсолютний приріст становив 1,0 бал, що еквівалентно відносному стрибку показника на 200,0%. Водночас у пацієнтів групи В, які мали вищий стартовий рівень (2,33 бала), показник досяг максимальних 3,0 балів, продемонструвавши відносне покращення на 28,8%.

**Відсотковий приріст показників** Діаграма 1

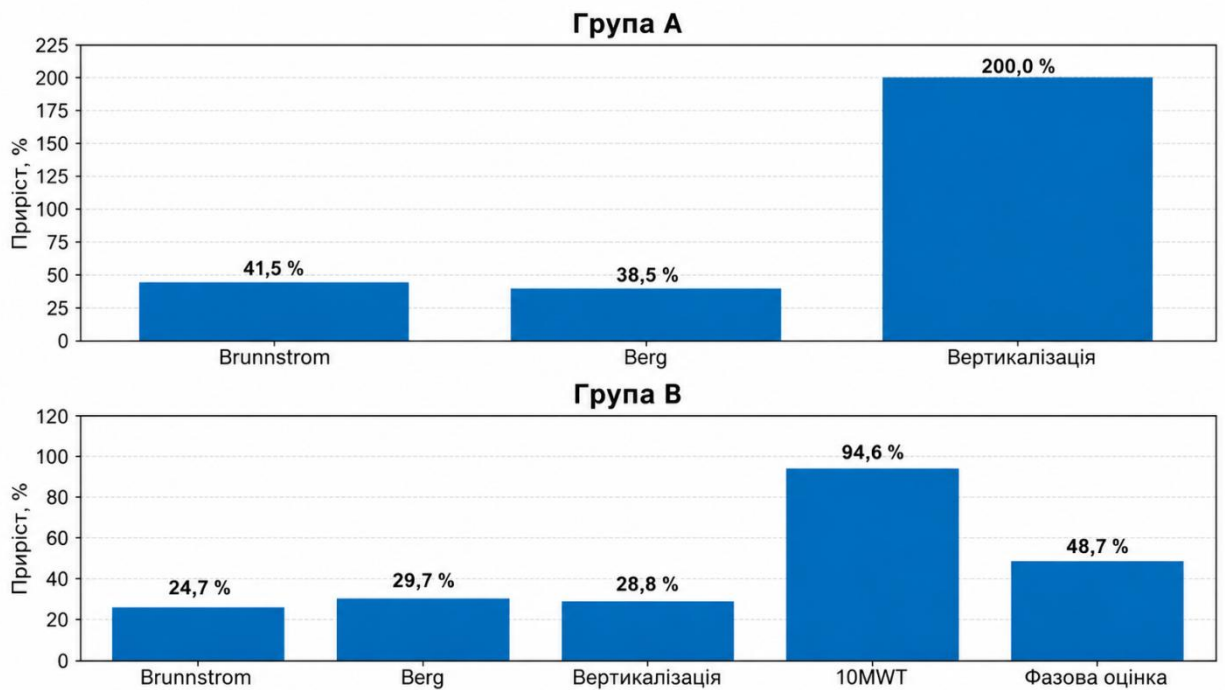


Рисунок – Відносний приріст показників у пацієнтів груп А та В після реабілітації

**Таблиця до діаграма**

Показник	Група А, %
Brunnstrom	41,5
Berg Balance Scale	38,5
Контроль вертикалізації	200,0
10 Meter Walk Test	—
Фазова оцінка ходьби	—

**Таблиця 5**

Група В, %
24,7
29,7
28,8
94,6
48,7

Вказані числові зрушення трансформувалися в якісну перебудову рухового статусу. Хворі, які на початку реабілітації демонстрували абсолютну залежність від персоналу, еволюціонували до рівня часткової інтеграції у процес підйому. Своєю чергою, особи з мінімальним початковим контролем змогли вийти на рівень часткової рухової самостійності.

Клініко-патогенетичне обґрунтування

Отриманий масив даних об'єктивно підтверджує активацію базових механізмів, відповідальних за відновлення статокінетичного контролю.

Оптимізація рухових параметрів вертикалізації віддзеркалює відновлення здатності пацієнта здійснювати перехід в антигравітаційну позу, стабілізувати тулуб у просторі та коректно координувати положення загального центра мас тіла. Ці етапи є патогенетично невіддільними складовими локомоторної реабілітації, адже стійкий ортостаз виступає обов'язковою біомеханічною передумовою для подальшої індукції крокових рухів.

Покращення здатності контролювати вертикальну позу тісно корелювало з досягненням пацієнтами того функціонального рівня, який дозволяє безпечно виконувати завдання в положенні стоячи та успішно ініціювати перші крокові цикли. Саме ці позитивні зрушення заклали надійний фундамент для подальшої міграції частини хворих до вищої функціональної групи (групи В).

Таким чином, результати клінічної оцінки локомоторного ортостазу наочно доводять, що навіть за наявності глибокого первинного неврологічного дефіциту інтенсивні, патогенетично обґрунтовані реабілітаційні заходи здатні забезпечити значний функціональний приріст у стислі терміни.

### **3.4 Перерозподіл пацієнтів між групами**

Важливим критерієм оцінки результативності розробленої реабілітаційної стратегії слугував моніторинг переходу хворих із групи А (дефіцит мобільності раннього етапу) до групи В (сформована функціональна локомоція). Диференціація пацієнтів базувалася на комплексному аналізі показників балансу тіла Балансу Берга, ступеня моторного контролю під час вертикалізації, а також спроможності виконувати базові рухові завдання, пов'язані з ходьбою. Характеристика міжгрупової динамі пацієнтів перед початком реабілітаційних заходів мав такий вигляд: до групи А було віднесено 6 осіб, тоді як групу В сформували 9 хворих. Повторне обстеження після завершення курсу фізичної терапії засвідчило наявність позитивних якісних змін. Зокрема, третина пацієнтів із початковим низьким рівнем (33,3% або 2 особи з групи А) змогли продемонструвати прогрес, достатній для їхнього переведення

до групи В. Решта хворих (66,7%, що відповідає 4 особам) залишилися в межах групи А, проте в них також відзначено об'єктивне покращення загального функціонального статусу. Щодо представників групи В, то всі пацієнти цієї групи успішно зберегли або суттєво покращили свій базовий локомоторний потенціал.

Обґрунтування перехідних критеріїв прогресу пацієнтів та їх перехід із групи А до вищої за рівнем групи В ставав можливим лише за умови досягнення чітко визначених клінічних маркерів:

- позитивна динаміка та стабілізація показників рівноваги за шкалою Бергадо функціонально значущих меж; зростання рівня моторного контролю під час вертикалізації щонайменше до 2–3 балів; відновлення здатності пересуватися самостійно або з використанням додаткових засобів підтримки; можливість коректного виконання тестового завдання 10 метровий тест ходьби.

Клінічне значення отриманих результатів Фіксація переходів хворих між функціональними рівнями віддзеркалює якісну перебудову рухової сфери. Мова йде про фундаментальну трансформацію — від базового утримання пози та постурального контролю до усвідомленого формування навичок функціонального пересування. Зібрані дані чітко демонструють, що запропонована відновна програма діє комплексно. Вона забезпечує не лише ізольоване покращення окремих параметрів, а й системно виводить пацієнта на вищий рівень побутової автономії. На особливу увагу заслуговує той факт, що навіть за умови глибоких первинних неврологічних уражень пацієнти здатні досягати результатів, які дозволяють їм самостійно виконувати елементарні локомоторні завдання.

Проведений аналіз міжгрупових переходів слугує прямим доказом високої патогенетичної обґрунтованості терапевтичного втручання. Виражена позитивна динаміка відновлення рухового дефіциту в осіб, які перенесли гостре порушення мозкового кровообігу.

**3.5 Комплексне зіставлення результатів дослідження**

Ретельне вивчення показників пацієнтів, які склали групу А, дало змогу встановити, що найбільш інтенсивні та виражені зрушення відбувалися саме в архітектурі базових елементів мобільності. Найбільш помітні позитивні зрушення зафіксовано за швидкісними характеристиками, які верифікувалися інструментом 10 Meter Walk Test. Прискорення темпу пересування логічно вказує на розширення меж функціональної автономії хворих, що прямо прогнозує якість реалізації їхніх повсякденних побутових потреб.

#### Результати показників середніх значень у обох групах Таблиця 5

Клінічний маркер	Група А (до лікування)	Група А (після лікування)	Група В (до лікування)	Група В (після лікування)
Оцінка за Brunnstrom, бали	2,00	2,83	3,56	4,44
Баланс за Балансом Берга, бали	19,5	27,0	36,4	47,2
Контроль вертикалізації, бали	0,5	1,5	2,33	3,0
Швидкість ходьби за 10-МТХ, м/с	—	—	0,37	0,72
Фазова структура ходьби, бали	—	—	4,33	6,44

Зареєстрований прогрес у фазовій структурі кроку чітко сигналізує про оптимізацію координаторних механізмів. Мова йде про повноцінне завершення

окремих етапів крокового циклу та нівелювання ознак сформованого патологічного рухового стереотипу. На основі цього можна стверджувати: регенерація локомоторних спроможностей супроводжувалася не просто механічним збільшенням швидкості ходьби, а й суттєвою якісною перебудовою самого рухового паттерну.

Динаміка за шкалами Brunnstrom та Berg виявилася менш динамічною, якщо порівнювати її з суто функціональними змінами параметрів ходьби. Така розбіжність дає підстави припустити: після виходу на певний рівень моторного переформатування подальше покращення мобільності лімітується навичкою ефективного задіювання уже наявних рухових ресурсів під час пересування.

Аналізуючи дані пацієнтів, які увійшли до групи А, ми помітили, що найінтенсивніша трансформація охопила саме основні показники такі, як моторний контроль вертикалізації. Максимальний приріст індексів виявлено у процесах вертикалізації. Це наочно доводить покращення здатності хворих самостійно приймати вертикальну позицію та стабільно утримувати її протягом необхідного часового проміжку. Нагадаємо, що саме успішна вертикалізація виступає базовим для відновлення ходьби в післяінсультному періоді. Вона запускає механізми адекватного перенесення ваги тіла на опорні кінцівки та закладає основи постурального контролю.

Паралельно з цим, позитивні зсуви за Berg Balance Scale відображають стабілізацію відчуття балансу і суттєве зниження ризику падінь чи втрати стійкості під час рухової активності. Оскільки дефіцит рівноваги традиційно визнається одним із головних тригерів ізоляції та обмеження рухливості після інсульту. Оптимізацію цього параметра слід розцінювати як стратегічну основу для подальшого моделювання навички ходьби.

Окремої аналітичної уваги вимагають результати, отримані під час фазової оцінки патерну рухів. Частина представників групи А на старті експерименту взагалі не володіла навичкою автономного пересування. Проте під кінець відновного лікування в них чітко простежувалося зародження ізольованих

елементів крокового циклу. Цей факт є вкрай важливим: він демонструє реальну життєздатність механізмів функціональної регенерації навіть на тлі порівняно низьких показників суто моторного відновлення.

Отже, вектор рухового покращення рухових навичок представників групи А лімітувався передусім прогресом у стабілізації балансу тіла та корекцією процесів вертикалізації. Ізольоване моторне відновлення відіграло роль лише одного з багатьох елементів загального реабілітаційного ланцюжка.

На противагу цьому, архітектур клінічних зрушень у хворих групи В мала принципово іншу специфіку. Зважаючи на наявність у цієї когорти пацієнтів вихідного локомоторного базису, основні трансформаційні процеси фокусувалися навколо підвищення якісних та енергетичних характеристик пересування.

Головним маркером успішності вказаної групи стало суттєве нарощування швидкісних індексів, зафіксоване хронометричним інструментом 10 Meter Walk Test. Зміна темпу ходьби свідчить про досягнення вищого ступеня реабілітаційної автономії та розширення адаптаційних можливостей пацієнтів у межах щоденної життєдіяльності. Одночасно з цим, виявлений рух показників фазової структури кроку підтверджує перебудову моторного контролю: спостерігалася мінімізація патологічних синергій та фіксація більш фізіологічних циклічних паттернів. Це дає змогу констатувати, що відновлення ходьби мала комплексний характер, де збільшення швидкості йшло паралельно з якісним поліпшенням.

Динаміка балів за тестовими картами Brunnstrom та Berg у пацієнтів групи В була помірно вираженою порівняно із фазами ходьби. Співвідношення параметрів підводить до важливого клінічного висновку: після подолання критичного порогу моторного дефіциту подальша якість ходьби та мобільність людини починають залежати не від появи нових ізольованих рухів,

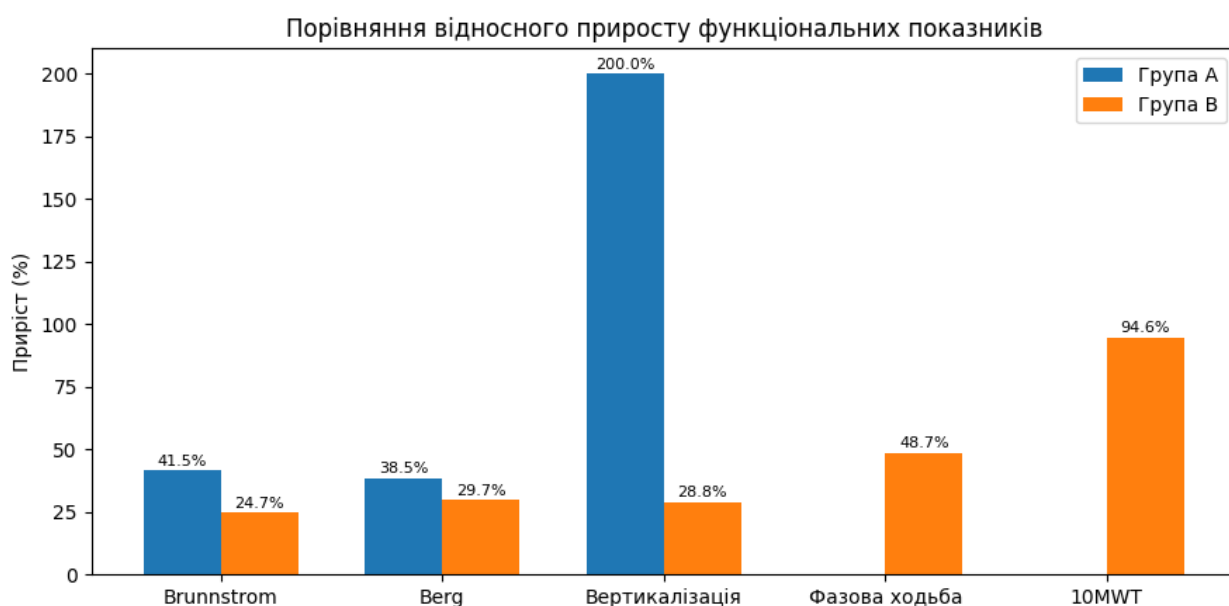
а від здатності нервової системи інтегрувати та ефективно координувати вже

наявний руховий набір під час ходьби.

### 3.5.1. Співвідношення функціональних показників у процесі відновлення ходьби

#### Відсотковий приріст по групах

#### Діаграма 2



#### Таблиця до діаграми 2

#### Таблиця 7

Функціональний показник	Група А, %	Група В, %
Brunnstrom	41,5	24,7
Шкала Берга	38,5	29,7
Контроль вертикалізації	200,0	28,8
Фазова оцінка ходьби	—	48,7
10-метровий тест ходьби	—	94,6

Для більш глибокого розуміння процесу відновлення ходьби було проведено співставлення результатів функціонального тестування пацієнтів після

інсульту. Використані методики оцінювання відображають різні компоненти локомоторної функції та дозволяють простежити послідовність формування навички ходьби від базового моторного відновлення до здатності виконувати самостійне пересування.

Першим компонентом оцінювання виступала шкала Brunstrom, яка використовувалася для визначення рівня моторного відновлення нижньої кінцівки. Даний тест дозволяє оцінити ступінь відновлення довільних рухів після інсульту та характеризує неврологічну основу подальшого функціонального відновлення. Водночас результати дослідження показали, що покращення показників за шкалою Brunstrom не завжди супроводжувалося пропорційним покращенням мобільності пацієнтів. Це свідчить про те, що відновлення сили та контролю рухів є необхідною, але недостатньою умовою для формування ефективної ходьби.

Наступним важливим показником була шкала Балансу Берга, яка характеризує рівень постурального контролю та здатність підтримувати рівновагу під час виконання функціональних завдань. Саме рівновага забезпечує стабільність тіла під час стояння та пересування, а її порушення є однією з основних причин обмеження мобільності після інсульту. Аналіз отриманих результатів показав, що покращення показників рівноваги супроводжувалось підвищенням функціональних можливостей пацієнтів та створило передумови для подальшого відновлення ходьби.

Важливим етапом оцінювання був контроль вертикалізації. Даний показник характеризує здатність пацієнта переходити у вертикальне положення та підтримувати його без суттєвої сторонньої допомоги. Вертикалізація є проміжною ланкою між відновленням рівноваги та формуванням навички ходьби. Без здатності до ефективного контролю вертикального положення неможливе безпечне виконання локомоторних завдань. Отримані результати показали, що покращення контролю вертикалізації супроводжувалося суттєвим підвищенням функціональної незалежності пацієнтів.

Для оцінки якості виконання локомоторного циклу застосовувалася фазова оцінка ходьби. На відміну від загальних функціональних тестів, вона дозволяє оцінити правильність виконання окремих фаз крокового циклу, симетричність рухів та ефективність перенесення маси тіла. Покращення даного показника свідчило про поступове наближення патерну ходьби до фізіологічного та зменшення проявів патологічних рухових компенсацій.

Завершальним показником оцінювання виступав тест 10-метровий тест. Особливістю даного тесту є те, що він відображає кінцевий результат взаємодії всіх попередніх функціональних компонентів. Для демонстрації високих результатів у тесті пацієнт повинен володіти достатнім рівнем моторного контролю, підтримувати рівновагу, ефективно контролювати вертикальне положення тіла та виконувати якісний цикл ходьби. Саме тому швидкість пересування можна розглядати як інтегральний показник функціонального відновлення та рівня мобільності пацієнта після інсульту.

Таким чином, результати проведеного дослідження дозволяють розглядати відновлення ходьби як послідовний процес, у якому кожен функціональний показник відображає окремий етап формування локомоторної навички. Шкала Brunstrom характеризує неврологічне відновлення, Балансу Берга – здатність підтримувати рівновагу, контроль вертикалізації – готовність до пересування, фазова оцінка ходьби – якість виконання крокового циклу, а тест 10 Meter Walk Test – кінцевий функціональний результат реабілітації. Такий підхід дозволяє більш повно оцінити ефективність відновлення ходьби та визначити основні напрямки подальшої фізичної терапії.

## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

У магістерській здійснено теоретичне узагальнення та практичне розв'язання наукового завдання щодо специфіки відновлення рухових функцій у післяінсультному періоді. Це дозволило сформулювати такі підсумкові положення:

Теоретичний базис дослідження. На основі системного аналізу джерельної бази доведено, що постінсультний дефіцит ходьби формується внаслідок гетерогенного комплексу неврологічних та біомеханічних порушень. Локомоторні порушення лімітуються збоями м'язової синергії, деградацією постурального балансу та просторово-часовим дисбалансом кроку. Встановлено, що фундаментальним підґрунтям для реалізації рухового прогресу виступають індуковані реабілітацією механізми нейропластичності, які забезпечують структурно-функціональну перебудову ЦНС та адаптацію до наслідків. Обґрунтування діагностичного комплексу. Застосований у роботі методологічний підхід, що базувався на інтеграції клінікометричних інструментів (шкали Brunnstrom, Berg Balance Scale, оцінка вертикалізації) та інструментальних тестів (10-метровий тест, фазовий аналіз кроку), дозволив диференційовано оцінити руховий статус пацієнтів. Верифіковано, що поєднання суто моторних тестів із функціонально-просторовими критеріями є найбільш інформативним для прогнозування локомоторного потенціалу пацієнтів. Етапність локомоторного відновлення. Клінічно доведено поетапний характер відновлення ходьби. На етапі іммобілізації та ранньої мобільності

(група А) лімітуючим фактором виступає формування статичного постурального контролю, балансу тіла у вертикальній позі та здатності до вертикалізації. Натомість у пацієнтів із наявним вихідним базисом ходьби (група В) вектор відновлення зміщується у бік оптимізації кінематичних параметрів: нарощування темпу (швидкості) пересування та нормалізації циклічних фаз кроку. Дисоціація моторних та функціональних маркерів. Емпірично зафіксоване явище асинхронності між темпами суто моторного відновлення за Brunnstrom та розвитком побутової автономії за функціональними тестами. Виявлена закономірність підтверджує домінуючу роль компенсаторно-адаптивних стратегій нервової системи. Для відновлення соціально значущої ходьби першочерговим є не стільки ліквідація первинного неврологічного дефіциту, скільки навчання пацієнта ефективно інтегрувати наявний мінімальний руховий ресурс у патерни щоденної активності. Ефективність запропонованої програми. Впровадження розробленого терапевтичного комплексу забезпечити позитивну міжгрупову динаміку.

### **Список використаних джерел**

1. Герцик А. М. Фізична реабілітація при порушеннях діяльності нервової системи. Львів : ЛДУФК, 2020. 404 с.
2. Гриб В. А. Інсульт: сучасні підходи до лікування та реабілітації. Київ : Заславський, 2020. 288 с.
3. Голик В. А., Слободін Т. М. Фізична реабілітація пацієнтів після мозкового інсульту. Київ : КІМ, 2019. 320 с.
4. Горопашна С., Горошко В. Сучасні підходи відновної терапії після інсульту. 2021.
5. Загородня В. А. Ефективність ранньої рухової активізації на лікарняному етапі комплексної реабілітації хворих, що перенесли інсульт : магістерська робота. Миколаїв, 2024.

6. Ільїна Т. Л., Гужва О. І. Комплексна фізична терапія пацієнтів у гострому періоді ішемічного інсульту. Освітні дискурси. 2026.
7. Кривякін О. О. Фізична реабілітація після ішемічного інсульту в пізній реабілітаційний період за допомогою сучасних технологій : магістерська робота. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020.
8. Лазарева О. Б., Вакуленко Л. О. Фізична терапія при неврологічних порушеннях. Київ : Олімпійська література, 2021. 312 с.
9. Малярєва Ю. М., Руденко А. М., Звіряка О. М., Кукса Н. В. Фізична терапія пацієнтів після мозкового ішемічного інсульту з позицій пацієнтоцентричного підходу. Медичні перспективи. 2024. Т. 29, № 1. С. 170–179.
10. Міністерство охорони здоров'я України. Клінічна настанова «Організація надання допомоги при гострому ішемічному інсульті». 2024.
11. Міністерство охорони здоров'я України. Стандарт медичної допомоги «Ішемічний інсульт» : наказ МОЗ України № 1070 від 20.06.2024.
12. МОЗ України. Настанова 00763. Реабілітація пацієнтів після інсульту. 2017.
13. Міщенко Т. С. Епідеміологія цереброваскулярних захворювань і організація допомоги хворим з мозковим інсультом в Україні. Український вісник психоневрології. 2017. Т. 25, № 1. С. 22–24.
14. Тимрук-Скоропад К. А. Фізична терапія як компонент комплексної реабілітації пацієнтів після інсульту. Громадське здоров'я. 2025.
15. Adams and Victor's Principles of Neurology / Ropper A. H., Samuels M. A., Klein J. P., Prasad S. 11th ed. New York : McGraw-Hill Education, 2019. 1664 p.
16. Balaban B., Tok F. Gait disturbances in patients with stroke. PM&R. 2014. Vol. 6, № 7. P. 635–642. DOI: 10.1016/j.pmrj.2013.12.017.
17. Blumenfeld H. Neuroanatomy through Clinical Cases. 3rd ed. Sunderland : Sinauer Associates, 2021.
18. Bradley's Neurology in Clinical Practice / Daroff R. B., Jankovic J., Mazziotta

J. C., Pomeroy S. L. 8th ed. Philadelphia : Elsevier, 2021.

19. Brunnstrom S. Movement Therapy in Hemiplegia: A Neurophysiological Approach. New York : Harper & Row, 1970. 313 p.

20. Caplan L. R. Caplan's Stroke: A Clinical Approach. 5th ed. Philadelphia : Elsevier, 2016.

21. Cramer S. C., Sur M., Dobkin B. H. et al. Harnessing neuroplasticity for clinical applications. *Brain*. 2011. Vol. 134. P. 1591–1609. DOI: 10.1093/brain/awr039.

22. Cramer S. C. et al. Neuroplasticity and Motor Recovery After Stroke. *Nature Reviews Neurology*. 2024.

23. Denissen S., Schaper N., Meijer K. et al. Fear of Falling in Stroke Survivors: A Systematic Review and Meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2023.

24. Dichgans M., Pulit S. L., Rosand J. Stroke genetics: discovery, biology, and clinical applications. *Lancet Neurology*. 2019. Vol. 18, № 6. P. 587–599. DOI: 10.1016/S1474-4422(19)30043-2.

25. Eapen B. C., Cifu D. X., Janis S. et al. Stroke Rehabilitation: Synopsis of the 2024 U.S. Department of Veterans Affairs and Department of Defense Clinical Practice Guideline. *Annals of Internal Medicine*. 2025.

26. Feigin V. L., Brainin M., Norrving B. et al. World Stroke Organization: Global Stroke Fact Sheet 2025. *International Journal of Stroke*. 2025.

27. Greenberg S. M., Ziai W. C., Cordonnier C. et al. 2022 Guideline for the Management of Patients With Spontaneous Intracerebral Hemorrhage. *Stroke*. 2022. Vol. 53, № 7. P. e282–e361.

28. Holleran C. L., Rodriguez K. S., Echauz A., Leech K. A. Walking Recovery After Stroke: Current Rehabilitation Strategies. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*. 2023.

29. Hsiao H. Y. et al. Biomechanical Analysis of Hemiparetic Gait After Stroke. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2023.

30. Lewek M. D. et al. Gait Rehabilitation After Stroke: Current Evidence and Future Directions. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2024.
31. Li X., Zhao Y., Wang H. et al. Stroke rehabilitation: from diagnosis to therapy. *Frontiers in Neurology*. 2024. Vol. 15. DOI: 10.3389/fneur.2024.1402729.
32. Localization in Clinical Neurology / Brazis P. W., Masdeu J. C., Biller J. 8th ed. Philadelphia : Wolters Kluwer, 2022.
33. Meng H., Zhang Y., Li W. et al. Active Rehabilitation Technologies for Post-Stroke Patients: A Review. *Biosensors*. 2025.
34. Merritt's Neurology / Louis E. D., Mayer S. A. 14th ed. Philadelphia : Wolters Kluwer, 2022.
35. Motor Control: Translating Research into Clinical Practice / Shumway-Cook A., Woollacott M. H. 6th ed. Philadelphia : Wolters Kluwer, 2023.
36. National Clinical Guideline for Stroke. 2023 Edition. London : Royal College of Physicians, 2023.
37. Neumann D. A. Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation. 3rd ed. St. Louis : Elsevier, 2017.
38. O'Sullivan S. B., Schmitz T. J., Fulk G. D. Physical Rehabilitation. 7th ed. Philadelphia : F. A. Davis Company, 2019.
39. Patel J. et al. Interventions for Neural Plasticity in Stroke Recovery. 2025.
40. Stroke Rehabilitation in Adults. NICE Guideline NG236. London : National Institute for Health and Care Excellence, 2023.
41. Takakusaki K. Functional Neuroanatomy for Posture and Gait Control. *Journal of Movement Disorders*. 2017. Vol. 10, № 1. P. 1–17.
42. Takakusaki K. Neural Control of Posture and Gait: Recent Advances. *Frontiers in Neurology*. 2024.
43. VA/DoD Clinical Practice Guideline for the Management of Stroke Rehabilitation. Washington, DC : U.S. Department of Veterans Affairs, U.S. Department of Defense, 2024.
44. World Stroke Organization: Global Stroke Fact Sheet 2025 / Feigin V. L. et al.

45. Patterson K. K., Gage W. H., Brooks D. et al. Evaluation of gait symmetry after stroke: a comparison of current methods and recommendations for standardization. *Gait & Posture*. 2010. Vol. 31. P. 241–246. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2009.10.014.

## ДОДАТКИ

### Додаток А

	Вік	Стать	Група	Brunnstrom (до→після)	Berg Balance Scale (до→після)	Вертикалізація (до→після)	10MW Т, м/с (до→після)	Фазова оцінка ходьби (до→після)
1 2	7	Ч	А	II→III	18→26	0→1	—	—
2 5	6	Ж	А	II→III	20→27	1→2	—	—

	Вік	Стать	Група	Brunns trom (до→після)	Berg Balance Scale (до→після)	Вертикалізація (до→після)	10MW T, м/с (до→після)	Фазова оцінка ходьби (до→після)
3	78	Ч	А	I→II	15→22	0→1	—	—
4	83	Ж	А	II→III	19→27	1→2	—	—
5	70	Ч	А	III→III	24→30	1→2	—	—
6	86	Ж	А	II→III	21→29	0→1	—	—
7	61	Ч	В	III→IV	32→42	2→3	0,30→ 0,55	3→5
8	85	Ж	В	III→IV	35→45	2→3	0,35→ 0,70	4→6
9	74	Ч	В	IV→V	40→48	2→3	0,40→ 0,75	5→7
10	66	Ч	В	III→IV	33→44	2→3	0,28→ 0,60	3→6
11	59	Ж	В	IV→V	38→50	3→3	0,45→ 0,80	5→7
12	52	Ч	В	III→IV	36→47	2→3	0,32→ 0,68	4→6
13	63	Ч	В	IV→V	41→52	3→3	0,50→ 0,90	6→8
14	55	Ж	В	III→IV	34→46	2→3	0,30→	4→6

	<b>Вік</b>	<b>Стать</b>	<b>Група</b>	<b>Brunns trom</b> (до→після)	<b>Berg Balance Scale</b> (до→після)	<b>Вертикалізація</b> (до→після)	<b>10MW T, м/с</b> (до→після)	<b>Фазова оцінка ходьби</b> (до→після)
4	7						0,65	
5	6 9	Ч	В	IV→V	39→51	3→3	0,42→ 0,85	5→7