

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Херсонський державний університет

Медичний факультет

Кафедра фізичної терапії та реабілітації

**АНАЛІЗ ІННОВАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ
ПРИ СТАТОКІНЕТИЧНИХ ТА ПРОПРІОЦЕПТИВНИХ
ПОРУШЕННЯХ**

Кваліфікаційна робота (проект)
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Виконала: здобувачка II курсу
спеціальності 227 Терапія та реабілітація
спеціалізація 227.01 Фізична терапія
Освітньо-професійної програми
«Фізична реабілітація»
Берлим Грета Віталіївна

Керівниця кандидатка біологічних наук,
доцентка Лаврикова Оксана Валентинівна
Рецензент кандидат медичних наук, доцент,
завідувач кафедри фізичної терапії,
ерготерапії Карпатського національного
університету імені Василя Стефаника
Ящишин Зіновій Миколайович

Зміст

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1.....	9
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТАТОКІНЕТИЧНИХ ТА ПРОПРІОЦЕПТИВНИХ ПОРУШЕНЬ	9
1.1. Анатомо-фізіологічні механізми забезпечення рівноваги та координації рухів.....	9
1.2. Етіологія та клінічні прояви статокінетичних та пропріоцептивних порушень	14
1.3. Методи діагностики та оцінки функціонального стану пацієнтів ..	17
РОЗДІЛ 2.....	22
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ПРИ СТАТОКІНЕТИЧНИХ ТА ПРОПРІОЦЕПТИВНИХ ПОРУШЕННЯХ	22
2.1. Теоретико-методологічні основи фізичної терапії при порушеннях рівноваги та пропріорецепції	22
2.2. Основні методики фізичної терапії при статокінетичних та пропріоцептивних порушеннях.....	25
2.3. Роль інноваційних засобів у процесі фізичної терапії.....	29
РОЗДІЛ 3.....	37
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ.....	37
3.1. Організація та методи проведення дослідження	37

3.2. Програма фізичної терапії із застосуванням інноваційних засобів	40
ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60
Додатки	64

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

VR – Віртуальна реальність

БЗЗ - Біологічний зворотній зв'язок

PNF - Пропріоцептивна нейром'язова фасилітація

AR - Доповнена реальність

РСА – Розлади спектру аутизму

RPE – Шкала Борга

ЦНС – Центральна нервова система

ВСТУП

Актуальність теми.

У сучасному світі кількість осіб із порушенням статокінетичної функції та пропріоцептивної чутливості невпинно зростає, що обумовлено як вродженими факторами, так і наслідками травм, патологіями центральної та периферичної нервової системи. Такі порушення суттєво впливають на якість життя, призводять до зниження постурального контролю, обмежуючи здатність людини до самообслуговування, соціальної адаптації та професійної реалізації [1, 2, 21, 26].

Фізична терапія займає провідне місце у системі реабілітаційних заходів у відновленні функціонального стану пацієнтів із порушеннями статокінетичних і пропріоцептивних функцій організму людини. Незважаючи на фундаментальну роль традиційних методів реабілітації, їх застосування в сучасній реабілітаційній практиці стикається з низкою обмежень:

1. Традиційні методи часто покладаються на візуальне спостереження терапевта, що не дозволяє з високою точністю фіксувати мікродинаміку відновлення постурального балансу та пропріоцептивної чутливості;
2. У класичних вправах досліджуваний не завжди здатний побачити власні помилки в режимі реального часу, що сповнює процес нейромоторного перенавчання тривалістю та знижує його ефективність;
3. Традиційні комплекси терапевтичних вправ не завжди здатні створити достатньо «збагачене» сенсорне середовище, необхідне для потужної стимуляції нейропластичності при глибоких статокінетичних порушеннях;

4. Тривале виконання однотипних вправ призводить до зниження мотивації реабілітанта, тоді як високий рівень кінезіофобії часто лишається невирішеним через відсутність ігрових або імерсивних компонентів [3, 11, 32].

Особливої актуальності набуває впровадження інноваційних технологій у реабілітаційний процес, що спрямовані не лише на відновлення функцій, а й на активізацію нейропластичних механізмів центральної нервової системи.

Тому в сучасній медицині, фізична реабілітація не лише відіграє роль відновлення фізичних функцій, а застосування комплексного введення інтеграційних процесів між сенсорними системами, моторикою та психоемоційним станом пацієнта. Використання таких засобів, як технології віртуальної реальності (VR), стабілографічні системи з біологічним зворотним зв'язком (БЗЗ) та спеціальні сенсорні інтеграції, які дозволяють об'єктивізувати процес відновлення та створити «збагачене» сенсорне середовище. Інноваційність такого підходу полягає в інтеграції фізичного впливу з когнітивним перенавчанням, що дозволяє центральній нервовій системі ефективніше обробляти вестибулярні та пропріоцептивні сигнали для підтримки рівноваги в динамічних умовах [5, 8, 15, 33].

Отже, обрана тема кваліфікаційної роботи є надзвичайно актуальною на сьогоднішній день, оскільки вона спрямована на пошук оптимальних, ефективних алгоритмів застосування сучасних технологічних рішень для підвищення якості життя осіб із обмеженнями життєдіяльності та їхньої успішної соціальної інтеграції, також, тісно пов'язана з провідними напрямками медичної та фізичної реабілітації, що передбачають інтеграцію сучасних технологій, нейрофізіологічних знань та індивідуалізованих програм.

Дослідження базується на принципах доказової медицини та є частиною загальнодержавних програм з підтримки осіб з інвалідністю та їхньої соціальної інтеграції.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами: кваліфікаційна робота виконана у межах функціонування ініціативної науково-дослідної роботи кафедри фізичної терапії та ерготерапії «Технології фізичної терапії та ерготерапії в клінічній і спортивній медицині» (Державний реєстраційний № 0123U102176) і теми проблемної групи «Застосування традиційних та нетрадиційних методів фізичної реабілітації при різних нозологіях».

Метою випускної кваліфікаційної роботи є – теоретично обґрунтувати та експериментально перевірити ефективність інноваційних підходів фізичної реабілітації при статокінетичних та пропріоцептивних порушеннях, а також розробити практичні рекомендації щодо їх застосування.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні **завдання:**

1. Проаналізувати теоретичні основи та анатомо-фізіологічні механізми статокінетичних та пропріоцептивних порушень.
2. Систематизувати та узагальнити відомості про інноваційні підходи у фізичній реабілітації.
3. Розробити та експериментально апробувати індивідуальні програми фізичної реабілітації з використанням елементів сенсорної інтеграції та сучасного обладнання.
4. Оцінити ефективність розроблених програм, ґрунтуючись на об'єктивних та суб'єктивних показниках.

Об'єкт дослідження – процес фізичної реабілітації осіб із статокінетичними та пропріоцептивними порушеннями.

Предмет дослідження – інноваційні методи та технології фізичної реабілітації, що застосовуються для корекції статокінетичних та пропріоцептивних порушень.

Методи дослідження - теоретичний аналіз науково-методичної літератури, дисертаційних робіт та міжнародних рекомендацій, аналіз, систематизація та узагальнення клінічного досвіду, педагогічний експеримент, методи математичної статистики.

Наукова новизна роботи полягає в розробці та науковому обґрунтуванні комплексних реабілітаційних програм, що поєднують принципи сенсорної інтеграції та застосування сучасних мультисенсорних технологій для поліпшення функціонального стану пацієнтів.

Практичне значення дослідження полягає у розробці конкретних протоколів та рекомендацій, які можуть бути використані фізичними терапевтами та реабілітологами для підвищення ефективності реабілітації, покращення адаптації та якості життя осіб із статокінетичними та пропріоцептивними порушеннями.

Апробація результатів дослідження:

Берлим Г., Лаврикова О. Сучасні технології фізичної реабілітації при статокінетичних дисфункціях // Science, Technology and Culture: From Tradition to Digital Future. Австрія. – С. 46–50. – УДК 612.7.

Структура наукової роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, містить 9 таблиць, 10 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТАТОКІНЕТИЧНИХ ТА ПРОПРІОЦЕПТИВНИХ ПОРУШЕНЬ

1.1. Анатомо-фізіологічні механізми забезпечення рівноваги та координації рухів

Досягнення рівноваги та координації рухів в тілі людини є результатом роботи та взаємодії численних сенсорних та моторних систем організму. В забезпеченні стабільного положення тіла в просторі та коректного виконання рухів відповідає надходження інформації від вестибулярної, пропріорецептивної та зорової систем, зокрема якісна та ефективна обробка цих даних центральною нервовою системою. Коли всі ці системи працюють правильно в тандемі, коректно оброблюючи всю отриману інформацію із зовнішнього середовища, відбувається вищий синтез між постуральним контролем та координацією рухів. Так, як взаємодія цих понять забезпечує адаптивну регуляцію м'язового тону, підтримку стабільності тіла в просторі та точність виконання рухів у різних умовах та положеннях.

Першочергово, інформацію про положення тіла та орієнтацію в просторі забезпечує зоровий аналізатор. Тому, важливо розуміти механізми обробки цієї інформації та подальші дії, що формуються і центральній нервовій системі. Коригувати рухи дозволяють зорові сигнали, які надходять до кори головного мозку, в якій відбувається їх синтез та інтеграція разом із отриманою інформацією від вестибулярного та пропріорецептивного апаратів [5, 8, 26].

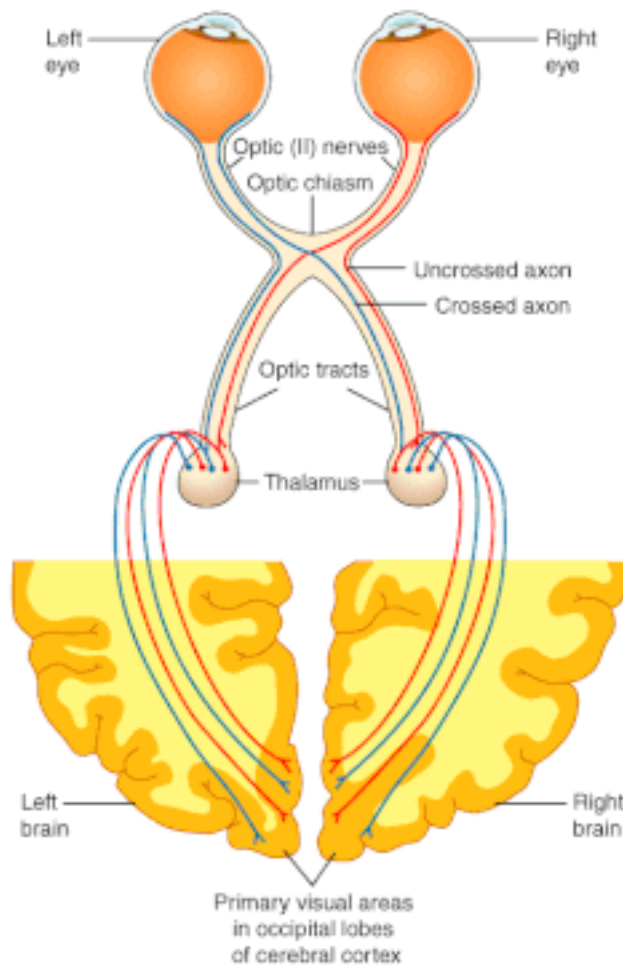


Рисунок 1.1. Зоровий аналізатор

Однією із головних ролей у координації рухів та підтриманні рівноваги є центральна нервова система. Її складові, такі як, мозочок функціонує як головний вузол порівняння, що забезпечує точність узгодження рухів, плавність та синергію м'язових скорочень, стовбур мозку інтегрує вестибулярну інформацію, тобто, відповідає за стабілізацію положення та реалізації рефлексорних реакцій тіла, в свою чергу кора головного мозку здійснює вищий когнітивний контроль у свідомій регуляції рухів. А спинний мозок координує локальні моторні рефлекс, відповідаючи за замикання рефлексорних дуг на локальному рівні, що сприятиме

підтриманню постурального тонуусу через пропріоцептивний зворотній зв'язок [17, 20].

Фундаментальною основою статокінетичної стійкості є складна багатокомпонентна система інтеграції сенсорних даних. Тому наступним важливим етапом в процесі інтеграції даних є вестибулярний апарат. Він розташований у внутрішньому вусі, також включає півколові канали та отолітові органи – маточку та мішечок. Ці структури мають рецептори, котрі сприймають положення голови у просторі та швидку її зміну. Зокрема, через вестибулярний нерв транслуються сигнали до мозочка та стовбура мозку, в свою чергу, які відповідають за точність рухів та рефлексорні реакції тіла. Це забезпечує підтримання як статичної, та і динамічної рівноваги, а також координує рухи очей і голови під час руху тіла людини [18, 31].



Рисунок 1.2. Вестибулярний апарат

Паралельно до процесу описаному вище функціонує пропріорецептивна система. Рецептори якої, розташовані в м'язах, сухожиллях та суглобах, що в свою чергу передають інформацію про положення і рухи саме окремих частин тіла. М'язові веретена реагують на розтягнення м'язів, а сухожилкові органи Гольджі – детектують рівень напруження. Синергія цих сигналів у центральній нервовій системі забезпечує точність і адаптацію до змін у навколишньому середовищі [2, 19].

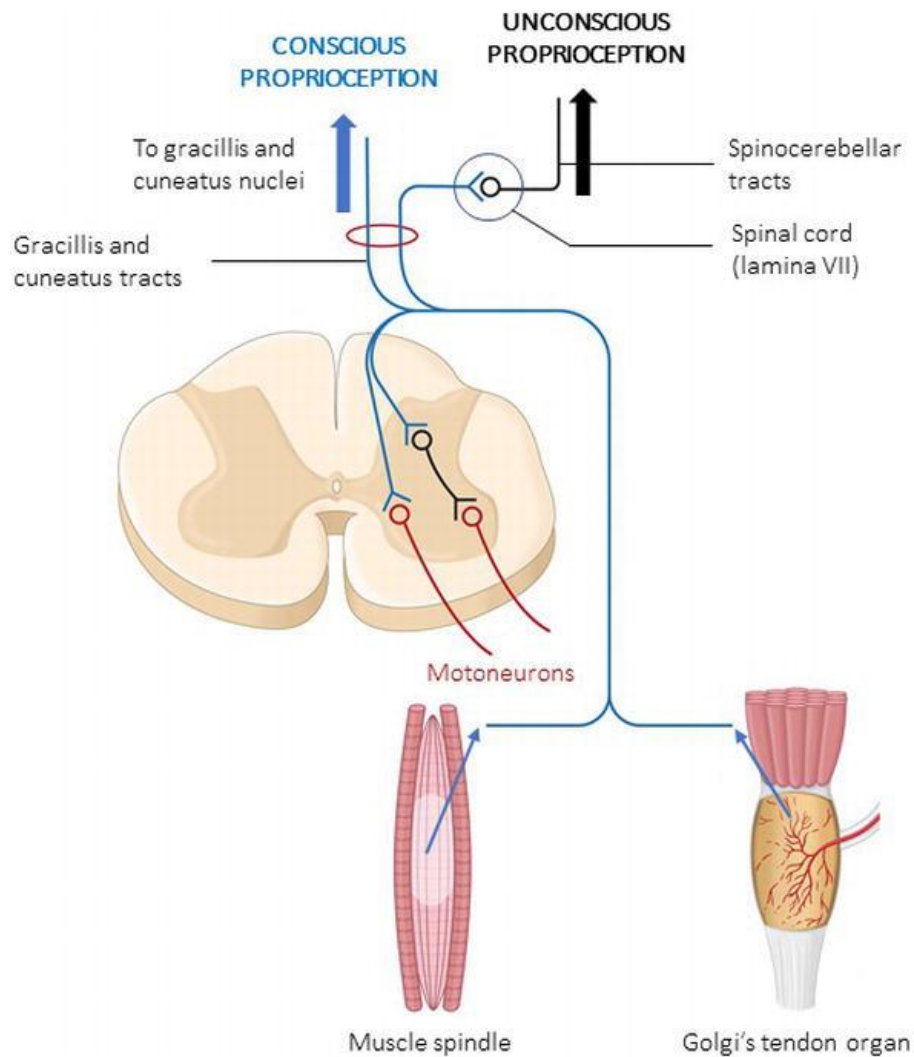


Рисунок 1.3. Пропріорецептивна система

Отже, досягнення рівноваги та координації рухів у тілі людини є результатом злагодженої роботи та взаємодії численних сенсорних і моторних систем організму. Забезпечення стабільного положення тіла в просторі та коректне виконання рухів наряду залежить від надходження і синхронізації інформації від вестибулярної, пропріоцептивної та зорової систем, а також її якісної обробки центральною нервовою системою.

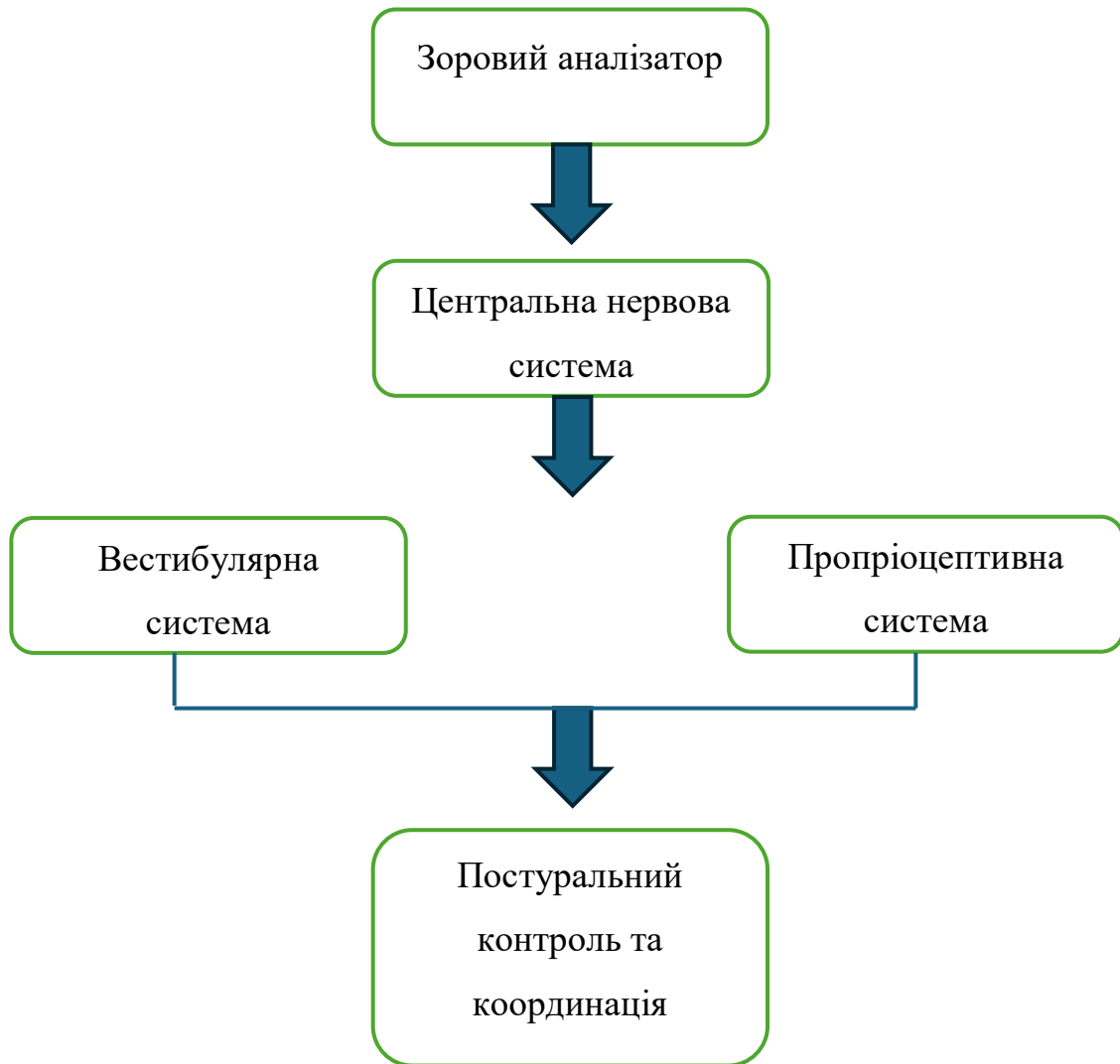


Рисунок 1.4. Схема роботи постурального контролю та координації

Таким чином, постуральний контроль виступає не просто як здатність утримувати рівновагу, а як динамічний фундамент для будь-якої фізичної активності. Розуміння цих механізмів є ключовим для подальшого обґрунтування інноваційних засобів фізичної терапії, спрямованих на відновлення порушених сенсомоторних зв'язків та покращення функціональних можливостей пацієнтів[1].

1.2. Етіологія та клінічні прояви статокінетичних та пропріоцептивних порушень

Статокінетичні та пропріоцептивні порушення є досить складними в своєму виникненні та клінічній симптоматиці. Головною із причин їх проявлення є ураження багатьох складових рівноваги та координації рухів. Основну роль у підтриманні стабілізації положення тіла в просторі гарантується взаємодією декількох важливих функціональних систем організму людини, зокрема центральної нервової системи, зорової системи, вестибулярного апарату, пропріоцептивних рецепторів м'язів, сухожилів, і суглобів. І якщо, одна із цих елементів буде порушена, це може спричинити до зниження функціональної можливості організму забезпечувати контроль і координацію рухів [11, 27].

Етіологія статокінетичних і пропріоцептивних порушень має різні форми і може бути пов'язана з патологіями центральної або периферичної нервової системи, захворюваннями травматологічного та ортопедичного характеру. За даними наукових досліджень найпоширенішою формою порушень є ураження ЦНС. Серед захворювань це інсульти, черепно-мозкові травми, гострі порушення мозкового кровообігу, які є причиною геміпарезів, синдрому неглекту, зокрема глибокого дефіциту пропріоцепції

через ураження тім'яної частки або внутрішньої капсули, розсіяний склероз та інші патології, що впливають на складові мозку, які відіграють важливу роль у координації рухів і регуляції рухів [21, 23].

Важливе значення у розвитку статокінетичних порушень є розлади вестибулярного апарату. До таких патологій відносять хворобу Ман'єра, вестибулярний неврит, доброякісне пароксизмальне позиційне запаморочення та інші хворобливі стани внутрішнього вуха. Такі периферичні ураження призводять до механічної руйнації рецепторного поля, що в свою чергу характеризується запамороченнями, особливо під час стояння, нестійкістю під час ходьби, порушеннями координації рухів та складнощами під час зміни положення тіла.

Дисфункція м'язово-суглобової чутливості також є вагомим етіологічним фактором, бо саме пропріоцепція забезпечує сприйняття положення окремих частин тіла та характеру рухів без участі зору. Важливо знати що до зниження або втрати пропріоцептивної чутливості можуть бути різноманітні захворювання, серед них є пошкодження периферичних нервів, полінейропатії, цукровий діабет та інші [23].

Складова вікових змін може стати причиною появи проблем із пропріоцепцією або статокінетичною функцією. У людей похилого віку простежується поступове зниження функціональної активності сенсорних систем, також відзначається погіршення роботи м'язово-зв'язкового апарату, що в свою чергу характеризується зменшенням швидкості нервової провідності та зниження адаптаційних можливостей організму людини. Все це викликає погіршення в рівновазі та стає причиною частих падінь і травм [3, 2].

Загальна клінічна картина залежить від того, яка саме система серед вищеперерахованих була найбільше уражена, від причини виникнення

порушення, ступеня ураження та індивідуальних особливостей пацієнта. Найбільш властивими симптомами статокінечних та пропріоцептивних порушень є порушення рівноваги, нестабільність під час стояння або ходьби, складнощі під час виконання чітко скоординованих рухів, запаморочення під час зміни положення тіла, відчуття хиткості або «пливучої ходьби». Однією із головних скарг пацієнтів є невпевненість під час пересування, особливо ввечері, в темряві або на нерівній поверхні, що може свідчити про порушення компенсаторних сенсорних механізмів.

При патологіях пропріоцептивної функції можуть спостерігатися складнощі у визначеності положення кінцівок без візуального контролю, порушення точності рухів, зниження м'язового тону або, навпаки, його патологічне підвищення. Серед захворювань можуть проявлятися статична та динамічна атаксія, що в свою чергу будуть проявлятися нестійкістю у положенні стоячи та порушенням координації під час ходьби, розхитуванням тіла, труднощами при виконанні цілеспрямованих рухів.

Також до таких патологій приєднується дисметрія та асинергія, тобто нездатність точно розраховувати амплітуду руху під час хапального рефлексу, що означає, що пацієнт «промахується» повз ціль, або втрата плавності при виконанні складних рухових актів. У деяких випадках виникає атаксія – порушення координації рухів, яке проявляється невпевненою ходою та запамороченням.

Етіологічне різноманіття статокінетичних та пропріоцептивних порушень вимагає від фахівця диференційованого підходу до діагностики. Клінічні прояви часто мають змішаний характер, де первинний дефіцит (наприклад, травма зв'язок) з часом доповнюється вторинними змінами в центральній нервовій системі.

Таким чином, статокінетичні та пропріоцептивні порушення мають глибоку багатофакторну етіологію і проявляються дуже різноманітними клінічними симптомами, що у повній мірі впливають на функціональний стан людини, ускладнюючи її повсякденне життя. Тому під час створення програм фізичної реабілітації із застосуванням сучасних терапевтичних технологій для пацієнтів з такими видами порушень, потрібно розуміти першочергову причину виникнення дисфункції та характеру клінічних ознак і проявів цих порушень.

1.3. Методи діагностики та оцінки функціонального стану пацієнтів

Під час проведення фізичної реабілітації, фахівець має об'єктивно розуміти всі можливості пацієнта. Особливо при статокінетичних та пропріоцептивних порушеннях етап діагностики та оцінки функціонального стану пацієнта потребує комплексного підходу, що дозволить достовірно оцінити ступінь дефіциту та визначити ефективність і напрямки подальшого процесу фізичної терапії.

Загалом в процесі діагностики при статокінетичних та пропріоцептивних порушеннях фізичні терапевти використовують різноманітні методики для якісної оцінки функціонального стану пацієнта. Першочерговим етапом є клінічна оцінка пацієнта, яка включає збір та аналіз анамнезу, огляд, визначення неврологічного статусу, а також оцінку функціонального стану м'язової та сенсорної систем, так як це дозволить швидко визначити рівень безпеки пацієнта та ризики падінь. Таким чином, фізичний терапевт зокрема страхує пацієнта та себе від можливих додаткових ускладнень під час процесу реабілітації. Під час обстеження фізичний терапевт повинен звертати увагу на наявність порушень

координації, нестабільності під час стояння або ходьби, а також на здатність пацієнта тримати рівновагу особливо в різних положеннях тіла.

Тому в цьому процесі слід застосовувати клінічні шкали та функціональні тести. До них відносять Шкалу рівноваги Берга (Berg Balance Scale) ще таку шкалу прийнято називати «Золотим стандартом». Ця шкала використовується для оцінки статичної та динамічної рівноваги через виконання 14 функціональних завдань. Кожне завдання оцінюється за шкалою від 0 до 4 балів, де 0 відповідає за неможливість виконати поставлене завдання, а 4 бали – повному і безпечному виконанню. Завдання загалом містять в собі зміну положень, наприклад встати зі стільця без допомоги рук або стояння на одній нозі, перенесення ваги з однієї ноги на іншу. В кінці тесту отримана кількість балів буде свідчити про функціональний стан пацієнта. Вищий бал означитиме про кращу рівновагу та менший ризик падіння [6, 24].

- 45- 56 балів - ризик падіння низький;
- 41- 44 бал - ризик падіння середній;
- менше 40 балів - високий ризик падіння;
- менше 20 балів - пацієнт потребує більшої допомоги;

Наступним часто використовуваним методом оцінки є тест Ромберга, це класичний метод виявлення сенсорної атаксії, що дозволяє диференціювати вестибулярні, пропріоцептивні та мозочкові порушення, тобто цей тест дозволяє оцінити статичну координацію та рівновагу. Пацієнту пропонують стати на підлогу, поставити стопи разом одна до одної, заплющити очі та витягнути руки вперед. Під час цього фіксують час, протягом якого він утримує рівновагу, та характер похитування. Оцінка цього тесту несе в собі негативну пробу Ромберга, тобто пацієнт утримує рівновагу як із розплющеними, так із заплющеними очима. Це свідчить про

відсутність значних порушень пропріоцептивної та вестибулярної систем. Позитивна проба Ромберга оцінюється коли пацієнт стійко стоїть із розплющеними очима, але втрачає рівновагу, починає хитатись або навіть падає після того, як заплющує очі. Цей результат вказує на порушення пропріоцепції, яке може бути спричинене ураженням задніх стовпів спинного мозку. І остання оцінка позитивна проба Ромберга з хитанням в різні боки, коли пацієнт хитається як із розплющеними, так і з заплющеними очима. В такому випадку це може вказувати на ураження мозочка, оскільки його функція не компенсується зором [6, 24].

Наступний тест, який застосовується для комплексної клінічної діагностики є тест «Встань і йди» (Timed Up and Go Test), він оцінює динамічну рівновагу та ризик падінь. Під час тесту пацієнт має завдання встати зі стільця, пройти 3 метри, повернутися і сісти назад. Виконуючи завдання, фахівець фіксує час, витрачений на виконання тесту. На рахунок результатів, то менше 10 секунд є нормальною мобільністю, низьким ризиком падіння, менше 20 секунд є хорошою мобільністю, пацієнт може самостійно пересуватись на вулиці. Більше 12 секунд є високим ризиком падіння у людей похилого віку, більше 30 секунд означають серйозні проблеми з рухливістю та рівновагою [26].

До комплексної оцінки обов'язково слід дослідити пропріоцепцію та відчуття положення тіла в просторі. Серед методик використовують Пальцево-носову пробу, пацієнт має із заплющеними очима повинен доторкнутися вказівним пальцем до кінчика носа. Також треба запроваджувати в процес діагностичний інструментальний метод, в якому застосовують стабілометричні платформи для об'єктивної оцінки коливань центру тиску тіла, тобто центру ваги. Цей метод дозволяє отримати точні дані про стабільність пацієнта у різних положеннях. До сучасних методів

відносять використання сенсорних доріжок або відеоаналізу для оцінки симетрії кроку, тривалості фаз опори та переносу кінцівки. І ще один інноваційний метод, комп'ютерна динамічна посттурографія, який гарантує якісну оцінку кожної сенсорної систем (зорової, вестибулярної та пропріоцептивної) у підтримку рівноваги.

Під час оцінки тактильної системи та відчуття дотику застосовують тест на тактильну дискримінацію (двоточкове відчуття). Його проводять за допомогою спеціального циркуля визначаючи мінімальну відстань між двома точками, яку пацієнт сприймає як окремі дотики. Тест на стереогнозію зосереджений на розпізнання пацієнтом різних предметів наприклад (ключ, монета, кубик) із заплющеними очима, тримаючи їх в руках. Серед оцінки зорової та слухової систем, використовують візуально-моторну координацію, оцінюється за допомогою тестів, де пацієнт повинен відтворити побачений рух або форму. Тест на розрізнення напрямку звуку та аудіо-візуальну синхронізацію.

Серед всіх тестів, якісно оцінити функціональний стан та якість життя пацієнта допоможе оцінити Індекс Бартела (Barthel Index), саме цей тест зосереджений на аналіз повсякденних життєвих навичок, таких як годування, одягання, купання, пересування. Система оцінювання несе в собі загальний бал, який може становити від 0 до 100 балів. Чим вищий бал, тим кращий рівень функціональної незалежності пацієнта [27].

Отже, вибір методів діагностики має базуватися на принципах доказовості та специфічності до патологічного стану пацієнта. Поєднання суб'єктивних клінічних шкал з об'єктивними інструментальними даними (стабілометрією) дозволяє сформувати повну картину статокінетичного дефіциту. Це створює необхідний базис для розробки індивідуалізованих

програм фізичної терапії та обґрунтування вибору конкретних інноваційних засобів, які будуть розглянуті у наступних розділах роботи [7].

РОЗДІЛ 2

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ПРИ СТАТОКІНЕТИЧНИХ ТА ПРОПРІОЦЕПТИВНИХ ПОРУШЕННЯХ

2.1. Теоретико-методологічні основи фізичної терапії при порушеннях рівноваги та пропріорецепції

В сучасній системі медичної реабілітації невід'ємною частиною є фізична терапія, бо її основи ґрунтуються на важливих принципах в процесі відновлення пацієнта. До цих принципів відносять, ранній початок реабілітаційних заходів, системність та послідовність, безперервність та тривалість, комплексність, індивідуалізація, активна участь пацієнта в процесі реабілітації.

Тому, саме дотримання цих важливих пунктів, створює якісне та професійне введення пацієнта в процес реабілітації та результативне його завершення. Важливим механізмом при статокінетичних і пропріоцептивних порушеннях є фізична терапія. Оскільки, саме вона здатна контролювати та напряму впливати на комплекси та структури регуляції рівноваги, координації рухів та сенсомоторні інтеграції [17, 36, 37].

Ранній початок реабілітаційних заходів, як принцип, несе в собі поняття того, що чим швидше буде розпочато стимуляцію та роботу вестибулярного апарату та пропріоцепторів, тим більше ймовірніше відновлення нейронних зв'язків до моменту формування патологічних стереотипів. Крім того, основою цього принципу є нейропластичність. Тому що, це правило за рахунок свого концепту дозволяє в центральній нервовій системі реорганізовувати свої структурно-функціональні зв'язки у відповідь на нові сенсорні стимули або пошкодження [16, 28].

Системність та послідовність відіграють одне із самих важливих принципів у процесі фізичної реабілітації при пропріоцептивних та статокінетичних порушеннях. В практичному процесі фізичної реабілітації цей принцип організовує аспект того, що процес має переходити від самих простих вправ і маніпуляцій до більш складних. Крім того, терапія вправами повинна проводитися регулярно, бо це буде підґрунтям якісного результату вкінці. На прикладі статики перед динамікою. Спочатку відпрацьовується можливість контролю пози сидячи або стоячи, а вже потім – контроль ходьби. Так само із простором. Перехід від вправ у закритому кінематичному ланцюзі до вправ у відкритому, та до функціональних рухів. Це сприяє адаптації нервово-м'язової системи до нових умов та формуванню стійких механізмів постурального контролю. При цьому слід приділяти більшу вагу саме розвитку м'язової сили, гнучкості, координації рухів та стабільності тіла.

Результативність в процесі фізичної реабілітації забезпечує безперервність та тривалість. Саме цей принцип закріплює нові навички за рахунок правильно підібраного ритму під час виконання комплексів і не тільки. Крім того головним аспектом при дотриманні цього правила є багаторазовість у повтореннях, оскільки лише аферентна стимуляція дозволяє центральній нервовій системі адаптуватись до змін у навколишньому середовищі. Так як, пропріоцептори опорно-рухового апарату завжди передають інформацію про положення тіла. Тому робити перерви в тренуваннях може призводити до зворотного шляху в сторону деградації нових нейронних зв'язків. Важливо розуміти як працює цей принцип у практичному аспекті, оскільки тільки багаторазове і тривале повторення вправ дозволяє перевести контроль рівноваги з рівня свідомої корекції, тобто в корі головного мозку на рівень автоматизму, за що

відповідає стовбур головного мозку та мозочок. Також під час навчання пацієнта нових рухових навичок, завжди є загроза страху та невпевненості зі сторони реабілітанта, через можливі фобії падіння або психоемоційне напруження. Тому тривалі тренування з частою повторюваністю формують у пацієнта впевненість у власній стабільності, що знижує когнітивне навантаження під час виконання вправ.

Під час реабілітації не слід забувати про комплексність, бо саме цей принцип в процесі його дотримання буде діяти з точки зору мультидисциплінарного підходу. Можна поєднувати різноманітні види вправ, які будуть направлені на відпрацювання навички рівноваги та постурального контролю пацієнта. З точки зору ефективності, рекомендовано розробити комплекси вправ із застосуванням різних положень тіла та умовах опори. До прикладу, доцільно буде запроваджувати фізичні втручання на нестійких поверхнях, зміна положення тіла, виконання рухів із заплющеними очима або одночасне виконання декількох завдань таких як багатозадачність. Саме такі методики сприяють активізації сенсорних систем і формуванню ефективних механізмів підтримання рівноваги.

Крім того, у сучасній фізичній реабілітації, з кожним днем все більше запроваджують застосування інноваційних технологій в процес відновлення пацієнтів. Це дозволяє підвищити ефективність процесу реабілітації. До цих засобів належать стабілометричні платформи, системи віртуальної реальності, біологічний зворотній зв'язок, роботизовані тренажери та інтерактивні реабілітаційні комплекси, сенсорна інтеграція. Використання цих технологій сприяє більш точному контролю за виконанням вправ, підвищує мотивацію пацієнтів та забезпечує об'єктивну оцінку результатів відновлення [3, 11, 29].

Одним із самих ключових принципів фізичної терапії є індивідуалізація реабілітаційного процесу. Важливо розуміти, що під час складання та формування реабілітаційних програм для пацієнтів з порушеннями рівноваги та координації, слід враховувати причини виникнення цих порушень, ступінь функціональних обмежень, вік пацієнта, рівень його фізичної підготовленості та наявність супутніх захворювань. Саме такий підхід організує роботу, при формуванні найбільш ефективних методів фізичної терапії та забезпечити максимальний відновлювальний ефект.

Дотримання всіх цих принципів дозволяє перетворити фізичну терапію на якісний, керований процес адаптивної регуляції м'язового тону та підтримки стабільності тіла просторі. Таким чином, теоретико-методологічні основи фізичної терапії при порушеннях рівноваги та пропріоцепції базуються на принципах сенсомоторної інтеграції, нейропластичності, індивідуалізації реабілітаційних програм та поступового збільшення фізичного навантаження.

Комплексне застосування спеціальних вправ, тренування рівноваги та виконання сучасних реабілітаційних технологій дозволяє ефективно відновлювати функціональні можливості пацієнтів і підвищувати їхню здатність до самостійного пересування та повсякденної діяльності.

2.2. Основні методики фізичної терапії при статокінетичних та пропріоцептивних порушеннях

Фізична терапія є одним із ключових напрямів реабілітації пацієнтів із статокінетичними та пропріоцептивними порушеннями, оскільки вона спрямована на відновлення рівноваги, координації рухів, просторової

орієнтації, та контролю положення тіла. Такого виду ураження часто є причиною ураження частин центральної або периферичної нервової систем, після травм, нейродегенеративних захворювань, після інсультів або патологій опорно-рухового апарату. Важливо розуміти визначення та розуміння мети фізичної терапії при таких порушеннях є покращення функціональних можливостей пацієнта.

Основні методики повинні бути направлені на відновлення постурального контролю та підвищення якості життя. Серед терапевтичних вправ, доцільно використовувати фізичні навантаження, які будуть спрямовані на тренування рівноваги та координації рухів. До таких вправ можна включити статичні та динамічні вправи. Основною задачею є втримати рівновагу у різних положеннях тіла, зокрема, сидячи, стоячи та під час ходьби. Також, ефективним напрямом будуть вправи зі зміною опорної площі, зміною положення центру тяжіння, а також виконання рухів на нестійких поверхнях. Саме такий підбір вправ буде сприяти активізації механізмів пропріоцепції та формуванню правильних моторних стереотипів.

Серед допоміжних сучасних технологій застосовуються спеціальні платформи, балансуючі подушки, гімнастичні м'ячі та інші пристрої, що створюють нестійкі умови опори. Такого виду вправи будуть з ефектом баланс- тренування (Balance-training), що стимулюють роботу пропріоцепторів, активізують глибокі м'язи-стабілізатори та сприяють формуванню адекватних реакцій рівноваги.

Серед методик у фізичній реабілітації при статокінетичних та пропріоцептивних порушеннях є пропріоцептивна нейром'язова фасилітація (PNF). Основою є використання спеціальних діагональних та спіралеподібних рухів, які запускають в роботу різні групи м'язів та покращують міжм'язову координацію та спільну роботу м'язової системи.

Крім того, така методика є дуже ефективною в стимуляції рецепторів м'язів, сухожиль, та суглобів, що сприяє відновленню пропріоцептивної чутливості та покращенню рухів тіла в просторі. Механізм дії цієї методики відбувається через розтягнення, компресію суглобів та опір. В результаті відбувається покращення координації між м'язами-синергістами та антагоністами, що сприяє точнішому контролю положення кінцівок у просторі [18, 28, 30].

Не можна забувати про вестибулярну систему, і те що при статокінетичних та пропріоцептивних порушеннях, робота з нею займає одне із головних місць у процесі фізичної реабілітації. Сам процес терапії повинен включати дії на відновлення вестибулярного апарату та адаптацію організму до вже наявних зміцнених умов рівноваги. Наприклад, поєднання рухів голови з фокусуванням на нерухомих або рухомих об'єктах для тренування зв'язку між внутрішнім вухом та корою головного мозку. До цієї методики включають вправи для тренування стабілізації погляду, координації рухів голови та тулуба, а також вправи на адаптацію до різних сенсорних стимулів. Такі вправи зменшують запаморочення, покращують орієнтацію в просторі та стабільність під час ходьби [19, 28, 33].

У сучасній реабілітаційній практиці активно застосовуються сенсомоторні тренування, вони поєднуються в себе активізацію сенсорних систем (зорової, вестибулярної, пропріоцептивної) з виконанням рухових завдань, наприклад, пацієнт може виконувати вправи на рівновагу із закритими очима або на нестійкій поверхні. Такий вплив буде сприяти підвищенню ефективності нейром'язового контролю та покращенню адаптаційних можливостей організму.

Наступною методикою є кінезіотерапія, яка включає комплекс активних і пасивних рухових вправ, спрямованих на відновлення рухових

функцій, підвищення сили м'язів та покращення координації. Кінезіотерапевтичні програми повинні підбиратися індивідуально під кожного пацієнта, його функціонального стану, ступеня порушень та етапу реабілітації [20, 28, 32].

Також до сучасних допоміжних засобів відносять використання реабілітаційних тренажерів, стабілоплатформ та систем біологічного зворотного зв'язку (biofeedback). Такі технології дозволяють пацієнтові отримувати візуальну та аудіальну інформацію про власні рухи та положення тіла, що значно підвищує ефективність тренувань і сприяє швидшому формуванню правильних рухових навичок. Терапевтичний ефект змушує центральну нервову систему швидше обробляти інформацію від вестибулярного апарату та пропріоцепторів стоп для підтримки вертикальної пози. Серед особливостей дозування є рухові завдання, які виконуються з середньою інтенсивністю та великою кількістю повторювань для автоматизації постуральних реакцій.

Концепція нейром'язової активації (Neurac), методика, що реалізується на підвісних системах, наприклад (Redcord), спрямована на відновлення роботи глибоких шарів, а саме, м'язів-стабілізаторів. Принцип цієї методики у виконанні вправ у стані «невагомості» або з дозованою підтримкою, в результаті дозволяє усунути біль та страх рухів (кінезіофобію), фокусуючи увагу досліджуваного на коректному включенні м'язів. Процес фізичної терапії спрямований на розвиток проактивного контролю (feed-forward), що дозволяє організму заздалегідь стабілізувати суглоби перед початком руху.

Таким чином, застосування комплексного підходу, що поєднує різні методики фізичної терапії, дозволяє ефективно впливати на механізми відновлення рівноваги та пропріоцепції. Поєднання терапевтичних вправ,

баланс-тренувань, пропріоцептивної нейром'язової фасилітації, вестибулярної реабілітації та сучасних технологічних засобів забезпечує більш повне відновлення функціонального стану пацієнтів зі статокінетичними та пропріоцептивними порушеннями [31, 14].

У висновку, це створює місток до наступного етапу – впровадження високотехнологічних інноваційних засобів, які дозволяють об'єктизувати процес відновлення за допомогою біологічного зворотного зв'язку.

2.3. Роль інноваційних засобів у процесі фізичної терапії

У сучасній системі медичної фізичної реабілітації значно зростає роль інноваційних технологій та засобів фізичної терапії. Їх застосування спрямоване на підвищення ефективності відновлення функціонального стану пацієнтів, скорочення тривалості реабілітаційного періоду та покращення якості життя людей із порушеннями рухової активності.

Інноваційні підходи дозволяють оптимізувати процес реабілітації, забезпечити індивідуалізацію програм лікування та підвищити мотивацію пацієнтів до виконання терапевтичних вправ. Інноваційні засоби у фізичній терапії трансформують традиційний підхід, перетворюючи реабілітаційний процес на високотехнологічне навчання з постійним контролем параметрів руху.

Однією з основних переваг та особливостей використання інноваційних технологій в процесі реабілітації є можливість діяти на організм пацієнта комплексно, задля кращого впливу на функціональні системи організму. Сучасні технології створюють плацдарм для поєднання різноманітних методик фізичного впливу на організм людини. Можна

поєднувати фізичні вправи, сенсорну стимуляцію, біологічний зворотній зв'язок та інтерактивні методи тренування. За рахунок такого поєднання покращується ефективність відновлення рівноваги, координації рухів, пропріоцептивної чутливості та загальної рухової активності пацієнтів.

В наш час серед сучасних інноваційних засобів, у фізичній реабілітації широко застосовується технології віртуальної реальності (VR) та доповненої реальності (AR). Такий засіб став дуже поширеним та популярним в своїй практиці особливо в медичній сфері, за рахунок того що, в процесі такої терапії створюється інтерактивне середовище для виконання реабілітаційних вправ, що значно підвищує зацікавленість пацієнтів у процесі відновлення.

Сенсорна стимуляція змушує вестибулярний апарат працювати в умовах візуальних конфліктів, що тренує стійкість до запаморочень та дезорієнтації. А сам процес терапії проходить в ігровій формі, що знижує рівень постуральної тривожності, перемикаючи увагу пацієнта від страху впасти на досягнення задачі поставленої перед ним. Крім того, віртуальні тренувальні програми забезпечують можливість моделювання різних рухових завдань, які сприяють відновленню координації, балансу та просторової орієнтації, в свою чергу допомагаючи ефективніше вирішувати можливі складнощі в процесі фізичної терапії при пропріоцептивних та статокінетичних порушеннях [15, 16, 21, 30, 33].



Рисунок 2.1. Застосування віртуальної реальності в процесі фізичної терапії

Серед інноваційних підходів в процесі реабілітації активно використовується сенсорна інтеграція пацієнтів. Саме така методика спрямована на впорядкування та інтерпретацію сенсорних сигналів, серед них, вестибулярні, пропріоцептивні, тактильні та зорові. Ці сигнали започатковують та формують адекватну рухову відповідь. Тому для появи

правильних сигналів сенсорна інтеграція спрямовується на усунення сенсорного конфлікту.

Зокрема, при статокінетичних та пропріцептивних порушеннях мозок може отримувати некоректні або заплутані дані, наприклад, зір може сприймати сигнали про спокій, а вестибулярний апарат про рух. В цьому випадку, сенсорна інтеграція, як метод допомагає центральній нервовій системі відфільтрувати хибні сигнали та надати пріоритет достовірним даним. В процесі заняття сенсорної інтеграції, завжди використовуються допоміжні матеріали, серед них, текстуровані поверхні, як килимки, різні обтяжувачі, платформи які можуть бути нестабільними або коливаються. Така техніка дозволяє створити інтенсивний потік сигналів до пропріоцепторів, що стимулює розвиток нових нейронних зв'язків.

Також, за рахунок поєднання в процесі терапії різних стимулів досліджуваний починає краще усвідомлювати межі свого тіла та положення кінцівок у просторі, що є базою для відновлення рівноваги. Також сенсорну інтеграцію сьогодні часто комбінують з високотехнологічними засобами. Наприклад, виконання вправ на стабілоплатформі з одночасним тактильним або зоровим навантаження змушує мозок працювати в режимі багатозадачності, що максимально наближає реабілітанта до реальних життєвих умов [4, 29].

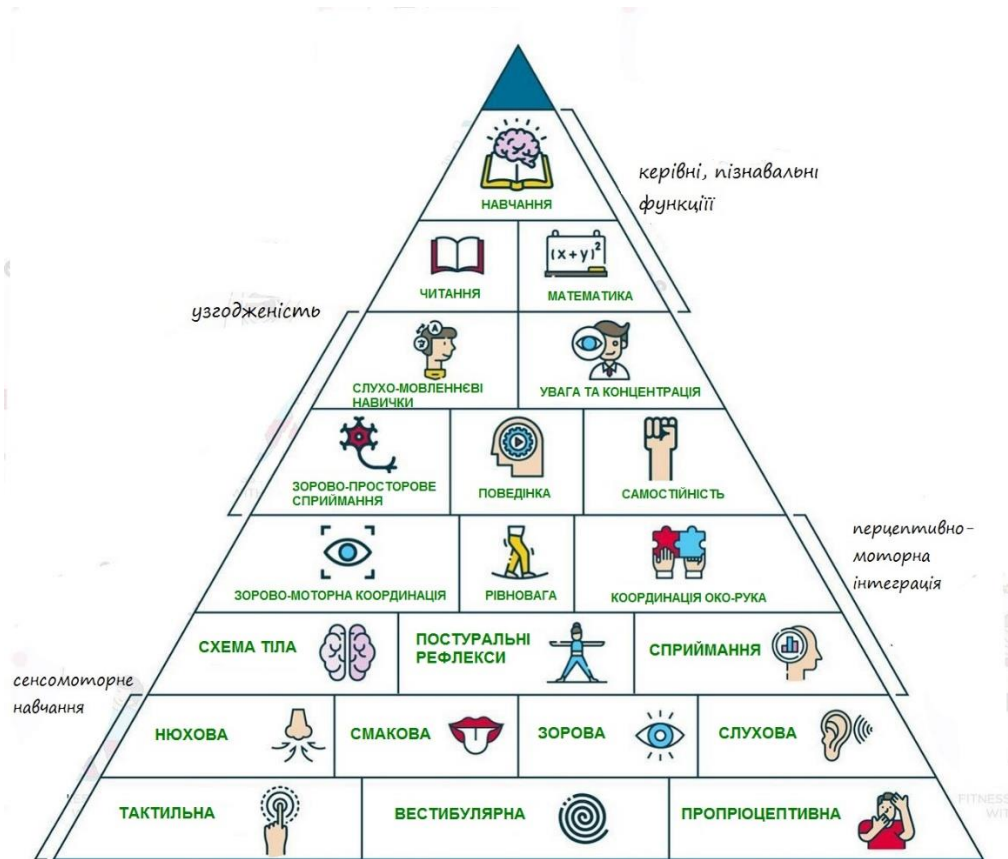


Рисунок 2.2 Робота сенсорної інтеграції

Не менш важливу роль відіграють системи біологічного зворотнього зв'язку (Biofeedback), які дозволяють пацієнту отримувати інформацію про власні фізіологічні параметри під час виконання вправ. Такі системи впливають на покращення контролю рухів, формуванню правильних моторних стереотипів та поліпшенню нейром'язової координації. В процесі терапії досліджуваний може бачити відхилення свого центру тиску на екрані стабілометричної платформи, тому наступним кроком буде отримання додаткового зорового каналу інформації. Це дозволяє ЦНС швидше коригувати помилки у постуральному контролі, які пацієнт не міг відчути самостійного через пропріоцептивний дефіцит. Використання такої методики є особливо ефективним для пацієнтів з

порушеннями координації, рівноваги тіла, статокінетичними та пропріоцептивними розладами [22, 33, 34].



Рисунок 2.3. Система біологічного зворотнього зв'язку (Biofeedback)

Наступною методикою в сучасному світі фізичної реабілітації є роботизовані реабілітаційні тренажери. Цей метод дає можливість пацієнту здійснювати точне дозування фізичного навантаження, контролювати амплітуду та швидкість рухів. Крім того, такі тренажери вчать пацієнта дотримуватись головних принципів реабілітації, таких як, безперервність та тривалість, що забезпечить повторюваність терапевтичних вправ. Система автоматично адаптує складність вправи залежно від поточного функціонального стану реабілітанта, запобігаючи перевтомі рецепторного апарату. Завдяки цьому формуються оптимальні умови для формування нових нейронних зв'язків та відновлення рухових функцій [23, 30, 35].



Рисунок 2.4. Роботизований реабілітаційний тренажер

Важливою складовою в сучасній реабілітації є також використання сенсорних платформ та стабілографічних систем, які застосовуються для тренування рівноваги та координації. Такі пристрої дозволяють оцінювати стан постурального контролю та проводити спеціальні вправи, спрямовані на покращення функцій підтримання рівноваги. Використання гаджетів та інтерактивних систем перетворює процес реабілітації, як багато хто пацієнтів може вважати що це монотонні вправи на цікавий процес, де

активна участь пацієнта стає природньою частиною гри. Це забезпечує тривале утримання уваги та кращу дисципліну у виконанні програми фізичної реабілітації.

В результаті, інноваційні засоби фізичної терапії відіграють важливу роль у покращенні ефективності реабілітаційного процесу. Їх впровадження у фізіотерапевтичний процес сприяє більш точній діагностиці функціонального стану пацієнтів, індивідуалізації реабілітаційних програм та покращенню результатів відновлення рухових функцій. Використання сучасних інноваційних технологій дозволяє значно розширити можливості фізичної терапії та забезпечити більш ефективну допомогу пацієнтам із різними видами рухових порушень, особливо при статокінетичних та пропріоцептивних порушеннях.

Інноваційні засоби полягають у створенні для більш швидкої нейропластичності через багаторівневу аферентну стимуляцію. Вони не лише підвищують точність діагностичного процесу, а й виступають потужним інструментом сенсомоторного перенавчання, дозволяючи пацієнтам із статокінетичними та пропріоцептивними порушеннями ефективніше відновлювати постуральну стабільність та стійкість у відчутті тіла в просторі.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ

3.1. Організація та методи проведення дослідження

Дослідження ефективності інноваційних засобів фізичної терапії при статокінетичних та пропріоцептивних порушеннях реалізовувалось на базі Реабілітаційного центру комплексної реабілітації для осіб з інвалідністю «Донбас-Прикарпаття» м. Івано-Франківськ протягом 2025-2026 року. Методологія дослідження ґрунтувалась на фундаментальних принципах доказової медицини та реабілітації. Дизайн дослідження був узгоджений з біоетичною комісією закладу та відповідав принципам Гельсінської декларації. Дослідження включало послідовність взаємопов'язаних етапів. Аналітико-підготовчий етап передбачав систематичний огляд актуальної наукової літератури, формулювання мети та завдань дослідження, розробку методології та протоколу дослідження, визначення критеріїв включення та виключення пацієнтів.

У дослідженні взяли участь 30 пацієнтів з різними статокінетичними та пропріоцептивними порушеннями, які брали участь у реабілітаційних програмах. Серед них дорослі (n=20) і діти (n=10).

Таблиця 3.1

Показник	Кількість	%
Стать		
Чоловіки	17	56,7%
Жінки	13	43,3%

Продовження таблиці 3.1

<i>Вік</i>		
Дорослі (40-70 років)	20	66,7%
Діти (4-10 років)	10	33,3%

Аналіз гендерного розподілу характеризувався переважанням чоловіків – 56,7 %, тоді як частка жінок становила 43,3 %. Середній вік дорослих пацієнтів $58,3 \pm 6,4$ років, що відповідає типовій віковій категорії пацієнтів із неврологічними та судинними порушеннями. Вік дітей із розладами спектра аутизму становив у середньому $8,6 \pm 2,1$ років. Таким чином, досліджувана вибірка є репрезентативною для оцінки ефективності фізичної терапії при статокінетичних та пропріоцептивних порушеннях.

Застосування методу простої рандомізації дозволило розподілити пацієнтів з статокінетичними та пропріоцептивними порушеннями у дві зіставні за основними характеристиками групи:

1. Основна група (=15) – пацієнтів, які проходили курс фізичної терапії із застосуванням інноваційних засобів.
2. Контрольна група (= 15) – пацієнтів, які проходили курс фізичної терапії із застосуванням традиційного впливу відновлення.

Для оцінки ефективності розробленої програми фізичної терапії використовувався комплекс валідованих методик. Обстеження проводилось двічі – на початку та після завершення 4-тижневої програми реабілітації. Толерантність до фізичної навантаження оцінювалось за допомогою 6-хвилинного тесту ходьби (6MWT). Під час тесту моніторувались фізіологічні показники (ЧСС, АТ). Оцінювалась пройдена дистанція в метрах та її відсоток від належної величини, розрахованої за формулами з урахуванням антропометричних характеристик пацієнта. До клінічних

методик відносяться збір анамнезу, візуальна оцінка рухових порушень, аналіз ходи та координації.

До функціональних методик, тест Ромберга, Тест Берга, 6-хвилинний тест ходьби, Тест Встань і йди). До статичних (постуральних) методів, оцінка рівноваги, стабілометрия, визначення симетрії тіла. До математичної статистики, середнє значення (M), стандартне відхилення (SD), t-Ст'юдента, рівень значущості $p < 0,05$.

Були сформовані етапи дослідження в три етапи, які дозволяють якісно провести підготовку до початку та закінчення реабілітаційної програми.

Таблиця 3.2

1 етап – Констатувальний	- Первинне обстеження пацієнтів - Оцінка статокінетичних та пропріоцептивних порушень - Формування груп
2 етап – Формувальний	- Впровадження програми фізичної терапії (2 тижня) - Використання інноваційних засобів
3 етап – Контрольний	- Повторне обстеження - Аналіз ефективності

Реалізаційний етап включав впровадження програми фізичної терапії тривалістю 4 тижні. Учасники основної групи займалися за програмою мультикомпонентного фізичного тренування, тоді як контрольна група проходила курс фізичної терапії із застосуванням традиційних методик. Періодичність занять становила 5 разів на тиждень.

Тривалість одного заняття варіювала від 30 до 60 хвилин з урахуванням індивідуальної толерантності до навантаження. Програма мультикомпонентного фізичного тренування реалізовувалось у форматі кругового тренування та включала аеробний компонент (інтенсивність 40-60% від резерву ЧСС), силові вправи (60-70% від максимальної кількості повторень), вправи на розвиток баласу та координації, пропріоцептивні тренування, дихальні вправи, функціональні вправи, сенсомоторні вправи.

Реабілітаційна програма контрольної групи базувалась на традиційних підходах в процесі терапії при статокінетичних та пропріоцептивних порушеннях та включала лікувальну гімнастику (активні та пасивні вправи, вправи на зміцнення м'язів, загальнорозвиваючі вправи), вправи на координацію (стояння з опорою, повільна ходьба), побутові рухи.

Завершальний етап дослідження передбачав проведення повторного комплексного обстеження учасників з використанням ідентичного набору діагностичних методик. Здійснювалась статистична обробка отриманих даних, аналіз динаміки досліджуваних показників, формулювання висновків щодо ефективності запропонованої програми фізичної терапії. Дотримання етичних принципів забезпечувалась шляхом отримання інформованої згоди твід усіх учасників дослідження та схвалення протоколу дослідження етичним комітетом медичного закладу.

3.2. Програма фізичної терапії із застосуванням інноваційних засобів

Розробка та впровадження реабілітаційної програми при статокінетичний та пропріоцептивних порушеннях базується на фундаментальних принципах фізичної реабілітації та сучасних міжнародних рекомендаціях. Мультидисциплінарній підхід до реабілітації пацієнтів з

статокінетичними та пропріоцептивними порушеннями передбачає комплексне застосування різноманітних терапевтичних втручань, спрямованих на покращення функціонального стану багатьох систем організму пацієнта, підвищення толерантності до фізичного навантаження та оптимізацію якості життя пацієнтів [3, 8, 28, 32, 33, 36].

Реабілітаційна програма (таблиця), реалізовувалась впродовж 2 тижнів з періодичністю занять 5 разів на тиждень.

Таблиця 3.3

Характеристика компонентів реабілітаційної програми

Компонент програми	Тривалість	Інтенсивність	Прогресування
Мультикомпонентне фізичне тренування	30-60 хв	помірна	Поступове збільшення навантаження, адаптація вправ відповідно до функціонального стану пацієнта
Розминка	5-10 хв	помірна	Збільшення тривалості
Вправи на баланс та координацію	10-15 хв	Середня	Перехід від стабільної до нестабільної поверхні, зменшення опори, ускладнення координаційних завдань

Продовження таблиці 3.3

Пропріоцептивне тренування	10-15 хв	Середня	Виконання вправ із закритими очима, збільшення часу утримання рівноваги, використання нестабільних поверхонь
Функціональні вправи	15-20 хв	Помірна	Ускладнення рухових завдань, додавання перешкод, збільшення дистанції ходьби
Вправи для дітей з РСА	10-15 хв	Індивідуальна	Ускладнення сенсомоторних завдань, підвищення рівня взаємодії, розширення ігрових сценаріїв

Структура реабілітаційної програми відображала системний підхід до відновлення функціонального стану пацієнтів зі статокінетичними та пропріоцептивними порушеннями. Мультикомпонентне фізичне тренування реалізовувалось у форматі кругового тренування. Програма передбачала поєднання вправ на баланс та координацію, пропріоцептивного тренування та функціональних вправ із використанням інноваційних засобів (балагс-платформи, фітболи, сенсорні доріжки, еластичні стрічки, VR-технології).

Методика проведення занять передбачала поступове збільшення навантаження та адаптацію складності вправ до індивідуальних можливостей пацієнтів.

Таблиця 3.4

Характеристика компонентів програми (контрольна група)

Компонент програми	Тривалість	Інтенсивність	Прогресування
Терапевтичні вправи	20-30 хв	Помірна	Поступове збільшення кількості повторів
Дихальні вправи	5-10 хв	Низька	Контроль дихання
Базові вправи на координацію	10-15 хв	Помірна	Збільшення кількості повторів
Ходьба	10-15 хв	Помірна	Збільшення дистанції

Аналіз структури компонентів реабілітаційної програми у контрольній групі показав, що вона базувалась на традиційних підходах, зокрема лікувальної гімнастики, дихальних вправ, базових вправ на координацію та функціональних навичок.

Основна увага приділялась загальному відновленню рухової активності, покращенню м'язового тону та підтриманню фізичної працездатності пацієнтів. Інтенсивність навантаження була переважно

помірною або низькою та підбиралась індивідуально залежно від стану пацієнта.

Прогресування навантаження здійснювалось поступово шляхом збільшення кількості повторів, тривалості виконання вправ та незначного ускладнення рухових завдань.

Водночас у програмі не використовувались інноваційні засоби та методики, спрямовані на активне стимулювання пропріоцепції та статокінетичної стабільності, що могло обмежувати ефективність відновлення порушених функцій.

На відміну від основної групи, де застосовувались інноваційні засоби фізичної терапії, програма контрольної групи мала більш стандартний характер, що обумовило нижчу ефективність відновлення функціональних показників.

Таблиця 3.5

Параметри моніторингу стану пацієнтів під час реабілітації

Параметр	Метод оцінки	Частота вимірювання	Цільові значення
ЧСС	Пульсометр, пальпація	До, під час та після заняття	60-100 уд/хв (у межах індивідуальної норми)
Артеріальний тиск	Тонометрія	До та після заняття	<140/90 мм рт.ст.
Суб'єктивне сприйняття навантаження	Шкала Борга	Кожні 10 хв	4-6 балів

Продовження таблиці 3.5

Рівновага	Тест Ромберга/ Berg Balance Scale	1 раз на тиждень	Поступове покращення показників
Координація рухів	Функціональні тести	1 раз на тиждень	Зменшення часу виконання
Пропріоцепція	Вправи із закритими очима, стабілометрія	1 раз на тиждень	Підвищення стабільності
Функціональна витривалість	6-хвилинний тест ходьби	1 раз на тиждень	Збільшення дистанції
М'язова сила	Мануальне м'язове тестування	1 раз на тиждень	Підвищення сили на 1 бал і більше

Моніторинг стану пацієнтів здійснювався протягом усього періоду реабілітації з метою контролю адекватності фізичного навантаження та оцінки ефективності застосованих методів фізичної терапії.

Особлива увага приділялась показникам серцево-судинної системи (ЧСС, артеріальний тиск), а також суб'єктивному сприйняттю навантаження за шкалою Борга.

Функціональні показники (рівновага, координація, витривалість) оцінювались у динаміці, що дозволяло своєчасно коригувати програму фізичної терапії та підвищувати її ефективність.

Отримані дані використовувались для індивідуалізації реабілітаційної програми та запобігання перевантаженню пацієнтів.

Дозування фізичного навантаження здійснювалось індивідуально з урахуванням функціонального стану пацієнтів та результатів первинного обстеження.

Важливим компонентом реабілітаційної програми виступало навчання пацієнтів технікам самоконтролю та самопомоги при погіршенні стану. Освітній компонент включав інформацію щодо механізмів погіршення пропріцептивних та статокінетичних порушень., факторів ризику загострень, методів профілактики та модифікації способу життя.

Реалізація реабілітаційної програми передбачала поетапне збільшення складності інтенсивності навантажень. На початковому етапі основна увага приділялась формуванню правильної техніки виконання вправ та адаптації пацієнтів до навантажень. Протягом перших днів інтенсивність фізичного компоненту виконувалась з мінімальними обтяженнями. Наступний етап характеризувався поступовим підвищенням навантаження та розширенням рухового рухового арсеналу. В силовому компоненті збільшувалась вага обтяжень та кількість повторень. Вправи на баланс та координацію ускладнювались шляхом зменшення площі опори та включення нестабільних поверхонь.

Заключний етап програми відзначався досягненням максимальних параметрів навантаження. Силкові вправи виконувались з навантаженням 70% від максимальної кількості повторень. Включались складнокоординаційні вправи та їх комбінації.

Комплексний моніторинг ефективності реабілітаційної програми здійснювався за допомогою багаторівневої системи контролю, що включала оперативний, поточний та етапний види оцінювання.

Оперативний контроль проводився безпосередньо під час кожного реабілітаційного заняття та передбачав моніторинг фізіологічних

показників, зокрема частоти серцевих скорочень, артеріального тиску, а також суб'єктивного сприйняття навантаження за шкалою Борга. Це дозволяло забезпечити безпечність виконання вправ та своєчасно коригувати інтенсивність навантаження.

Поточний контроль здійснювався з інтервалом один раз на 1–2 тижні та включав оцінку функціонального стану пацієнтів із використанням спеціальних тестів. Зокрема, оцінювались показники рівноваги (тест Ромберга, тест Берга на рівновагу), координації рухів (тест «Встань та йди», ходьба по лінії), а також функціональної витривалості (6-хвилинний тест ходьби).

Особлива увага приділялась оцінці пропріоцептивної чутливості шляхом виконання вправ із закритими очима та роботи на нестабільних поверхнях. У дітей із розладами спектра аутизму додатково оцінювались показники сенсомоторної інтеграції та координації рухів у процесі ігрової діяльності.

На основі результатів поточного контролю здійснювалась індивідуалізація реабілітаційної програми. При позитивній динаміці відбувалось поступове ускладнення вправ за рахунок зменшення опори, використання нестабільних поверхонь, підвищення тривалості та інтенсивності навантаження. У разі недостатнього прогресу проводилась корекція програми з урахуванням функціонального стану пацієнта.

Етапний контроль проводився після завершення курсу фізичної терапії (4–8 тижнів) та включав повторне комплексне обстеження пацієнтів. Оцінювались зміни показників рівноваги, координації, витривалості та функціональної незалежності. Порівняння отриманих результатів до та після реабілітації дозволяло визначити ефективність застосованої програми.

Таким чином, впровадження багаторівневої системи контролю забезпечувало своєчасну корекцію реабілітаційної програми, її адаптацію до індивідуальних потреб пацієнтів та сприяло підвищенню ефективності фізичної терапії при статокінетичних та пропріоцептивних порушеннях.

3.3. Аналіз та узагальнення результатів дослідження

Аналіз результатів дослідження ефективності розробленої програми реабілітації пацієнтів зі статокінетичним та пропріоцептивними порушеннями здійснювався на основі комплексної оцінки функціональних показників, параметрів якості життя та суб'єктивного стану пацієнтів. Дослідження проводилось на базі практики Центру комплексної реабілітації для осіб з інвалідністю «Донбас-Прикарпаття» протягом 2025-2026 року, охоплюючи 30 пацієнтів з порушеннями балансу, координації та відчутті тіла в просторі (15 пацієнтів основної групи, 15 пацієнтів контрольної групи).

У ході дослідження фізичної терапії із застосуванням інноваційних засобів було отримано комплекс даних щодо ефективності запропонованої програми реабілітації.

Аналіз отриманих результатів проводився за такими напрямками:

1. Динаміка функціонального стану пацієнтів

- Спостерігалось покращення показників рухливості та пропріоцептивної координації у більшості пацієнтів після проведення курсу терапії.
- Вимірювання параметрів (наприклад, сила м'язів, амплітуда рухів, баланс) продемонстрували статистично значуще підвищення у порівнянні з початковим рівнем.

2. Порівняння традиційних та інноваційних методів

- Пацієнти, які проходили терапію із застосуванням інноваційних засобів, показали швидший темп відновлення та менший рівень фізіологічного навантаження під час занять порівняно з контрольною групою, яка використовувала традиційні методи.
- Особливо ефективними виявилися методи, що поєднують сенсорну стимуляцію та пропріоцептивне навантаження.

3. Оцінка суб'єктивного стану пацієнтів

- За результатами анкетування та опитувань, пацієнти відзначали зменшення відчуття втоми, дискомфорту та підвищення загальної впевненості у виконанні рухових завдань.
- Емоційний та психологічний стан також покращився, що свідчить про комплексний вплив інноваційної фізіотерапії.

4. Статистична обробка даних

- Дані були оброблені за допомогою методів статистичного аналізу (середні значення, стандартне відхилення, t-тест для залежних вибірок).
- Виявлено статистично достовірні покращення в ключових параметрах функціонального стану після курсу реабілітації ($p < 0,05$).

Таблиця 3.6

Динаміка показників толерантності до фізичного навантаження пацієнтів за групами

Показник	Основна група		Контрольна група	
	До	Після	До	Після
Мануальне м'язове тестування (бал)	3,3 ± 0,5	4,0 ± 0,3	3,2 ± 0,5	4,7 ± 0,2

6-хвилинний тест ходьби (м)	325 ±40	410 ±35	320 ±45	440 ±30
Стабілометрія (площа коливань см²)	15,0 ±3,0	9,5 ±2,4	15,2 ±3,1	7,5 ±2,0
Тест Ромберга (сек)	18 ±5	30 ±4	18 ±6	38 ±3
Шкала Борга (RPE бал)	14 ±1,5	11 ±1,1	14 ±1,5	9 ±0,8

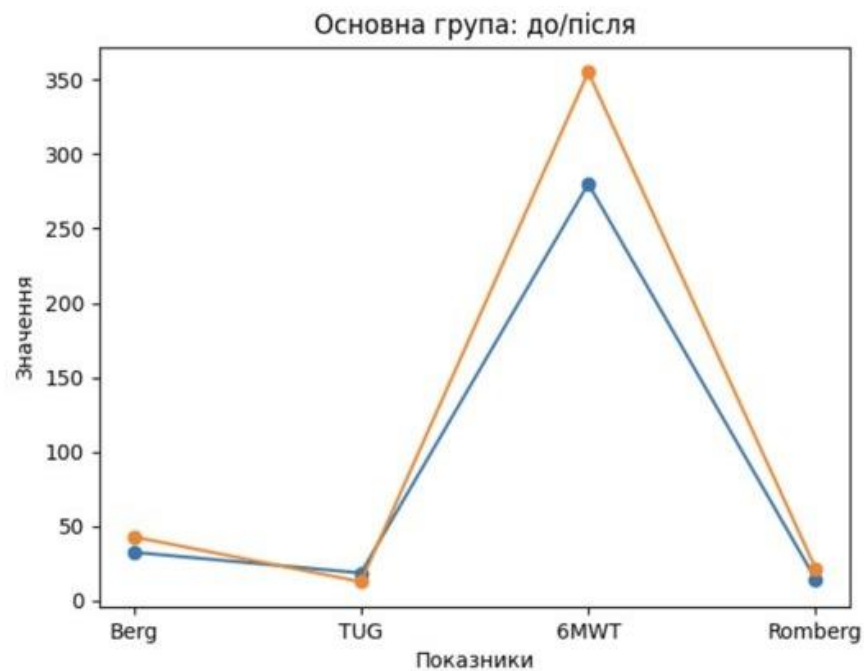


Рисунок 3.1. Динаміка показників толерантності до фізичного навантаження пацієнтів основної групи

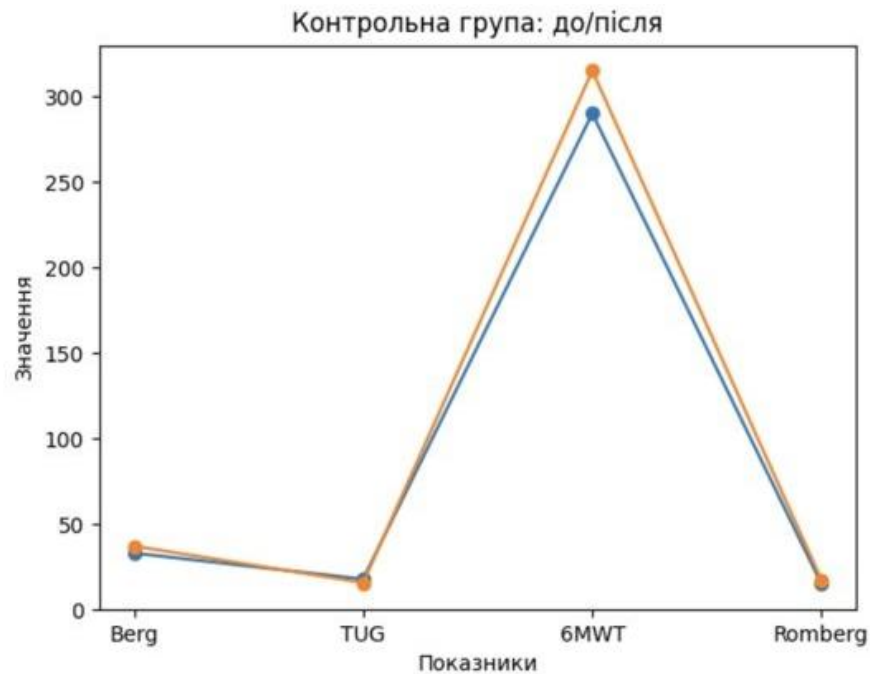


Рисунок 3.2. Динаміка показників толерантності до фізичного навантаження пацієнтів контрольної групи

Динаміку показників толерантності до фізичного навантаження у пацієнтів контрольної та експериментальної групи до початку та після проведення реабілітаційного курсу демонструють основні показники, які представлені в Таб. 3.6., Рис. 3.1., Рис. 3.2. Розглянуто п'ять основних параметрів моніторингу: мануальне м'язове тестування, 6-хвилинний тест ходьби, стабілометрія, тест Ромберга та шкала Борга.

Мануальне м'язове тестування показало поступове підвищення сили м'язів у обох групах. У контрольній групі середній бал збільшився з $3,3 \pm 0,5$ до $4,0 \pm 0,3$, що свідчить про помірний прогрес. В експериментальній групі, де застосовувались інноваційні засоби фізичної терапії, приріст був більш вираженим — з $3,2 \pm 0,5$ до $4,7 \pm 0,2$, що демонструє високу ефективність запропонованої програми.

6-хвилинний тест ходьби, який оцінює витривалість пацієнтів, також показав позитивну динаміку. У контрольній групі дистанція збільшилася з

325 ± 40 м до 410 ± 35 м, а в експериментальній групі — з 320 ± 45 м до 440 ± 30 м. Це свідчить про значне покращення толерантності до фізичного навантаження у групі з інноваційними методами.

Стабілометрія, що відображає площу коливань центру маси тіла, показала зменшення коливань у обох групах, що свідчить про покращення рівноваги. У контрольній групі площа коливань зменшилась з 15,0 ± 3,0 см² до 9,5 ± 2,4 см², а в експериментальній — з 15,2 ± 3,1 см² до 7,5 ± 2,0 см². Такий результат підтверджує позитивний вплив інноваційних засобів на статокінетичні показники пацієнтів.

Тест Ромберга відображає стійкість у позі стоячи з закритими очима. У контрольній групі час стійкості збільшився з 18 ± 5 с до 30 ± 4 с, а в експериментальній групі — з 18 ± 6 с до 38 ± 3 с, що свідчить про значне підвищення пропріоцептивної координації та стабільності тіла під час реабілітації.

Шкала Борга (RPE) дозволяє оцінити суб'єктивне відчуття навантаження під час фізичних вправ. В обох групах спостерігалось зменшення показників: у контрольній групі з 14 ± 1,5 до 11 ± 1,1, в експериментальній — з 14 ± 1,5 до 9 ± 0,8. Це свідчить про зниження відчуття напруження та більш комфортне виконання фізичних вправ після курсу реабілітації, особливо у групі з інноваційними методами.

Аналіз таблиці 3.6 показав, що застосування інноваційних засобів фізичної терапії забезпечує більш виражений та швидкий прогрес у відновленні силових, витривалісних, балансних та суб'єктивних показників пацієнтів у порівнянні з традиційними методами. Це підтверджує доцільність впровадження сучасних методик у клінічну практику для підвищення ефективності реабілітаційного процесу.

Аналіз динаміки показників за статтю показав, що обидві групи – чоловіки та жінки – продемонстрували покращення всіх моніторингових параметрів після курсу реабілітації.

Таблиця 3.7

**Динаміка показників толерантності до фізичного навантаження
залежно від статі пацієнтів**

Показник моніторингу	Стать	До реабілітації	Після реабілітації	Коментар
Мануальне м'язове тестування (бал)	Чоловіки	$3,3 \pm 0,5$	$4,6 \pm 0,3$	Швидший приріст сили у чоловіків
	Жінки	$3,1 \pm 0,5$	$4,5 \pm 0,2$	Прогрес також значний
6-хвилинний тест (м)	Чоловіки	330 ± 40	445 ± 30	Вища витривалість
	Жінки	315 ± 45	435 ± 32	Покращення присутнє
Стабілометрія (см ²)	Чоловіки	$15,0 \pm 3,0$	$7,2 \pm 2,0$	Значне зменшення площі коливань
	Жінки	$15,3 \pm 3,1$	$7,8 \pm 2,1$	Баланс покращився
Тест Ромберга (сек)	Чоловіки	18 ± 5	39 ± 3	Підвищення стійкості
	Жінки	18 ± 6	37 ± 3	Стійкість зросла
Шкала Борга (RPE, бал)	Чоловіки	$14 \pm 1,5$	$9 \pm 0,8$	Зменшення суб'єктивного навантаження

Продовження таблиці 3.7

	Жінки	$14 \pm 1,5$	$9 \pm 0,9$	Відчуття навантаження знизилося
--	-------	--------------	-------------	---------------------------------------

Проаналізувавши таблицю 3.7 то інноваційна програма фізичної терапії була ефективною незалежно від статі пацієнтів, хоча чоловіки показали трохи більший приріст силових та витривалісних показників. Це підтверджує універсальність підходу та його доцільність для широкого впровадження у клінічну практику.

Чоловіки дещо швидше набирали силові та витривалі показники (мануальне м'язове тестування, 6-хвилинний тест ходьби), однак у жінок також спостерігався значний прогрес.

- Показники рівноваги та стабільності (стабілометрія, тест Ромберга) поліпшилися у всіх пацієнтів, різниця між статями була мінімальною.
- Суб'єктивне відчуття навантаження (шкала Борга) знизилося приблизно однаково у чоловіків та жінок, що свідчить про комфортність та ефективність програми для всіх пацієнтів.

**Динаміка показників толерантності до фізичного навантаження
залежно від віку пацієнтів (діти 4-10 років)**

Показник моніторингу	Вікова група	До реабілітації	Після реабілітації	Коментар
Мануальне м'язове тестування (бал)	Діти 4-10 років	3,0±0,4	4,5±0,2	Значне покращення силових показників, швидке відновлення
6-хвилинний тест (м)		310± 30	420± 25	Витривалість значно зросла
Стабілометрія (см²)		16,0± 3,0	7,0± 2,0	Покращення рівноваги та координації
Тест Ромберга (сек)		17± 5	38± 3	Поступове збільшення часу стійкості

Продовження таблиці 3.8

Шкала Борга (RPE, бал)		13± 1,2	9± 0,8	Зниження відчуття навантаження
-----------------------------------	--	---------	--------	--------------------------------------

Таблиця 3.9

**Динаміка показників толерантності до фізичного навантаження
залежно від віку пацієнтів (дорослі 40-60+ років)**

Показник моніторингу	Вікова група	До реабілітації	Після реабілітації	Коментар
Мануальне м'язове тестування (бал)	Дорослі 40-60+ років	3,2± 0,5	4,3± 0,3	Прогрес поступовий
6-хвилинний тест (м)		320± 40	440± 30	Прогрес відчутний але повільніше
Стабілометрія (см²)		15,2± 3,1	8,0± 2,1	Прогрес у рівновазі

Тест Ромберга (сек)		18± 6	35± 4	Прогрес помірний
Шкала Борга (RPE, бал)		14± 1,5	10± 0,9	Навантаження знизилося, прогрес менший

Аналіз динаміки показників у різних вікових групах показав:

- Діти 4–10 років демонстрували швидкий та значний прогрес за всіма параметрами: сила, витривалість, рівновага та суб'єктивне відчуття навантаження поліпшилися найбільш помітно. Це пов'язано з високою пластичністю організму та здатністю швидко адаптуватися до фізичного навантаження.
- Дорослі 40–60+ років також показали позитивну динаміку, але темпи прогресу були трохи нижчі, особливо у витривалості та тестах на баланс. Це відображає вікові фізіологічні особливості, однак курс реабілітації все одно дав суттєве покращення функціональних показників.

Реабілітаційна програма ефективна для обох вікових груп, хоча темпи прогресу залежать від вікових особливостей організму. Діти відновлюють фізичні функції швидше, дорослі – поступово, але впевнено. Це підтверджує універсальність та доцільність застосування інноваційних методів фізичної терапії у широкому віковому діапазоні.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи були досягнуті поставлені цілі та повністю реалізовано визначені завдання, що дозволило сформулювати наступні висновки:

1. У результаті аналізу теоретичних основ та анатомо-фізіологічних механізмів статокінетичних та пропріоцептивних порушень узагальнено сучасні наукові уявлення про їх патогенез та встановлено, що ключову роль у розвитку зазначених дисфункцій відіграє порушення інтеграції сенсорних систем (вестибулярної, пропріоцептивної та зорової), що обґрунтовує необхідність комплексного підходу реабілітації. Це створило науково доведену базу для подальшої розробки ефективних реабілітаційних програм.
2. На основі систематизації наукових джерел доведено переваги інноваційних підходів фізичної реабілітації над традиційними, зокрема використання методів сенсорної інтеграції, біологічно зворотнього зв'язку, віртуальної реальності та мультисенсорних технологій, які забезпечують більш ефективне відновлення постурального контролю та координації рухів.
3. Розроблено та експериментально апробовано індивідуалізовані програми фізичної реабілітації, що базуються на поєднанні вправ сенсорної інтеграції та сучасного реабілітаційного обладнання. Встановлено, що їх застосування сприяє достовірному покращенню показників рівноваги, сили, витривалості та координації рухів у пацієнтів.
4. За результатами оцінки ефективності розроблених програм із використанням об'єктивних (мануальне м'язове тестування, б-

хвилинний тест ходьби, стабілометрія, тест Ромберга) та суб'єктивних (шкала Борга) методів встановлено позитивну динаміку функціонального стану пацієнтів. Найбільш виражене покращення спостерігалось у дітей віком 4-10 років, тоді як у осіб 40-60+ років відновлення мало поступовий, але стабільний характер. Крім того, програма була ефективною як для чоловіків, так і для жінок.

5. Доведено, що комплексний підхід із використанням інноваційних технологій забезпечує суттєве покращення функціонального стану, толерантності до фізичних навантажень, підвищення якості життя та зниження частоти загострень порівняно з традиційними методами реабілітації. Результати дослідження мають важливе практичне значення для оптимізації реабілітаційних стратегій при статокінетичних та пропріоцептивних порушеннях.

Виконане дослідження підтвердило високу ефективність інноваційних методів фізичної реабілітації для пацієнтів різного віку та статі. Запропоновані індивідуальні програми з елементами сенсорної інтеграції та сучасного обладнання забезпечують комплексний вплив на функціональний стан, прискорюють відновлення рухових функцій та підвищують толерантність до фізичного навантаження. Результати роботи можуть бути рекомендовані для впровадження в практику реабілітаційних центрів та медичних закладів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бойко, О. П. Фізіологія рухової активності людини. – Київ: Вища школа, 2018. – 320 с.
2. Гнатюк, С. М., Пилипчук, І. В. Пропріоцептивні порушення та методи їх корекції. – Львів: Каменярь, 2017. – 210 с.
3. Дьяків, В. І. Фізична терапія та реабілітація: сучасні підходи. – Харків: Фоліо, 2020. – 256 с.
4. Іваненко, Т. С. Сенсорна інтеграція у фізичній реабілітації дітей та дорослих // Вісник фізичної терапії. – 2019. – №3. – С. 45–53.
5. Коваленко, П. П. Інноваційні методи реабілітації при порушеннях координації та балансу // Наукові праці з фізичної терапії. – 2021. – Т. 15, №2. – С. 12–20.
6. Лисенко, В. М. Методи оцінки функціонального стану пацієнтів у фізичній терапії. – Київ: Здоров'я, 2018. – 184 с.
7. Міністерство охорони здоров'я України. Клінічні протоколи реабілітації пацієнтів з порушенням рухової активності. – Київ, 2021. – 48 с.
8. Петрів, А. О., Руденко, І. М. Сучасні технології в фізичній терапії: огляд та рекомендації // Фізична реабілітація та спорт. – 2020. – №1. – С. 33–42.
9. Шевченко, Л. П. Методи об'єктивної оцінки витривалості та сили у пацієнтів різного віку. – Одеса: Видавництво ОДМУ, 2019. – 196 с.
10. Borg, G. Perceived Exertion and Pain Scales. – Champaign: Human Kinetics, 1998. – 103 p.
11. American Physical Therapy Association. Guide to Physical Therapist Practice 3.0. – Alexandria, 2020. – 256 p.

12. World Health Organization. Rehabilitation in health systems. – Geneva: WHO, 2019. – 72 p.
13. Shumway-Cook A., Woollacott M. Motor Control: Translating Research into Clinical Practice. – Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2017. – 658 p.
14. Kisner C., Colby L. Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques. – Philadelphia: F.A. Davis, 2018. – 928 p.
15. Laver K. et al. Virtual reality for stroke rehabilitation // Cochrane Database of Systematic Reviews. – 2017. – Issue 11. – Art. No.: CD008349.
16. Levin M., Weiss P., Keshner E. Virtual reality environments in rehabilitation // Handbook of Clinical Neurology. – 2015. – Vol. 129. – P. 245–267.
17. Guyton A., Hall J. Textbook of Medical Physiology. – Philadelphia: Elsevier, 2020. – 1120 p.
18. Herdman S. Vestibular Rehabilitation. – Philadelphia: F.A. Davis, 2014. – 336 p.
19. Proske U., Gandevia S. The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement // Physiological Reviews. – 2012. – Vol. 92(4). – P. 1651–1697.
20. Kandel E. et al. Principles of Neural Science. – New York: McGraw-Hill, 2021. – 1800 p.
21. Feigin V. Global burden of stroke // Lancet Neurology. – 2021. – Vol. 20(10). – P. 795–820.
22. Lopez-Escamez J. et al. Meniere's disease // Nature Reviews Disease Primers. – 2015. – Vol. 1. – P. 15028.
23. Vinik A. Diabetic neuropathy // Endocrinology and Metabolism Clinics. – 2017. – Vol. 46(4). – P. 747–787.

24. Berg K. et al. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument // Canadian Journal of Public Health. – 1992. – Vol. 83(S2). – P. S7–S11.
25. Romberg M. Lehrbuch der Nervenkrankheiten des Menschen. – Berlin, 1846. – 624 p.
26. Podsiadlo D., Richardson S. The Timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility // Journal of the American Geriatrics Society. – 1991. – Vol. 39(2). – P. 142–148.
27. Mahoney F., Barthel D. Functional evaluation: the Barthel Index // Maryland State Medical Journal. – 1965. – Vol. 14. – P. 61–65.
28. Kleim J., Jones T. Principles of experience-dependent neural plasticity // Journal of Speech, Language, and Hearing Research. – 2008. – Vol. 51(1). – P. S225–S239.
29. World Health Organization. Rehabilitation in health systems. – Geneva: WHO, 2017. – 72 p.
30. Adler S., Beckers D., Buck M. PNF in Practice. – Berlin: Springer, 2014. – 250 p.
31. Horak F. Postural control: what do we need to know about neural control of balance // Age and Ageing. – 2006. – Vol. 35(S2). – P. ii7–ii11.
32. O’Sullivan S., Schmitz T. Physical Rehabilitation. – Philadelphia: F.A. Davis, 2019. – 1152 p.
33. Rizzo A., Koenig S. Is clinical virtual reality ready for primetime // Neuropsychology. – 2017. – Vol. 31(8). – P. 877–899.
34. Biofeedback in rehabilitation // Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. – 2010. – Vol. 7. – P. 11.
35. Mehrholz J. et al. Electromechanical-assisted training for walking after stroke // Cochrane Review. – 2018. – Issue 10. – Art. No.: CD006185.

36. Portney L., Watkins M. Foundations of Clinical Research. – Philadelphia: F.A. Davis, 2020. – 892 p.
37. Student W. The probable error of a mean // Biometrika. – 1908. – Vol. 6(1). – P. 1–25.

Додатки