

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ  
УКРАЇНИ  
КАФЕДРА ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ТА ЕРГОТЕРАПІЇ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

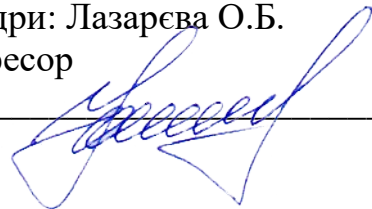
на здобуття освітнього ступеня магістра  
за спеціальністю: 227 – Фізична терапія, ерготерапія  
освітньою програмою: «Фізична терапія»

на тему: «**ВЕСТИБУЛЯРНА РЕАБІЛІТАЦІЯ ОСІБ З АТАКСІЄЮ**»

Здобувач вищої освіти  
другого (магістерського) рівня  
Волкова Софія Андріївна

Науковий керівник: Калінкін  
К.Л., канд.фіз.вих.  
Рецензент: Балаж М.С., к.фіз.вих.,  
доцент

Рекомендовано до захисту на засіданні кафедри  
(протокол № 12 від 19.04.2023 р.)  
Завідувач кафедри: Лазарева О.Б.  
д.фіз.вих., професор



## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	3
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНЕ УЯВЛЕННЯ ПРО ВЕСТИБУЛЯРНУ РЕАБІЛІТАЦІЮ У ОСІБ З АТАКСІЄЮ.....	6
1.1 Анатомія периферичної вестибулярної системи.....	6
1.2 Вестибулярна нейрофізіологія.....	9
1.3 Класифікація та клінічна картина вестибулярних порушень.....	14
1.4 Механізми нейропластичності та їх роль у розвитку компенсаторних можливостей.....	16
1.5 Сучасні підходи до застосування фізичної терапії при вестибулярних порушеннях.....	20
Висновки до розділу 1.....	33
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	35
2.1 Методи дослідження.....	35
2.1.1 Теоретичний аналіз даних науково-методичної літератури.....	35
2.1.2 Клініко-інструментальні методи дослідження.....	35
2.1.3 Методи математичної статистики.....	46
2.2 Організація дослідження.....	47
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	49
3.1 Розробка алгоритму застосування засобів фізичної терапії для осіб з вестибулярними порушеннями.....	49
3.2 Оцінка ефективності алгоритму фізичної терапії та обговорення розробленого алгоритму.....	55
ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ФТ – фізична терапія

ВРТ- вестибулярна реабілітаційна терапія

ПВС- периферійна вестибулярна система

ЦНС- центральна нервова система

ВОР- вестибулярний очний рефлекс

ВСП- вестибулоспинальний рефлекс

ВКР- вестибулоколічний рефлекс

ШОР- шийно-окулярний рефлекс

ОГ- основна група

КГ- контрольна група

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Вестибулярна реабілітація – це програма фізичної терапії, заснована на терапевтичних вправах, яка існує вже понад 70 років. Зростаюча кількість доказів підтверджує використання вестибулярної реабілітації у пацієнтів з вестибулярними розладами, а розвиток досліджень призвів до більш ефективних втручань. Завдяки центральній компенсації вестибулярна реабілітація здатна купірувати симптоми: порушення координації, ризику падіння, страху падіння, осцилопсії, запаморочення, чутливості до рухів і вторинних симптомів, таких як нудота та тривога [1]. Вестибулярна реабілітація у осіб з атаксією — це заснований на доказах підхід до терапії запаморочення, вертиго, чутливості до рухів, рівноваги та постурального контролю, які виникають через вестибулярну дисфункцію. Пацієнти з порушенням вестибулярного апарату зазвичай відчувають проблеми зі стабільністю погляду та фокусуванням, стабільністю довільних рухів, рівновагою та контролем постави. Таким чином, вестибулярна реабілітація зосереджена на усуненні цих симптомів патології або дисфункції [2]. Однак конкретний підхід до терапії залежатиме від патології та індивідуальних особливостей кожного пацієнта. Вестибулярні порушення є серйозною проблемою в усьому світі. Пацієнти старші за 65 років відчувають запаморочення та порушення рівноваги складає 80%. У 30-50 % випадків це запаморочення викликане доброякісним пароксизмальним позиційним запамороченням. Пацієнти старші за 70 років мають порушення рівноваги та ходи -75% [3].

Люди з вестибулярною дисфункцією мають в вісім разів більшу ймовірність падіння, що є серйозною проблемою, оскільки падіння може стати причиною інвалідизації, смертності та значних економічних втрат серед населення. Проблеми з вестибулярною дисфункцією зростають через старіння, та підвищують ризик падіння [4].

**Об'єкт дослідження** – процес фізичної терапії спрямований на ліквідацію проявів вестибулярної дисфункції осіб з атаксією.

**Предмет дослідження** – структура та зміст процесу фізичної терапії, які використовують для вестибулярної реабілітації осіб з атаксією.

**Мета дослідження** – теоретично обґрунтувати та розробити алгоритм втручань з фізичної терапії для вестибулярної реабілітації осіб з атаксією

**Завдання роботи:**

1. Систематизувати та узагальнити вітчизняний та зарубіжний досвід щодо застосування фізичної терапії для вестибулярної реабілітації осіб з атаксією;

2. Обґрунтувати та розробити алгоритм фізичної терапії для вестибулярної реабілітації осіб з атаксією;

3. Оцінити ефективність розробленого алгоритму фізичної терапії для осіб з атаксією.

**Теоретична значимість роботи:** науково обґрунтовано і розроблено принципи втручань фізичного терапевта для вестибулярної реабілітації осіб з атаксією з урахуванням прогнозуючих факторів.

**Практична значимість роботи:** полягаю у розробці алгоритму фізичної терапії, який спрямований на вестибулярну реабілітацію осіб з атаксією. Розроблені прогностичні фактори дозволяють цілеспрямовано впливати на підвищення функціональних можливостей, попередження вторинних ускладнень та покращення якості життя у осіб з атаксією.

## РОЗДІЛ 1

### СУЧАСНЕ УЯВЛЕННЯ НА ВЕСТИБУЛЯРНУ РЕАБІЛІТАЦІЮ У ОСІБ З АТАКСІЄЮ

#### 1.1 Анатомія периферичної вестибулярної системи.

Вестибулярна система є частиною складної системи постурального контролю людини, нормальна статична позиція спирається на три сенсорні компоненти: зір, пропріоцепцію та вестибулярний апарат. Чутливість до двох видів інформації: положення голови в просторі та різкі зміни напрямку руху голови. [5]. Разом ця інформація допомагає зорієнтувати відчуття рівноваги людини [6].

Вестибулярна система має як сенсорний, так і моторний компонент, який допомагає людині відчувати та сприймати рух, а також надає інформацію про рух голови та її положення відносно сили тяжіння та інших інерційних сил (наприклад, тих, що виникають під час їзди в автомобілі) [7]. Використовується для стабілізації погляду, щоб утримувати погляд на цілях, що цікавлять, з рухом голови чи без нього. Вестибулярна система також використовує складні стратегії для підтримки артеріального тиску, коли людина швидко переходить із положення лежачи на спині до вертикального положення. Це допомагає людині підтримувати орієнтацію голови та тіла відносно навколишнього середовища, найчастіше у вертикальному положенні, що дозволяє максималізувати сенсорну інтеграцію органів чуття людини [8].

Вестибулярний апарат поділяється на центральний і периферичний. Периферійна вестибулярна система (ПВС) розташована у внутрішньому вуху, за барабанною перетинкою. Вхідні дані від ПВС інтегруються центральним вестибулярним процесором, який називається «вестибулярним ядерним комплексом», який генерує рухові команди для керування очима та тілом. Зазвичай система дуже точна. Щоб підтримувати точність, вестибулярна система контролюється та калібрується мозочком [9].

Купула створює рідинний бар'єр - ендолімфа не може циркулювати всередині купули, але на неї впливають рухи ендолімфи навколо неї [10].

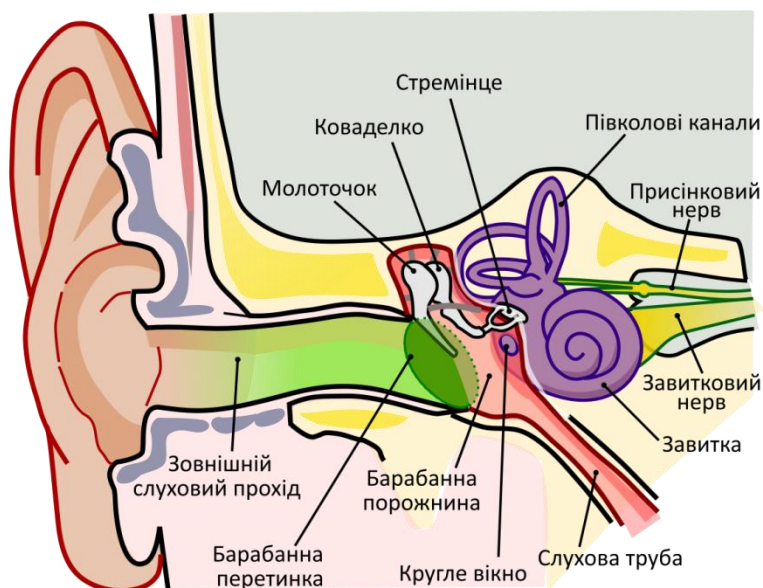


Рисунок 1.1-Анатомія ПВС

Внутрішнє вухо становить функціонально найважливіший і найскладніший за будовою відділ органу слуху та рівноваги. Внутрішнє вухо розташоване в кам'янистій частині скроневої кістки. Він розташований між середнім вухом і внутрішнім слуховим проходом, які лежать латеральніше і медіальніше відповідно. Внутрішнє вухо має два основних компоненти - кістковий лабіринт і перетинчастий лабіринт [11].

- Кістковий лабіринт – складається з ряду кісткових порожнин у кам'янистій частині скроневої кістки. Він складається з вушної раковини, передодня і трьох напівкруглих каналів. Усі ці структури вкриті зсередини окістям і містять рідину, яка називається перилімфою.

- Перетинчастий лабіринт – розташований у кістковому лабіринті. Він складається з кохлеарної протоки, напівкруглих проток, маточки і мішечка. Перетинчастий лабіринт заповнений рідиною, яка називається ендолімфою.

Внутрішнє вухо має два отвори в середнє вухо, обидва покриті мембранами. Овальне вікно знаходиться між середнім вухом і присінком, тоді

як кругле вікно відокремлює середнє вухо від барабанної раковини (частини кохлеарної протоки).

Кістковий лабіринт — це ряд кісткових порожнин у кам'янистій частині скроневої кістки . Він складається з трьох частин – вушної раковини, передодня і трьох напівкруглих каналів.

Присінок є центральною частиною кісткового лабіринту. Він відокремлений від середнього вуха овальним вікном і сполучається спереду з равником, а ззаду з напівкруглими каналами. Дві частини перетинчастого лабіринту; мішечок і маточка розташовані всередині присінка .У равлику знаходиться равликова протока перетинчастого лабіринту – слухової частини внутрішнього вуха. Він закручується навколо центральної частини кістки, яка називається модіоліосом, утворюючи форму конуса, яка вказує в передньолатеральному напрямку. Гілки кохлеарної частини присінково- завиткового (VIII) нерва знаходяться біля основи модіоліуса.

Назовні від модіоліуса тягнеться виступ кістки, відомий як спіральна пластинка, який прикріплюється до кохлеарної протоки, утримуючи її в потрібному положенні. Наявність кохлеарної протоки створює дві заповнені перилімфою камери зверху та знизу:

- Scala vestibuli : Розташована вище кохлеарної протоки. Як випливає з назви, він нерозривний з вестибюлем.
- Scala tympani : розташована нижче кохлеарної протоки. Він закінчується круглим вікном.

Напівкруглі канали є спеціалізованими механорецепторами, які допомагають нам отримати доступ до інформації щодо кутової швидкості . Сенсорний вхід, отриманий від, дозволяє вестибулярному очному рефлексу генерувати рух очей, який відповідає швидкості руху голови.

Напівкруглі канати розташовані під прямим кутом один до одного, щоб забезпечити зворотній зв'язок у трьох площинах руху. Шість окремих напівкруглих каналів стають трьома компланарними парами:



1. праворуч і ліворуч
2. лівий передній і правий задній
3. лівий задній і правий передній

Площини каналів розташовані близько до площин екстраокулярних м'язів, тому сенсорні нейрони та моторні вихідні ней.

## 1.2 Вестибулярна нейрофізіологія

Вестибулярний очний рефлекс (ВОР) складається з двох компонентів. Кутовий ВОР, опосередкований, компенсує обертання. Лінійний ВОР, опосередкований отолітами, компенсує трансляцію. Кутовий ВОР в першу чергу відповідає за стабілізацію погляду. Лінійний ВОР найбільш важливий у ситуаціях, коли спостерігаються близькі цілі, а голова рухається на відносно високих частотах. Вестибулярний очний рефлекс дозволяє мати стабільність погляду, зберігаючи стабільний зір під час руху голови. [12].

Щоб мати чіткий зір, очі повинні рухатися в рівному протилежному напрямку під час руху голови. Очі рухатимуться в тому ж напрямку, що й голова, а потім виправлятимуться та рухатимуться у протилежному напрямку [13].

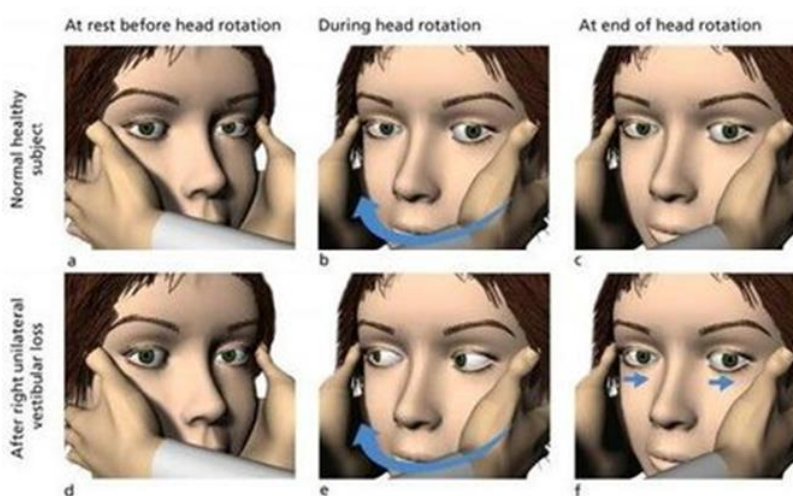


Рисунок 1.3 Вестибулярний очний рефлекс

Вони можуть надавати швидку інформацію окремим очним м'язам.

Отоліти складаються з утрікула (горизонтальний) і мішечка (вертикальний) [14]

Їх робота полягає в тому, щоб надати лінійне прискорення, запускаючи потенціал дії в мозок для визначення положення голови. Коли голова нахилиється вперед або назад (так званий крок). Завдяки отолітам, щільність отолітової мембрани вище за щільність середовища, що її оточує [15].

Під дією сили гравітації чи прискорення, отолітова мембрана зміщується відносно рецепторних клітин, волоски (кіноцилії) цих клітин згинаються і в них виникає збудження [16]. Таким чином, отолітовий апарат кожен мить контролює розташування тіла відносно сили тяжіння, визначає, в якому положенні у просторі (в горизонтальному чи у вертикальному) знаходиться тіло, а також реагує на прямолінійні прискорення при вертикальних та горизонтальних рухах тіла. Поріг чутливості отолітового апарату до прямолінійних прискорювань дорівнює 2-20 см/сек., а поріг розпізнавання нахилу голови в бік становить 1 °; вперед і назад — близько 2°. При супутніх подразненнях (при дії вібрації, хитання, тряски) чутливість вестибулярного аналізатора знижується (наприклад, вібрації транспорту можуть підвищувати поріг розпізнавання нахилу голови вперед і назад до 5°, а в бік — до 10°) [17].

Отоконії - це маленькі кристали карбонату кальцію, які входять в отолітову мембрану. Нахил голови та лінійний рух голови викликає зміщення отоконіального комплексу, створюючи силу зсуву, яка відхиляє пучки волосків та згодом деполяризує сенсорні волоскові клітини. Електричні сигнали передаються в центральну нервову систему аферентним вестибулярним нервом, який разом з іншою пропріоцептивною інформацією стимулює центральну нервову систему (ЦНС) ініціювати нейронні реакції для підтримки балансу тіла.

Правильне формування та закріплення отоконія має важливе значення для оптимальної вестибулярної функції та підтримки балансу тіла. Аномалії

отоконія є поширеними і можуть викликати запаморочення та порушення рівноваги у людей.

Вважається, що доброякісне пароксизмальне позиційне запаморочення спричинене зміщенням кристалів карбонату кальцію (отоконії) з отолітової мембрани в маточці, яка мігрує в один із напівкруглих каналів внутрішнього вуха. Це зміщення фізично зміщує волоскові клітини під час руху та створює постійний потенціал дії, доки відповідь не втомиться, як правило, протягом 30-60 секунд [18].

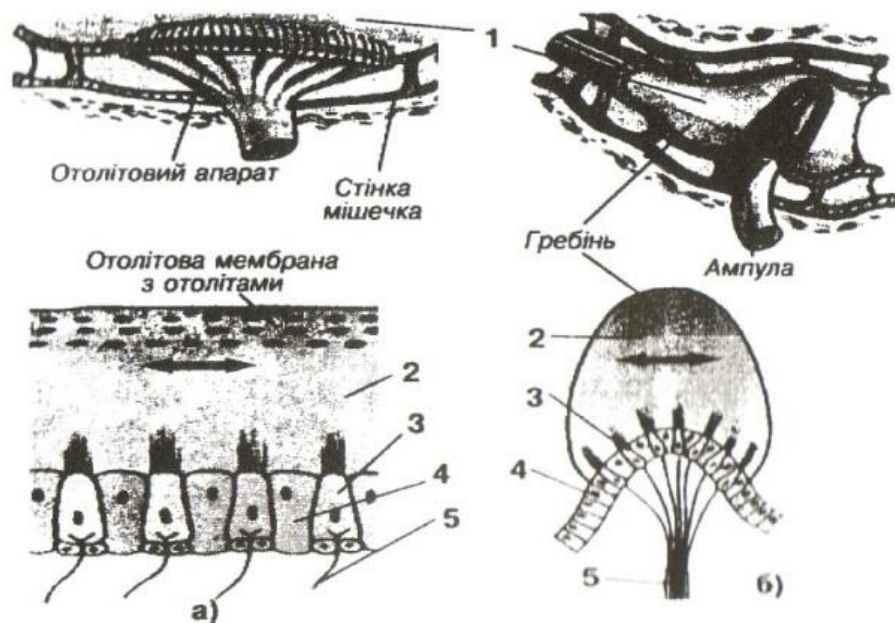


Рисунок 1.2- Отолітичний орган вестибулярної системи.

Вестибулярний спинальний рефлекс (ВСР) стабілізує тіло. На прикладі ВСР послідовність подій, пов'язаних із формуванням лабіринтового рефлексу.

1. При нахилі голови вбік стимулюються як канали, так і отоліти. Ендолімфатичний потік відхиляє купулу, а сила зсуву відхиляє волоскові клітини всередині отолітів.

2. Активуються вестибулярний нерв і вестибулярне ядро.

3. Імпульси передаються через латеральний і медіальний вестибуло-спинномозкові шляхи до спинного мозку.

4. З того боку, до якого нахилена голова, викликається розгинальна активність, а з протилежного — згинальна. Рух голови протидіє руху, зареєстрованому вестибулярним апаратом.

## Vestibulo-Spinal Reflex (VSR)

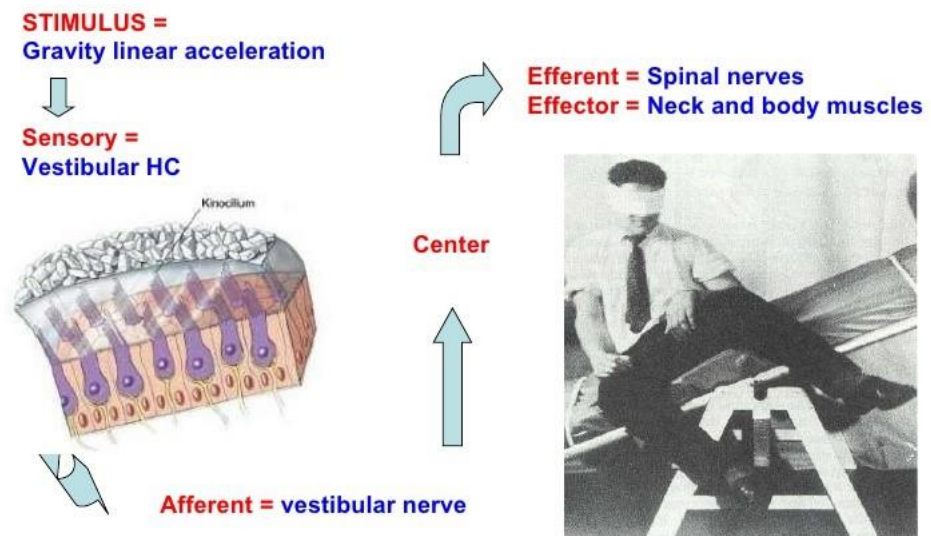


Рисунок 1.4- Вестибулоспинальний рефлекс

Вихідними нейронами ВСР є клітини передніх рогів сірої речовини спинного мозку, які рухають скелетні м'язи. Однак зв'язок між вестибулярним ядерним комплексом і руховими нейронами є більш складним, ніж для ВОР. ВСР має набагато складніше завдання, ніж ВОР, тому що існує кілька стратегій, які можна використовувати для запобігання падінню, які включають абсолютно різні моторні синергії. Наприклад, під час штовхання ззаду центр ваги може бути зміщений вперед. Щоб відновити баланс, можна (1) зігнути стопи в нап'ято-гомілкових суглобах; (2) зробити крок; (3) хапатися за опору; або (4) використовувати певну комбінацію всіх трьох видів діяльності. ВСР також має регулювати рухи кінцівок відповідно до положення голови на тілі. ВСР також має використовувати отолітовий вхід, що відображає лінійний рух, більшою мірою, ніж ВОР. Очі можуть лише обернутися і, отже, не можуть

компенсувати прямолінійний рух, тоді як тіло може як обертатися, так і переміщатися.

Посилення ВОР опосередковується контролем центральної нервової системи у процесі, який називається адаптацією. Коли центральна нервова система змінює підсилення ВОР, вона змінює чутливість рефлексу, щоб люди могли адаптуватися до навколишнього середовища. Таким чином, вправи на стабілізацію погляду, які є частиною вестибулярної реабілітації, можна розглядати як адаптаційні вправи [19].

Вестибулоколичний рефлекс (ВКР) діє на мускулатуру шиї, щоб стабілізувати голову. Рефлекторний рух голови протидіє руху, який відчувають отоліти або напівкруглі канали. Нервові шляхи, що опосередковують цей рефлекс, поки невідомі [20].

Шийно-окулярний рефлекс (ШОР) — це рефлекс типу зворотного зв'язку, що контролює рухи очей, модульований пропріорецепторами шиї, який може доповнювати ВОР [21].

Шийно-спинномозковий рефлекс (ШСР), визначається як зміни положення кінцівки, спричинені аферентною активністю шиї. Аналогічно ШОР, який взаємодіє з ВОР, ШСР може доповнювати або заважати ВСР. Вважається, що два шляхи опосередковують ці рефлекторні сигнали: збудливий шлях від латерального вестибулярного ядра та гальмівний шлях від медіальної частини медулярної ретикулярної формації. Їх активність призводить до розгинання кінцівки з того боку, до якого спрямоване підборіддя, і згинання кінцівки з протилежного боку. Вестибулярні рецептори впливають на обидві ці системи, модулюючи роботу медулярних нейронів за схемою, протилежною тій, що викликається рецепторами шиї.

Центральний вестибулярний процесор. Є дві основні мішені для вестибулярного введення від первинних аферентів: вестибулярний ядерний комплекс і мозочок. В обох місцях вестибулярна сенсорна інформація обробляється разом із соматосенсорною та зоровою сенсорною інформацією.

Вестибулярна система проектується в кори головного мозку, але на відміну від інших сенсорних систем, немає первинної вестибулярної кори, яка сприймає лише вестибулярні сигнали. Усі кортикальні нейрони, які отримують вестибулярні сигнали, також отримують інші сенсорні сигнали, зокрема зорові та соматосенсорні.

Вестибулярний ядерний комплекс є основним процесором вестибулярного введення та реалізує прямі швидкі зв'язки між вхідною аферентною інформацією та моторними вихідними нейронами.

Вестибулярний ядерний комплекс складається з чотирьох основних ядер (верхнього, медіального, латерального і низхідного). Ця велика структура, розташована головним чином у мосту, також тягнеться каудально до довгастого мозку. Верхнє та медіальне вестибулярні ядра є реле ВСР. Медіальне вестибулярне ядро також бере участь у ВСР і координує рухи голови та очей, які відбуваються разом. Латеральне вестибулярне ядро є основним ядром для ВСР.

У вестибулярному ядерному комплексі обробка вестибулярної сенсорної інформації відбувається одночасно з обробкою екстравестибулярної сенсорної інформації (пропріоцептивної, зорової, тактильної та слухової). Це часто називають сенсомоторною інтеграцією [22].

### **1.3. Класифікація та клінічна картина вестибулярних порушень**

Запаморочення викликане захворюваннями як периферичного, так і центрального вестибулярного апарату. Часто це обертання (тобто кімната обертається навколо пацієнта), але також можуть бути лінійні порушення або, що рідше, пацієнт може відчувати, що його/її тіло рухається відносно навколишнього середовища [23].

Некомпенсована вестибулярна гіпофункція призводить до постуральної нестабільності, розмитості зору при рухах голови та суб'єктивних скарг на запаморочення та/або порушення рівноваги. На основі даних Національного

дослідження здоров'я та харчування за 2001–2004 рр. оцінюється, що 35,4% дорослих у Сполучених Штатах мають вестибулярну дисфункцію, яка потребує медичної допомоги, і частота випадків зростає з віком [24].

Запаморочення — це неспецифічний термін, який використовується для опису різноманітних відчуттів, таких як запаморочення, дезорієнтація та передсинкопе [25]

Існує багато причин запаморочення, зокрема:

Серцево-судинна дисфункція:

1. Інсульт – останні звіти свідчать про те, що інсульт є основною причиною симптомів приблизно у 3–5 відсотків пацієнтів, які звертаються до відділень невідкладної допомоги із запамороченням/вертиго [26]

- Ортостатична гіпотензія
- аритмії

Неврологічна дисфункція:

1. Розсіяний склероз – має вестибулярну дисфункцію та викликати такі симптоми, як запаморочення/вертиго [27].

Порушення зору:

- Будь-який стан, який впливає на зоровий вхід, може викликати запаморочення
- Вони можуть виникнути в оці (наприклад, дегенерація жовтої плями, катаракта), бути пов'язані з зоровим нервом або через проблеми з обробкою зору [28]

Психогенне запаморочення:

- Запаморочення може спровокувати тривогу, а тривога може спричинити запаморочення
- Однак суто психогенні запаморочення та вертиго спостерігаються нечасто

Цервікогенне запаморочення:

1. Клінічний синдром, що характеризується наявністю запаморочення та супутнього болю у шії. Немає остаточних клінічних чи лабораторних тестів на цервікогенне запаморочення [29]

2. Скелетно-м'язові структури шийного відділу хребта

Розлади вестибулярного апарату:

- Травми голови Нас NE, Gold DR. Нейро-зорові та вестибулярні прояви струсу мозку та легкої ЧМТ. Актуальні звіти з неврології та нейронаук. 2022 Березень 2:1-0

- Дегенерація вестибулярного апарату
- Вестибулярний неврит/лабіринтит
- Доброякісне пароксизмальне позиційне запаморочення (ДППЗ)
- Ендолімфатична водянка
- Ототоксичність, акустична неврома

Ознаки розладів та симптоми розладів:

- Ністагм (мимовільний рух очей)
- Запаморочення
- Атаксія
- Порушення стабільності погляду (уражений VOR) [30,31].

#### **1.4. Механізми нейропластичності та їх роль у розвитку компенсаторних можливостей**

Нейропластичність за визначенням С.Ж. Woolf і М.В. Salter [35] - це здатність нейронів змінювати функцію, хімічний профіль (кількість і тип вироблюваного нейротрансмітера) або структуру. В даний час в процесах, які забезпечують рухове відновлення, умовно виділяють власне нейропластичні механізми і функціональну реорганізацію кори. Нейропластичністю забезпечується, по-перше, зміна співвідношення нейротрансмітерів в періінфарктній тканині і, по-друге, структурними клітинними змінами (сінаптогенез, аксональна регенерація і спраутінг).



Реорганізацію кори головного мозку визначають як зміну представництва тієї чи іншої функції в корі головного мозку. Головним механізмом, що лежить в її основі, є демаскування існуючих, які перебувають в латентному стані горизонтальних зв'язків і модуляцій синаптичної передачі у вигляді тривалої потенціації (long - term potentiation - LTP) або тривалої депресії (long - term depression - LTD) [15].

Автори V.W. Mark, E. Taub, D.M.Morris [19] відмічають, що подібний розподіл умовний, оскільки обидва описаних механізми є ланками одного нейрофізіологічного процесу: зміни нейронів, що міняють свою синаптичну активність, збудливість і розвиваючих нові зв'язки, що забезпечує їм приймання на себе функції загиблих ділянок кори головного мозку. У свою чергу вже ці зміни призводять до реорганізації зон коркового представництва втрачених функцій, які відновлюються в тій чи іншій мірі за рахунок сусідніх ділянок.

Крім того, відбуваються зміни GABA - ергічної системи, яка має інгібіторну дію, і глутаматергічної системи, яка активує NMDA - рецептори, в результаті яких вже в перші 24 години після травматичного ушкодження в корі мозку змінюється баланс між процесами збудження і гальмування на користь першого [14].

Завдяки методикам функціональної візуалізації (магнітної енцефалографії і транскраніальної магнітної стимуляції) отримані чіткі докази здатності до реорганізації кори головного мозку навіть у осіб літнього віку з вираженими судинними змінами. Тобто пластичність мозку збережена не тільки у новонародженого, а й у дорослої людини протягом усього його життя, а значить, є потенційні можливості відновлення порушених функцій ЦНС [25].

Виразність нейропластичності при ураженні ЦНС у різних людей при різній патології неоднакова. Так, наприклад, для травматичного ураження головного мозку умовами і факторами, що визначають прогноз, будуть характер ГПМК, стан кровопостачання пошкодженої речовини мозку,

локалізація і розміри вогнища ушкодження, соматичний стан хворого, стан непошкоджених вогнищами відділів мозку, вік, психічний стан [13].

Автори G. Cantarero [26] відмічають, що при правильно організованому реабілітаційному процесі можна значно поліпшити відновлення порушених функцій за рахунок нейропластичних процесів. Це досягається шляхом посилення афферентного потоку до ушкоджених ділянок мозку і активізації відповідних зон коркового представництва. При цьому сенсорна стимуляція може забезпечуватися різними шляхами: від ініціювання пасивних рухів до подразнення поверхневих рецепторів шкіри.

В експериментальних дослідженнях G. Cantarero, B. Tang, R. O'Malley, R. Salas, P. Celnik [46] було показано, що в результаті рухового тренування коркове представництво паретичних м'язів може розширюватися за рахунок залучення сусідніх ділянок, які раніше не брали участь в русі даного м'яза. Навпроти, відсутність рухової активності кінцівки веде до зменшення її коркового представництва. Інакше кажучи, при посиленні афферентного потоку з ураженої кінцівки відбувається активація нейропластичних процесів в корі головного мозку. Класичний досвід на приматах показав, що за відсутності аферентації з кінцівки відбувається функціональна реорганізація моторної і сенсорної корі, коли відповідне коркове представництво деафферентійованої кінцівки починає виконувати функції інших частин тіла, чий кірковий представництва прилягають до деафферентійованої корі. Аналогічно, відсутність тренування при частковому пошкодженні рухового представництва кінцівки, призводить до зменшення розмірів його збереженої частини. На підставі цих даних висувається припущення, що шляхом рухового тренування паретичної кінцівки можна уникнути несприятливої реорганізації прилеглої до місця ураження мозкової корі. Так, відсутність зв'язку сенсомоторної стимуляції з ампутованою кінцівкою у людей також призводило до деафферентації її коркового представництва. При обстеженні методом транскраніальної магнітної стимуляції у них відзначалося підвищення збудливості і збільшення розмірів коркового представництва проксимальних

відділів. На думку М. Hallet [5] подібне розширення моторної зони проксимального сегмента кінцівки відбувається за рахунок ампутованного дистально відділу.

Крім активізації нейропластичних процесів, позитивна дія рухового тренування виражається, також у поліпшенні мозкового кровообігу. У своєму дослідженні R.A. Swain [44] з співавторами при пролонгованій руховій активності кроликів спостерігав посилення мозкового кровотоку і зростання капілярів в моторній корі при експериментальній ішемії мозку. На довготривалість подібних змін, що розцінюються як адаптивна реакція, вказує їх збереження навіть у анестезованих тварин.

Можливість реорганізації кори головного мозку шляхом рухового тренування була продемонстрована у здорових осіб, які виконували повторювальні рухи великого пальця руки з одночасним рухом плеча, мізинця або стопи. За даними транскраніальної магнітної стимуляції у досліджуваних спостерігався зсув коркового представництва великого пальця до зони коркової локалізації плеча, особи або стопи відповідно, що розцінювалося як вплив аферентації на нейродинамічні процеси.

Аналогічно, рухове тренування у хворих з травматичним ураженням мозку збільшувала зону, з якої реєструвалися рухові викликані потенціали паретичної руки, що також розцінювалося як розширення її коркового представництва [6].

У той же час в ряді досліджень отримані дані, що свідчать про активну участь неушкодженої півкулі мозку в компенсації порушених функцій. Так, при наявності структурного пошкодження в моторній корі однієї півкулі спостерігається посилення збудження в руховому представництві неушкодженої ділянки руки. Це можна пояснити тим, що в нормі первинна моторна та сенсорна кора мають зв'язки, які чинять інгібійну дію на гомотопні ділянки, тобто відповідні ділянки протилежної півкулі. Внаслідок цього при ГПМК в одній півкулі гальмівний вплив його на протилежну півкулю слабшає. Висловлюється припущення, що неушкоджена півкуля, найімовірніше, має

більше значення в компенсації порушених функцій в гострому періоді травматичної хвороби мозку, а в пізньому відновлювальному періоді - лише за відсутності достатнього відновлення пошкодженої півкулі. При цьому відновлення буде краще, якщо воно в більшій мірі забезпечується діяльністю півкулі з боку пошкодження [12].

### **1.5 Сучасні підходи до застосування фізичної терапії при вестибулярних порушеннях**

Інсульт може пошкодити мозок, спричинивши раптову втрату певних функцій, забезпечених ураженою частиною мозку. Мозок контролює все, що ми робимо, відчуваємо, думаємо або говоримо, тому пошкодження частин мозку може мати численні наслідки: порушення руху, чутливості, мови, емоцій або розумової функції. Мозок людини складається з двох половин, або півкуль (лівої і правої), стовбура і мозочка. У більшості випадків інсульт вражає ліву або праву півкулю головного мозку, що призводить до різних наслідків [7].

Враховуючи сучасні аспекти проблеми, зрозуміло, що найефективніший спосіб її вирішення зараз — це запобігання інсульту. Якщо основним ефектом зниження захворюваності та смертності від гострого порушення мозкового кровообігу є первинна профілактика, значним ефектом зниження смертності є оптимізація системи лікування інсульту з урахуванням заходів реабілітації та вторинної профілактики. Незважаючи на переконливі наукові докази та стратегії, представлені в керівних принципах, організована допомога ще далека від повної реалізації, а нерівність у допомозі зберігається навіть на місцевому рівні. В Австралії відносна кількість пацієнтів з інсульту, які проходили лікування в інсультному відділенні, становила 23%, 31% у Канаді, 50% у Великобританії та близько 80% у скандинавських країнах.

В Україні сучасні стратегії лікування інсульту впроваджуються повільно або взагалі не впроваджуються. Через економічні труднощі, обмеженість діагностичної бази та можливості надання кваліфікованої інтенсивної терапії

не всі регіони України забезпечені достатньою кількістю спеціалізованих відділень для лікування хворих на гостре порушення мозкового кровообігу. Лише 13-15% пацієнтів з інсультом госпіталізуються протягом періоду лікування, а деякі пацієнти взагалі не госпіталізуються та не отримують належної допомоги [10]. Також не вистачає кваліфікованих спеціалістів (неврологи, нейрохірурги, фізіотерапевти, ерготерапевти, анестезіологи), які можуть надати належну допомогу хворим на інсульт. Особлива увага приділяється вивченню факторів ризику цереброваскулярних захворювань. Концепція факторів ризику базується на математично підтверджених зв'язках між захворюваннями, синдромами, умовами життя, діяльністю людини та факторами інсульту. За останні роки контингент хворих на цереброваскулярні захворювання, у тому числі на геморагічний інсульт, помолодшав, що призводить до значних соціально-економічних наслідків. Тому досліджується роль віку в системі факторів ризику інсульту.

Поточна вестибулярна реабілітація – це підхід до терапії, заснований на вправах, який зазвичай включає комбінацію 4 різних компонентів вправ для усунення порушень і функціональних обмежень, виявлених під час оцінювання: (1) вправи для сприяння стабільності, (2) вправи для звикання симптоми ,включаючи оптокінетичні вправи, (3) вправи для покращення рівноваги та ходи та (4) ходьба та витривалість [32].

Розлади функції рівноваги (атаксія), являючись невід'ємною частиною кохлеовестибулярних порушень, суттєво погіршують якість життя: пацієнти нерідко виявляються нездатними без сторонньої допомоги пересуватись навіть в межах власного житла [34]. Тому при оцінці стану вестибулярної функції велика увага приділяється дослідженню здатності людини підтримувати вертикальне положення тіла – функції рівноваги за допомогою настановних рефлексів, які втримують центр маси тіла в межах проекції площі його опори [34].

Рухи людини здійснюються з обов'язковою участю кори головного мозку. Контроль кори головного мозку над рухом можливий в результаті кільцевого

зв'язку: кора посилає імпульс, що викликає рух, і отримує зворотній сигнал з пропріорецепторів, що виникає при виконанні цього руху. Цим забезпечуються постійний контроль і корекція рухів, пристосування їх до тих чи інших умов [44].

Найбільш частим і тяжким наслідком травматичної хвороби мозку є розлади рухової функції. Характерним є поліморфізм рухових порушень у хворих з ГПМК. При цьому загальним для хворих є тільки випадіння або порушення довільних рухів (виникнення геміпареза або геміплегії). Інші клінічні симптоми дуже варіабельні і залежать певною мірою від розмірів осередку ураження, його локалізації та ін. За оцінками різних авторів, стійкі рухові порушення відзначаються в перші дні після захворювання у 70-80% хворих, що перенесли черепно-мозкову травму [1].

Порушення довільних рухів після травматичної хвороби мозку можна розглядати, як результат пошкодження складних рухових програм, що забезпечують довільну моторику.

Реалізація таких програм пов'язана з функціонуванням складних багатофункціональних систем, в яких провідна роль належить центральному руховому нейрону, що має численні зв'язки в субкортикальних утвореннях, ретикулярної формації стовбура головного мозку.

Описуючи рухові розлади у людини потрібно знати, які функції має сенс розрізняти в процесі регуляції рухів і, в якій формі проявляються розлади цих функцій. Спостерігаються відмінності між розладами ініціювання рухів і розладами їх виконання. При виконанні рухів розрізняються розлади програмного управління, регулювання та координації [8].

Головна ознака регуляції рухів - це інтеграція регулюючих процесів, за допомогою яких рух більш-менш безперервно пристосовується до навколишнього світу і автономних процесів, які найчастіше позначаються поняттям регуляції рухової програми. Сутність порушення регуляторних процесів проявляється в рухових розладах, які виникають при спотворенні зворотного зв'язку. Сутність автономних процесів, які незалежні від

сенсорного зворотнього зв'язку, що надходить з периферії тіла, виявляється в тому, що за відсутності зворотного зв'язку (включаючи зворотний зв'язок від органів почуттів, у м'язах і суглобах) можливість руху зберігається [34].

Регуляція руху полягає в тому, що рух спочатку «перераховується в дистальному відношенні». При виконанні дії - м'язи повинні включитися так, щоб був досягнутий бажаний результат - бажаний рух. Співвідношення між моторною командою м'язам і досягнутим в результаті рухом - це пересування тіла; для успішного управління рухом вона повинна бути інвертована. Розлади при виконанні руху є, як правило, розладами координації: різні м'язи не узгоджуються між собою в належному часовому і / або силовому відношенні [53].

Описані розлади спостерігаються при виконанні рухового завдання. Їх можна протиставити таким при ініціюванні рухів. З функціональної точки зору будь-який рух починається аж ніяк не в ту мить, коли скорочується або розслабляється м'яз. За допомогою фізіологічних і психологічних методів можна довести наявність процесів підготовки до руху, які найчастіше мають назву «програмування»: сформована раніше рухова програма повинна бути наготові і її параметри необхідно пристосувати до необхідного руху. Розлади при цьому виявляються іноді лише при виконанні і тоді їх можна охарактеризувати як розлади управління програмою. Але поряд з цим існують розлади, які стосуються принципового виклику рухової програми [2].

Довільному руху зазвичай передує відповідний намір або задум. З функціональної точки зору намір можна охарактеризувати, як «правило ініціювання», яке пов'язує виклик рухової програми з критеріями дії (критеріями дії можуть бути: команда інструктора і т.д.) [10].

Не завжди встановлення правил ініціювання супроводжується наміром здійснити якийсь рух. Правила ініціювання у людей досить гнучкі, але все-таки виклик моторної програми може відбуватися з різною швидкістю і надійністю. Дуже швидкий і надійний виклик здійснюється тоді, коли критерії дії відповідають просторовим або іншим ознакам підлеглих рухів.

Програмне управління виконанням руху передбачає, що рухова програма викликається з пам'яті. У разі розладу виклику моторної програми можна очікувати, що пацієнт зможе виконати рух спонтанно, але не на вимогу. У таких пацієнтів порушена репрезентація тих позицій, які повинні прийняти частину тіла, безпосередньо виконуючи рух [14].

Розлади програми управління. S.T. Menne Meyer, E. Taub, G. Uswatte, S. Pearson [17] розрізняють рухові програми і плани рухів. Згідно цієї термінології, рухові програми - це стереотипне чергування команд в ЦНС, які визначають порядок іннервації різних м'язів. Плани рухів координують кілька рухових програм і пристосовують їх до необхідних умов. Рухова програма простого руху ноги вперед передбачає твердо встановлене чергування в активації агоністів і антагоністів. Така послідовність м'язових активацій призводить до плавного руху, що характеризується єдиним максимумом швидкості. Змінюючи тимчасові інтервали між активацією агоністів і антагоністів і модулюючи силу окремих м'язових активацій, можна досягти в рамках однієї і тієї ж рухової програми рухи різної швидкості і амплітуди.

У більшості випадків рухи, адекватні навколишньому світу, відбуваються завдяки зору. Ця зорова - моторна координація видається чимось само собою зрозумілим і тривіальним. Проте її розвиток залежить від наявності певних умов і може бути порушено. Природність деяких функцій, таких як зорова - моторна координація, очевидно, означає не те, що система, що реалізує ці функції, проста і здорова, а лише те, що її активність не супроводжується свідомим переживанням [52].

Розлади координації. У реалізації певного руху найчастіше бере участь ряд м'язів, які повинні скорочуватися в певній послідовності і з певною інтенсивністю. При цьому можна говорити про деяку толерантність до помилок, тому що найчастіше один і той же результат руху може досягатися за рахунок різних патернів скорочення, але, природно, є і межі, за межами яких рух не вдається [18].



P.A. Chouinard [17] вважає, що бажаний результат рухів залежить від певної форми його виконання. Координація працюючих м'язів в кінцевому підсумку здійснюється без будь-якої участі нашої свідомості. Можна стверджувати напевно: подібна система з багатьма компонентами, від яких потрібно досить точна спільна робота, легко схильна до порушень. Однією з простих форм розладів координації може бути свого роду «надлишкова активність», коли замість тонко узгодженої поєднаної роботи різних м'язів зростає м'язова напруга в цілому, і на цьому високому рівні його можна модулювати з великими труднощами.

Таким чином, в результаті взаємодії зазначених раніше функціональних систем виникає той абсолютно індивідуальний рівень довільної моторики, який властивий кожному індивідууму. Отже, поразка складних рухових систем, що виникає в результаті травматичного ураження головного мозку, не може проявлятися стереотипним руховим дефіцитом, і практично завжди представлено складною і неоднозначною клінічною структурою [45].

Головна ознака регуляції рухів - це інтеграція регулюючих процесів, за допомогою яких рух більш-менш безперервно пристосовуються до навколишнього світу автономних процесів, які найчастіше позначаються поняттям регуляції за допомогою рухової програми. Сутність порушення регуляторних процесів проявляється в рухових розладах, які виникають при спотворенні зворотного зв'язку. Сутність автономних процесів, які незалежні від сенсорної зворотного зв'язку, що надходить з периферії тіла, виявляється в тому, що за відсутності зворотного зв'язку (включаючи зворотний зв'язок від органів почуттів, та м'язах і суглобах) можливість руху зберігається [16].

При розвитку сили використовують фізичні вправи. Вправи з обтяженнями масою власного тіла не вимагають спеціального устаткування, не викликають ризику травм та перенавантажень і тому широко використовуються у практиці силового тренування. Вправи з обтяженням масою предметів дозволяють дозувати величину зусиль відповідно до індивідуальних можливостей [9]. Велика різноманітність вправ дозволяє

ефективно впливати на розвиток різних м'язових груп і всіх видів силових здібностей. Вправи з обтяженням опором зовнішнього середовища. До них належать рухові дії, в яких величина обтяження не лімітована точно визначеними межами (біг вгору, по піску, снігу, воді). Вправи у подоланні опору еластичних предметів ефективні для розвитку м'язової сили, а отже і максимальної сили. Вправи у подоланні опору фахівця полягають у вмінні застосовувати силу для вирішення конкретних рухових завдань [25]. Вони можуть виконуватись в режимі статичного напруження або у напруженому повільному русі по всій його амплітуді. Вправи з комбінованим обтяженням. За їх допомогою можна вирішувати завдання спеціальної силової підготовки. Наприклад, стрибки з обтяженням сприяють розвитку вибухової сили у відштовхуванні. Вправи на тренажерах. Сучасні тренажери дозволяють виконувати вправи з точно дозованим опором як для окремих груп м'язів, так і загального впливу та вибірково впливати на розвиток певної силової здібності [18].

Функціональні завдання вимагають управління різними типами балансу, включаючи: 1. контроль статичного балансу для підтримки стабільності антигравітації в стані спокою, наприклад, при стоянні і сидінні; 2. динамічний контроль балансу для стабілізації тіла, коли опорна поверхня рухається, або коли тіло рухається на нестійкій поверхні; і 3. автоматичні постуральні реакції для підтримки рівноваги у відповідь на несподівані зовнішні обурення, наприклад, стоячи на автобусі, який раптово прискорюється вперед [3]. Стратегія гомілкостопного суглоба. У нейтральному положенні та під час невеликих збуджень (наприклад, повільна швидкість обумовлена, зазвичай, на великій твердій поверхні), рухи в гомілкостопі діють, щоб відновити ЦМТ людини до стабільної позиції. При невеликих зовнішніх збудженнях це призведе до втрати балансу у прямому напрямку (тобто, переміщення платформи в зворотному напрямку), активація м'язів зазвичай протікає в послідовності напрямку від дистального до проксимального: активність *gastrocnemius* починається приблизно від 90 до 100 мс після початку

збудження, після чого стегна підстрибують від 20 до 30 мс пізніше, і, нарешті, активація парастенічних м'язів, у відповідь на нестабільність, починається м'язова активність у передньому тибіальному відділі, після чого з боку квадрицепсів і черевних м'язів [11].

Стратегія зміни центру тяжіння. Стратегія руху, використовується для боротьби з медіолатеральними збудженнями і передбачає переміщення ваги тіла в бік з однієї ноги на іншу. Кінцеві контрольні точки стратегії зміни центру тяжіння є стегна. Вони в першу чергу рухають ЦМТ в боковій площині через активацію кульшових відвідних та привідних м'язів, та деяким внеском згиначів та розгиначів [10].

Стратегія призупинення спостерігається під час виконання завдань з балансу, коли людина швидко знижує своє тіло ЦМТ, згинаючи коліна, викликаючи цим згинання щиколоток і стегон. Стратегію призупинення можна поєднувати з гомілкостопною стратегією або стратегією зміни центру тяжіння для підвищення ефективності балансу при русі [12].

Стратегія стегна. При швидких і / або великих зовнішніх збудженнях або рухів виконаних з КГ у межах стабільності тренується хіп-стратегія. Хіп-стратегія використовує швидке згинання або розгинання стегна для переміщення ЦМТ. Як стовбур швидко обертається в одному напрямку, горизонтальний (зсув) сили генерується проти опорної поверхні в протилежному напрямку напрямок переміщення ЦМТ в протилежному напрямку як стовбур. М'язова активність, пов'язана з хіп-стратегією, була вивчена, коли людина стояла поперечно на вузькій балці, а поверхня опори раптово рухається назад (тобто людина збивається вперед) або вперед (тобто людина повертається назад). У відповідь на погойдування вперед м'язи, як правило, активуються від проксимальної до дистальної області в послідовності: м'язи черевної порожнини приблизно 90 - 100 мс після початкового збудження з наступною активацією чотирикутника. Коливання назад призводить до активації в першу чергу параспиналів, за якими слідують сухожилля. Людина не може користуватися хіп-стратегією для відновлення

балансу при ходьбі по слизькій поверхні, тому що велика сила тяжіння спричиняє ковзання ніг [13].

Крок-стратегія. Якщо велика сила витісняє ЦМТ за межі стійкості, для збільшення площі опори використовується крок вперед або назад, що повертає контроль балансу. Некоординований крок, який супроводжується спотиканням на нерівній землі є прикладом крок-стратегії [59].

Комбіновані стратегії. Дослідження показали, що реакції руху на постуральне збудження більш складні і перемінні, ніж спочатку описав Нашнер. Більшість здорових людей використовують комбінації стратегій для збереження рівноваги в залежності від вимог контролю. Вимоги до контролю балансу залежать від різних завдань та навколишнього середовища. Наприклад, вимоги для контролю вище, коли ви стоїте в автобусі, який рухається, ніж стояти на фіксованій поверхні. Тому це важливо, під час лікування порушень балансу, змінювати завдання та навколишнє середовище, тому людина розробляє стратегії руху для різних ситуацій.

Для ефективної терапії має бути зосереджена увага на точному медичному діагнозі, на основі детального анамнезу, формування реабілітаційного діагнозу, та комплексного обстеження фізичним терапевтом.

Цілі ВР (вестибулярна реабілітація):

1. Покращення стабільність погляду
2. Покращення поступальної стабільності
3. Зменшення проявів запаморочення
4. Покращення повсякденної діяльності

Підвищення стійкості погляду. Нестійкість погляду зумовлена зниженням посилення вестибулярної реакції на рухи голови. Найкращим стимулом для посилення вестибулярної відповіді є сигнал помилки, викликаний ковзанням сітківки, який є рухом зображення на сітківці під час руху голови [35].

Ковзання сітківки може бути викликано горизонтальними або вертикальними рухами голови при збереженні візуальної фіксації на

цілі. Мішень можна розмістити на відстані витягнутої руки або поперек кімнати. Повторювані періоди ковзання сітківки викликають вестибулярну адаптацію. Однак не усі рухи голови призводять до зміни посилення ВОР. Горизонтальні (площина повороту) і вертикальні (площина кута) рухи голови є ефективними, тоді як колові рухи голови не викликають достатніх змін у посиленні ВОР.

Ознаки та симптоми асиметрії вестибулярної системи включають нестійкість ходи, осцилопсію, симптоми, спричинені рухами голови, просторову дезорієнтацію та порушення навігації. Покращення цих ознак і симптомів потребує сигналів помилки, викликаних рухом, щоб відбулося відновлення.

Існує кілька способів підвищення ефективності вестибулярної адаптації при рухах голови. По-перше, слід застосувати різні амплітуди ковзання сітківки [36].

Навчання, яке передбачає прогресивне збільшення помилок ковзання сітківки, ефективніше, ніж використання раптових помилок. Щоб збільшити коефіцієнт збільшення та тривалість впливу ковзання сітківки, пацієнт повинен дивитися на ціль, яка рухається в протилежному напрямку від голови, одночасно рухаючи голову горизонтально або вертикально [37]. По-друге, слід застосовувати широкий діапазон частот руху голови, тому що найбільші зміни в посиленні ВОР відбуваються на тренувальних частотах [32]. Однак не слід різко змінювати частоту тренувань. Адаптивні зміни в посиленні ВОР до ковзання сітківки є більшими, коли сигнал помилки поступово збільшується, ніж коли він застосовується лише на максимальному рівні [38]. По-третє, слід використовувати різні напрямки руху голови, оскільки це має забезпечити отолітовий вхід, який впливатиме на тренувальний ефект. Пацієнти повинні виконувати вправи для стабільності погляду чотири-п'ять разів на день загалом 20-40 хвилин на день, на додаток до 30 хвилин вправ на рівновагу та ходьбу [39]. Під час вправ, щоб викликати ковзання сітківки, слід заохочувати

хороші зорові дані, такі як яскраве освітлення кімнати або відкриті штори [40].

Коригувальні саккади стають частиною адаптивної стратегії для посилення зменшеного компонента повільної фази ВОР [41]. У пацієнтів з вестибулярним дефіцитом можна виявити два види саккади. Перший – саккада недостатньої амплітуди. Коли пацієнт стежить за ціллю очима та головою, спочатку генерується саккада до цілі зі зменшеною амплітудою, а потім очі рухаються до мети. Таким чином це тримає очі у фіксованому положенні під час обертання голови. Другий тип – це саккада назад до цілі [42] Під час непередбачуваного повороту голови від центрально розташованої цілі саккада генерується в протилежному напрямку до повороту голови назад до цілі [43].

Відновлення постуральної стабільності відбувається повільніше, ніж відновлення стабільності погляду [44]. Основними механізмами постурального відновлення є збільшення впевненості до зорових і соматосенсорних сигналів і покращення вестибулярних реакцій. Відновлення нормальних постуральних стратегій потрібне у пацієнтів із тимчасовим дефіцитом, у той час як випадки постійного вестибулярного дефіциту потребують компенсаторних стратегій, таких як використання альтернативних соматосенсорних сигналів [45] Цілі ВР, особливо для постуральної стабільності, полягають у тому, щоб допомогти пацієнтам: 1. Навчитися використовувати стабільні візуальні орієнтири та поверхневу соматосенсорну інформацію для своєї первинної постуральної сенсорної системи. 2. Визначити ефективну та ефективну альтернативу стратегії постурального руху. 3. Відновити нормальні постуральні стратегії [46].

Для цього терапевт повинен оцінити, чи є вестибулярний дефіцит одностороннім чи двостороннім, чи зберігається вестибулярна функція, чи пацієнт надмірно покладається на певні сенсорні модальності, такі як зір або пропріоцепція, і чи присутні будь-які інші сенсорні порушення. Клінічний тест на сенсорну взаємодію в балансі був розроблений для оцінки того, як сенсорна інформація від вестибулярної, зорової та соматосенсорної систем

використовується для постуральної стабільності. У цьому тесті досліджується похитування тіла пацієнта під час тихого стояння протягом 20 секунд за шести різних сенсорних умов, які змінюють доступність і точність зорових і соматосенсорних вхідних даних для постуральної орієнтації. Соматосенсорна інформація змінюється, коли пацієнт стоїть на м'якій поверхні. Ускладнюється закриванням очей або зав'язаними очима.

Відновлення нормальних постуральних стратегій. Стратегію гомілковостопного суглоба можна відпрацьовувати, коливаючись вперед-назад і з боку в бік на невеликих відстанях, тримаючи тіло прямо і не згинаючи стегна або коліна. Пацієнти виконують різні завдання, такі як досягання, підняття та кидання. Стратегію кроку можна відпрацьовувати, коли пацієнт пасивно переміщує свою вагу в бік, а потім швидко повертає центр маси назад до ноги без ваги [47].

Тренування рівноваги та ходьби за складних сенсорних і динамічних умов зазвичай включається як частина вестибулярної реабілітації. Ці вправи призначені для полегшення використання візуальних та/або соматосенсорних сигналів для заміни відсутньої вестибулярної функції. Вправи з рівноваги включають балансування в умовах зміненого зорового та/або соматосенсорного введення (рухомі поверхні) і можуть включати зміни основи опори (наприклад, Ромберг, тандем, стійка на одній нозі). Вправи на ходьбу включають динамічні умови та можуть включати ходьбу з поворотами голови або виконання другорядного завдання під час ходьби. Ходьба на витривалість або аеробні вправи, часто є елементом реабілітації, оскільки люди з периферичною вестибулярною дисфункцією часто обмежують фізичну активність, щоб уникнути провокації симптомів. Загальні кондиційні вправи (наприклад, велотренажер) самі по собі не приносять користі пацієнтам з вестибулярною гіпофункцією [48]

Вправи для зміцнення м'язів виконуються у положенні стоячи, сидячи або лежачи. Інтенсивність навантаження базується на основі об'єктивних показників життєдіяльності показань/протипоказань. Вправи виконуються 3-5

підходів по 12 повторень. Основна увага буде преділена на підтримці правильних можелей рухів ексцентричного контролю [49]. Постуральний контроль. Рухи верхніми та нижніми кінцівками, тазом, тулубом, обертанням.

Функціональна мобільність. Вправи з функціональним рухом, такими як ходьба, сидіння, лежання. Динамічна ходьба: через перешкоди, зупинки, повороти.

Тренування рівноваги. Динамічне та статичне стояння перебуваючи на різних поверхнях (пінопласт, дошки для рівноваги, м'яч, диск для балансування)

Координація. Ексцентричний контроль рухів у поєднанні з рухами усього тіла з нижніми кінцівками.

Вправи із закритими очима зменшують зорову залежність від рівноваги, тоді як вправи на не стабільній поверхні змінюють соматосенсорні дані необхідні для рівноваги та сприяють використанню зорових і вестибулярних сигналів для підтримки рівноваги [50]

Сенсорна стимуляція, мобілізація та розтяжка. Сенсорна стимуляція забезпечується за допомогою активної та пасивної мобілізації стоп та голіностопів. Вправи виконуються босоніж для посилення соматосенсорного зворотнього зв'язку. Пасивна мобілізація та розтяжка.



## Висновок до розділу 1

Інсульт є дуже неоднорідним захворюванням, тому підхід, тривалість і результат лікування залежить від багатьох факторів. Ці фактори включають особливості пацієнта (розмір і локалізація травми головного мозку, тяжкість інсульту, вік, особливості особистості та стан здоров'я до інсульту), ресурси лікарні (наявність томографії, лабораторій, ліжок інтенсивної терапії, лікарів різних спеціальностей, у тому числі кардіологів, ендокринологів, урологів та ін.), а також наявність кваліфікованої міждисциплінарної команди (лікарі, медсестри, реабілітологи, логопеди) зі спеціальною підготовкою [11]. Згідно з міжнародною та українською практикою, найкращих результатів у лікуванні інсульту можна досягти, якщо пацієнт перебуває в спеціалізованому інсультному відділенні, розташованому в багатопрофільній лікарні, поєднуючи лікування в гострій фазі захворювання з ранньою та комплексною реабілітацією. У стародавні часи лікарі казали, що інсульт – така хвороба, яка входить пудами, а виходить золотниками. Відновлення після важкого інсульту може зайняти місяці або навіть роки, і важливість підтримки сім'ї та друзів у цей період неможливо переоцінити.

Рівновага — це мультимодальна функція, що включає три аференти: вестибулярний, зоровий і чутливий. Вестибулярні рецептори складаються з добре збережених напівкруглих каналів і отолітових органів. Навідміну від інших органів чуття, вестибулярна інформація в центральній нервовій системі одразу стає мультисенсорною та мультимодальною [51].

Інформація від вестибулярних рецепторів важлива для відновлення рівноваги та ходи. Коли вестибулярна функція не пошкоджена рефлекси діють з надзвичайною точністю, а у випадку рухів очей – з дуже короткою затримкою. Знання вестибулярної анатомії та фізіології є важливими для фізичних терапевтів для ефективного обстеження та надання терапії пацієнтам з вестибулярною дисфункцією [52].

Вправи для VR включають загальнозміцнюючі та вправи на гнучкість, довільні рухи та фіксації очей (вправи на зорову стабілізацію), активні рухи голови (перекалібрування ВОР), активні рухи тіла (вдосконалення вестибулоспінальної регуляції), замісні вправи для використання різних органів чуття. (зокрема, соматосенсорні сигнали) і зір, вправи на зорову залежність, вправи на соматосенсорну залежність, вправи на звикання, навчання використанню допоміжних пристроїв і техніки безпеки, щоб зменшити ризик падіння [53].

## **РОЗДІЛ 2**

### **МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ**

#### **2.1 Методи дослідження**

Для досягнення поставленої мети та завдань були обрані методи дослідження:

1. Вивчення та аналіз спеціалізованої літератури;
2. Клініко-інструментальні методи дослідження
3. Методи математичної статистики

##### **2.1.1 Вивчення та аналіз спеціалізованої літератури**

У процесі дослідження вестибулярної реабілітації у осіб з атаксією було вивчено сучасні вітчизняні та закордонні літературні джерела за принципом доказової медицини, які вплинуть на ефективність втручань фізичного терапевта для пацієнтів з вестибулярною дисфункцією та формування науково-дослідницької роботи.

##### **2.1.2 Клініко-інструментальні методи дослідження**

При зборі анамнезу були проаналізовані історії хвороб пацієнтів, які мають вестибулярну дисфункцію та ознаки атаксії на базі Центр фізичної реабілітації «Фенікс». За допомогою історії хвороби можна визначити : лікувальний заклад, ПІБ, рік народження, стать, місце проживання хворого, місце роботи, дата надходження та дата виписки, повний діагноз, супутні захворювання, протипоказання до певних втручань.

Вибір науково обґрунтованих клінічних інструментів є наступним етапом для оцінки функціонального стану пацієнтів та для досягнення нових цілей реабілітації. Всі пацієнти на етапі довгострокової реабілітації були обстежені на першій консультації. Запропоновані методи оцінки:

Обстеження:

1. BBS

2. DGI
3. Тест чотири квадрати
4. Тест Ромберга

Відповідно до МКФ було визначено основні домени, за якими зафіксовано порушення (табл 2.1)

*Таблиця 2.1*

Перелік порушень зафіксованих у пацієнтів з атаксією відповідно до МКФ

<b>Категорія МКФ</b>	<b>Опис</b>
<b>Функції організму</b>	
Психічні функції b152 b156	Емоційні функції Перцептивні здібності
Сенсорні функції та біль b210 b215 b230 b235 b240 b260	Функції зору Функції структур, що відносяться до ока Функції слуху Вестибулярні функції Слух та вестибулярні функції Пропріоцептивна функція
Нейром'язеві,скелетні і рухові функції b770	Функції стереотипу ходи
Нервова система S110	Будова мозку
Око, вухо та спорідненні з ними структури s260	Будова внутрішнього вуха

Будова серцево-судинної , імунологічної та дихальної системи s410	Будова серцево-судинної системи
<b>Активність та участь</b>	
Загальні завдання та вимоги d230	Режим дня
Мобільність d410 d415 d450 d455 d460 d469 d475	Зміна положення тіла Збереження положення тіла Ходьба Пересування Переміщення з різних поверхонь Ходьба та пересування, інші уточнення Водіння
Побутове життя d640	Виконання роботи на дому
<b>Фактори навколишнього середовища</b>	
Продукція і технології e110  e120	Продукти або речовини для особистого споживання Вироби та технології для персонального перевезення та транспортування всередині та поза приміщеннями світло
Природне середовище та антропогенні зміни навколишнього середовища e240	
Підтримка та стосунки	Родина та найближчі родичі

e310	
e355	
Служби та адміністративні послуги	
e580	Медичні послуги

У процесі дослідження були використані шкали та тести:

### 1. BBS ( Berg Balance Scale)

Шкала балансу Берга (BBS) використовується для об'єктивного визначення здатності (або нездатності) пацієнта безпечно зберігати рівновагу під час серії заздалегідь визначених завдань. Це список із 14 пунктів, кожен з яких складається з п'ятибальної порядкової шкали від 0 до 4, де 0 означає найнижчий рівень функції, а 4 – найвищий рівень функції, і виконання займає приблизно 20 хвилин. Вона не включає оцінку ходи.

Шкала складає 14 пунктів та призначена для вимірювання балансу дорослої людини в клінічних умовах (табл. 2.2). Перше завдання перехід з положення сидячи в положення стоячи (з крісла висотою 45 см): на оцінку 4 пацієнт самостійно встає не спираючись руками на підлокітники; 3 - встає спираючись на руки; 2 – самостійно встає, спираючись на руки, після декількох спроб; 1 - встає або приймає стійке положення з мінімальною допомогою; на оцінку 0 – встає з помірною або значною допомогою.

Друге завдання тесту стояння без опори: на оцінку 4 - впевнено стоїть 2 хвилини; 3 – стоїть 2 хвилини під контролем з боку; 2 – стоїть без підтримки 30 секекунд; 1 – стоїть без підтримки 30 сек після декількох спроб; 0 – не в змозі стояти 30 сек без підтримки.

Третє завдання сидіння без опори на спину, упор ногами: на оцінку 4 - впевнено і надійно сидіти 2 хвилини; 3 – сидить 2 хвилини під контролем з боку; 2 – може сидіти 30 сек під контролем з боку; 1 – може сидіти 10 сек під контролем з боку; 0 – не в змозі всидіти 10 сек без підтримки. Четверте завдання перехід з положення стоячи в положення сидячи зі стільця з

підлокітниками: на оцінку 4 – впевнено, практично не вдаючись до допомоги рук; 3 – контролює посадку за допомогою рук; 2 – для контролю посадки спирається задньою поверхнею ніг на стілець; 1 – сідає самостійно, але посадка не контролюється; 0 – для посадки необхідна допомога.

П'яте завдання пересаджування зі стільця з підлокітниками на стілець без підлокітників: на оцінку 4 – впевнено, практично не вдаючись до допомоги рук; 3 – впевнено з деякою допомогою рук; 2 – потрібні усні підказки та / або контроль з боку; 1 – потрібна допомога однієї людини; 0 – потрібна допомога / контроль з боку двох осіб.

Шосте завдання стояння без підтримки з закритими очима: на оцінку 4 – впевнено стоїть 10 секунд; 3 – стоїть 10 секунд під контролем з боку; 2 – стоїть 3 секунди; 1 – не в змозі простояти 3 секунди з закритими очима; 0 – потрібна допомога, щоб не впасти.

Сьоме завдання тесту стояння без підтримки з зсунутими ногами: на оцінку 4 – може самостійно стояти 1 хвилину зі зсунутими ногами; 3 – може самостійно стояти 1 хвилину зі зсунутими ногами під контролем з боку; 2 – може зсунути ноги, але не може встояти 30 секунд; 1 – потрібна допомога, щоб прийняти положення, але може простояти зі зсунутими ногами 15 секунд; 0 – потрібна допомога, щоб прийняти таке положення, не може простояти зі зсунутими ногами 15 секунд.

Восьме завдання нахил вперед: на оцінку 4 – нахиляється вперед на 25 см; 3 – нахиляється вперед на 12 см; 2 – нахиляється вперед на 5 см; 1 – нахиляється вперед, потрібен контроль з боку; 0 – втрачає рівновагу, потрібна підтримка.

Дев'яте завдання піднімання предмета з підлоги з положення стоячи: на оцінку 4 – легко і впевнено може підняти предмет; 3 – може підняти предмет, але потрібен контроль з боку; 2 – не може підняти предмет, але самостійно нахиляється на відстань 2-3 см від предмета; 1 – не може підняти предмет, для спроби потрібен контроль з боку; 0 – не в змозі зробити спробу, потрібна допомога, щоб не втратити рівновагу або не впасти.

Десяте завдання погляд назад через ліве і праве плече в положенні стоячи: на оцінку 4 пацієнт дивиться назад в обидві сторони, добре переносячи вагу; 3 – дивиться назад тільки в одну сторону нерівномірно переносить вагу; 2 – повертається тільки наліво або направо, але не назад, зберігаючи рівновагу; 1 – при повороті потрібен контроль з боку; 0 – потрібна допомога, щоб не втратити рівновагу або не впасти.

Одинацять завдання розворот на 360 градусів: на оцінку 4 впевнений розворот на 360 градусів не більше ніж за 4 секунди; 3 – впевнений розворот на 360 градусів тільки в одну сторону не більше ніж за 4 секунди; 2 – повільний розворот на 360 градусів; 1 – потрібно активний контроль з боку або усні підказки; 0 – в процесі розвороту потрібна допомога.

Дванадцять завдання тесту поперемінне розміщення ноги на підставці в положенні стоячи: на оцінку 4 впевнено робить 8 кроків за 20 секунд; 3 – робить 8 кроків більш, ніж за 20 секунд; 2 – робить 4 кроки без сторонньої допомоги, але під контролем з боку; 1 – робить більше двох кроків з мінімальною допомогою; 0 – потрібна допомога, щоб не впасти, не в змозі зробити спробу.

Тринадцять завдання стояння з виставленою ногою: на оцінку 4 здатний розташувати ноги одну за одною і самостійно зберігати позу 30 секунд; 3 – здатний встановити ноги в положенні кроку самостійно і утримувати позу 30 секунд; 2 – здатний зробити маленький крок самостійно і утримувати позу 30 секунд; 1 – потрібна допомога, щоб зробити крок, але може так простояти 15 секунд; 0 – втрачає рівновагу, коли робить крок або стоїть.

Чотирнадцять завдання стояння на одній нозі: на оцінку 4 самостійно піднімає ногу і утримує її в такому положенні принаймні 10 секунд; 3 – самостійно піднімає ногу і утримує її в такому положенні 5-10 секунд; 2 – самостійно піднімає ногу і утримує її в такому положенні по крайній мере 3 секунд; 1 – намагається підняти ногу, але не може утримати її в такому положенні 3 секунди, продовжає стояти; 0 – не в змозі зробити спробу, потрібна допомога, щоб не впасти [50].



Якщо у хворого виражений когнітивний дефіцит або мовні порушення, що перешкоджають розумінню команд, слід використовувати альтернативні джерела комунікації. Якщо пацієнт знаходиться без свідомості, то він отримує 0 балів.

Якщо у пацієнта ампутована одна нога, то тест виконується з протезом відсутньої частини. У разі якщо протез відсутня - тест не проводиться.

Випробуваний повинен розуміти, що він повинен підтримувати рівновагу протягом тестування.

Вибір ноги, на якій він буде стояти або як далеко він буде тягнутися, надається самому випробуваному. Неправильний вибір неминуче призведе до гіршого результату тестування.

Продемонструйте кожне завдання і / або дайте чіткі інструкції, зазначені нижче.

Окуляри віднімаються за неповний час або дистанцію, при необхідності підказок і / або спостереженні за пацієнтом, а також, якщо пацієнт стосується предметів для підтримки.

Проставляючи бали, записуйте найнижчий результат, отриманий при перерахованих діях.

Для проведення тестування потрібне наступне обладнання:

1. Стілець із підлокітниками. Умовою для проведення оцінювання є висота сидіння 43-45 см
2. Стілець без підлокітників (ліжка). Умовою для проведення оцінювання є висота сидіння 43-45 см
3. Секундомір або годинник із секундною стрілкою
4. Предмет
5. Лінійка (сантиметрова стрічка). Важливо щоб стрічка була завдовжки не менше 30 см.
6. Сходи́нка (20-25 см заввишки) або лава (приблизно висоти сходи́нки)

Таблиця 2.2

Перелік завдань для оцінки статичної рівноваги за школою балансу  
Берга

№ п/п	Завдання	Оцінка
1.	Перехід з положення сидячи у положення сточи зі стільця	
2.	Стояння без опори (2 хв.)	
3.	Утримання статичної рівноваги у положенні сидячи без опори на спину (2 хв.)	
4.	Сісти з положення стоячи	
5.	Переміщення з ліжка на крісло з підлокітниками	
6.	Стояння із заплющеними очима	
7.	Стояння зі стуленими стопами	
8.	Нахил вперед з рівними руками	
9.	Піднімання предмета з підлоги	
10.	У положенні стоячи подивитися через ліва та праве плече	
11.	Обертання на 360°	
12.	Стояння на одній нозі	
13.	Стояння з виставленою ногою	
14.	Стояння на одній нозі	
15.	Попереміне розміщення ніг на платформі	
Разом (0-56)		

## 2. Тест чотири квадрати

Тест чотири квадрати використовується для оцінки динамічної стабільності та координації. Він розглядає здатність пацієнта переступати через низькі предмети вперед, убік і назад.

Опис тесту:

- Пацієнт повинен послідовно переступити через чотири тростини, встановлені хрестом на підлозі.
- На початку тесту пацієнт стоїть у квадраті 1 обличчям до квадрата 2.
- Мета полягає в тому, щоб якомога швидше увійти обома ногами в кожне поле в такій послідовності: поле 2, 3, 4, 1, 4, 3, 2, 1 (за годинниковою стрілкою проти годинникової стрілки)
- Процедура тестування може бути продемонстрована попередньо, допускається одне практичне випробування перед проведенням тесту.
- Потім виконуються дві спроби, з обліком часу (у секундах).
- Відлік часу починається, коли перша нога торкається підлоги в квадраті 2, і закінчується, коли остання нога повертається, щоб торкнутися підлоги в квадраті 1.
- Інструкції: «Спробуйте завершити послідовність якнайшвидше та якомога безпечніше, не торкаючись тростин. Обидві ноги повинні торкатися підлоги в кожному квадраті. Якщо можливо, дивіться вперед протягом усієї послідовності».
- Повторити спробу, якщо пацієнт:
  - Не вдається згати послідовність
  - Втрачає рівновагу
  - Відбувається торкання тростини

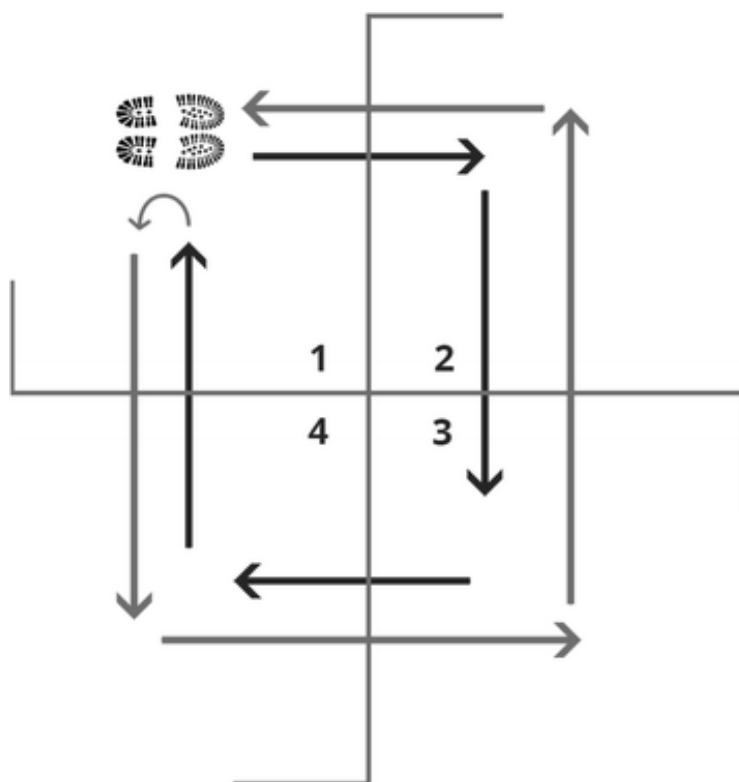


Рис. 1.9 Тест чотири квадрати

Результати:

1. Літні люди/геріатрія: > 15 секунд = високий ризик падінь
  2. Інсульт: > 15 секунд або невдала спроба = високий ризик падіння
  3. Хвороба Паркінсона: > 9,68 секунд = високий ризик падінь
  4. Вестибулярні розлади: > 12 секунд = високий ризик падінь
  5. Втрата кінцівок/ампутація: > 24 секунд = високий ризик падіння
3. DGI (Динамічний індекс ходи)

DGI перевіряє здатність пацієнта підтримувати рівновагу під час ходьби, реагуючи на різні вимоги завдань у різних динамічних умовах.

- Він включає 8 пунктів, ходьбу по рівних поверхнях, зміну швидкості, повороти голови в горизонтальному та вертикальному

напрямах, ходьбу та поворот на 180 градусів для зупинки, переступання через перешкоди та навколо них, а також підйом і спуск сходами.

- Кожен елемент оцінюється за шкалою від 0 до 3, де 3 означає нормальну функцію, а 0 означає серйозне порушення.

Необхідне обладнання:

Коробка (взуттєва коробка), конуси (2), сходи, доріжка 6 метрів, ширина 4 см.

*Таблиця 2.3*

Перелік завдань для оцінки динамічної рівноваги за динамічним індексом ходьби

№П/П	Завдання	оцінка
1	Ходьба по рівній поверхні	
2	Ходьба зі зміною швидкості руху	
3	Ходьба з горизонтальними поворотами голови	
4	Ходьба з вертикальними поворотами голови	
5	Ходьба з розворотом	
6	Переступання перешкод	
7	Ходьба навколо перешкод	
8	Ходьба по сходах	
Разом (0-24)		

#### 4. Тест Ромберга

Тест Ромберга - це тест для оцінки рівноваги. Тест Ромберга є відповідним інструментом для діагностики атаксії [54].

Тест виконується наступним чином:

1. Пацієнта просять зняти взуття і встати, поставивши ноги разом. Руки тримаються біля тіла або схрещені на грудях.

2. Фізичний тепаревт просить пацієнта спокійно стояти з відкритими очима, а потім із закритими. Пацієнт намагається зберегти рівновагу. З міркувань безпеки важливо, щоб фізичний терапевт стояв близько до пацієнта, щоб запобігти можливій травмі в разі падіння пацієнта. Коли пацієнт закриває очі, він не повинен орієнтуватися за світлом або звуком, оскільки це може вплинути на результат тесту та викликати хибнопозитивний результат [55].

3. Тест Ромберга оцінюється шляхом підрахунку секунд, протягом яких пацієнт може стояти із закритими очима [56].

Щоб ускладнити пробу Ромберга, клініцист може спробувати порушити рівновагу пацієнта пертурбацією. Проба Ромберга позитивна, коли пацієнт не може утримувати рівновагу із закритими очима. Втрату рівноваги можна визначити як посилене хитання тіла, розміщення однієї ноги в напрямку падіння або навіть падіння [ 57].

У літературі немає консенсусу щодо надійності та валідності для Ромберга, оскільки тест є більш якісним, ніж кількісним (об'єктивний). Однак цей тест можна використовувати як швидкий клінічний інструмент для скринінгу [58].

#### 2.1.3 Методи статистичної обробки результатів

В кваліфікаційній роботі обробку числових даних здійснювалося методом математичної статистики. Аналіз відповідності виду розподілення кількісних показників закону нормального розподілення перевіряли за критерієм Шапіро-Уїлка (W). Для кількісних показників, які мали нормальне

розподілення визначили середнє значення значення ( $\bar{x}$ ) та середнє квадратичне відхилення ( $S$ ). При наявності нормального розподілення результатів досліджень для оцінки значущості різниці, використовували  $t$ -критерій Стюдента. Для виявлення зв'язків між показниками проводили кореляційний аналіз. Був використаний метод рангової кореляції за Спірменом ( $r$ ). Статистично значущими вважалися відмінності, що не перевищували рівня вірогідності  $p < 0,05$  при заданому числі ступенів свободи. В кваліфікаційній роботі для обробки числових даних використовували Microsoft Excel.

## 2.2 Організація дослідження

Базою для проведення дослідження та отримання матеріалу став Центр фізичної реабілітації Фенікс.

Під час проведення роботи, в дослідженні приймали участь 20 пацієнтів, з них 13 жінок та 7 чоловіків, у віці від 30 до 48 років. Основний діагноз – вестибулярна дисфункція. Критерії включення: пацієнти з вестибулярною дисфункцією з атаксією на етапі довгострокової реабілітації. Критерії виключення: когнітивні порушення, гострий період етап реабілітації, вік старший за 50 років. Для визначення ефективності програми фізичної терапії, було розподілено учасників на дві групи: основну та контрольну. До основної групи відносились 20 осіб, які проходили фізичну терапію за запропонованою програмою, та 10 осіб до контрольної групи, які займалися за програмою закладу.

Досліджування виконувалось в три етапи протягом 2022-2023 навчальних років:

I-й етап (жовтень – грудень 2022 р.) – вивчення і аналіз спеціальної літератури, підбір методів дослідження;

II-й етап (грудень 2022 р. – березень 2023 р.) – збір анамнезу та проведення первинного обстеження пацієнтів, формування програми з фізичної терапії та її реалізація, вторинне обстеження;

III-й етап (квітень – травень 2023 р.) – розбір та обробка статистичних даних отриманих результатів, формування висновків, літературне оформлення магістерської роботи.



## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

#### 3.1 Розробка алгоритму застосування засобів фізичної терапії при вестибулярних порушеннях

Втручання фізичного терапевта є основним методом терапії при вестибулярній дисфункції та атаксії. Мета дослідження полягала в тому, щоб визначити ефективність запропонованої програми фізичної терапії для пацієнтів з вестибулярної дисфункції для покращення рухових здібностей та зменшення симптоматичних проявів. Учасники групи втручання отримають 28-денну індивідуальну програму реабілітації, спрямовану на покращення рухових функцій, рухливості та рівноваги. Програма включатиме 2 години амбулаторної фізичної терапії шість разів на тиждень. Перед початком програми здійснилось тестування, яке включало неврологічну оцінку, клінічні тести оцінки ходьби та рівноваги.

Наступним етапом після обстеження та аналізу відбувається постановка короткострокових цілей, які обговорені з пацієнтом та його родичами. Постановка цілей – це процес обговорення, планування та документування результатів пацієнта. Постановка цілей може виглядати, як розмова між фізичним терапевтом і пацієнтом під час проведення обстеження, або може бути більш структурованим процесом у формі зустрічі між мультидисциплінарною командою пацієнтом та його родичами чи опікунами.

**Фізична терапія.** Втручання з фізичної терапії тривають дві години на день, а також шість разів на тиждень. Вплив був направлений на інтенсивну реабілітацію для покращення постурального контролю, покращення функції ходи, зменшення запаморочення, покращення стабільності погляду, зниження ризику падіння та покращення якості життя пацієнтів.

**Фізична терапія для стабілізації погляду.** Терапевтичні вправи у положенні сидячи для покращення стабільності погляду та фіксації на цілі.

*Таблиця 3.1*

Перелік терапевтичних вправ для покращення стабільності погляду

Опис	Дозування	Примітки
<p><b>Терапевтична Вправа №1</b> В.П. у положенні сидячи. Утримувати погляд на мішені та здійснити горизонтальні повороти голови.</p>	<p>Виконання вправи тривалістю 5-10 хвилин.</p>	<p>Мішень необхідно розмістити на відстанні 60см. Зорова фіксація при нерухомому і рухомому.</p>
<p><b>Терапевтична Вправа №2</b> В.П. сидячи виконати поворот голови і тулуба .</p>	<p>Виконання вправи тривалістю 5-10 хвилин.</p>	<p>Пацієнт знаходиться у положенні сидячи з прямою рукою перед собою та повільно повертає тулуб та голову, погляд фіксується на руці.</p>
<p><b>Терапевтична Вправа №3</b> В.П. у положенні сидячи. Потрібно подивитися прямо на мішень, голова повернута за напрямком мішені. 2. Подивитися на другу</p>	<p>Тривалість виконання 5-10 хв.</p>	<p>На відстанні 60см встановити дві мішені. Активні рухи очей і голови між двома цілями</p>

ціль та повернути голову до цілі.		
<b>Терапевтична Вправа №4</b> В.П. у положенні сидячи. Необхідно подивіться прямо на ціль мішені, заплющити очі повільно повернути голову від мішені, відкрити очі та перевірити, чи вдалося утримати погляд на цілі.	Тривалість виконання 5-10 хв.	На відстанні 60см встановити дві мішені.

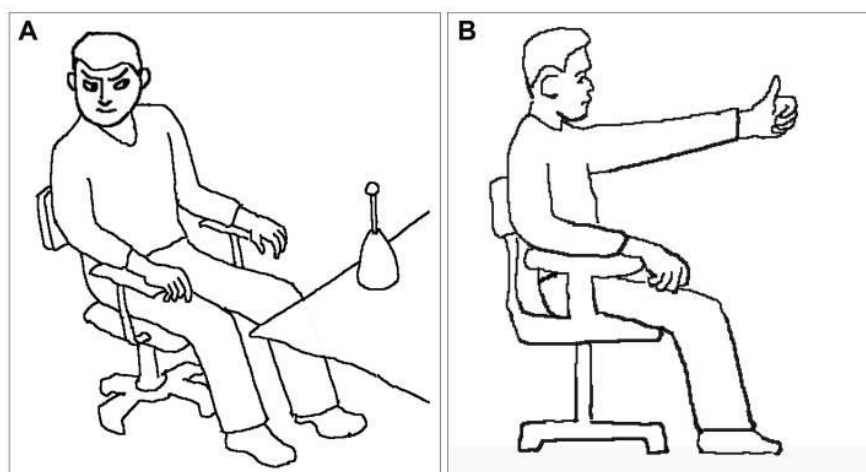


Рис.3.2 Терапевтична права №1,2.

На рис. 3.2 зображено виконання тепаревтичних вправ №1,2., де А: голова обертається з утриманням погляду на цілі. В: Повороти голови і тулуба з утриманням погляду на цілі.

При легкому виконанні терапевтичних вправ потрібно збільшити швидкість рухів голови.

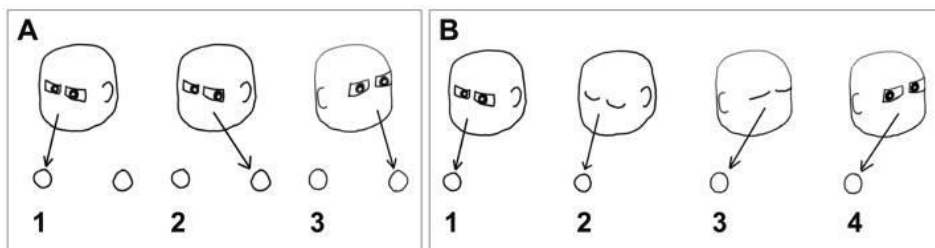


Рис.3.3 А - Вправи № 2, В – вправа №3

**Терапевтичні вправи на рівновагу.** Представлені в таблиці № .....  
 терапевтичні вправи сприяють покращенню статичної рівноваги та зменшенню симптомів запаморочення.

Таблиця 3.2

Перелік терапевтичних вправ для покращення статичної рівноваги

Опис	Дозування	Примітки
<p><b>Терапевтична Вправа № 1</b></p> <p>В.П. стоячи, постановка ніг на рівні плечей. Підняти одну руку вгору над головою, погляд спрямований на руку, та нахилитися до стопи протилежної ноги. Повторити змінивши руку.</p>	<p>Виконання 8-10 разів по 3 підходи для кожної руки.</p>	<p>Зупинитись, якщо у пацієнта сильне запаморочення.</p>
<p><b>Терапевтична Вправа №2</b></p> <p>В.П.стоячи. Постановка ніг здвинута, руки прижаті до грудей, очі заплющені</p>	<p>Тривалість виконання від 30-60 сек., 3підходи</p>	<p>Для ускладнення використовується м'яка платформа, стопи знаходяться разом. Пацієнт потребує страхування</p>

<p><b>Терапевтична Вправа №3</b></p> <p>В.П. стоячи. Постановка ніг у тамдемному позиції, руки прижати до грудей</p>	<p>Тривалість виконання від 30-60 сек., 3 підходи</p>	<p>Недомінантна стопа знаходиться позаду доміантної та рівномірний розподіл ваги.</p>
<p><b>Терапевтична Вправа №4</b></p> <p>В.П. стоячи на рівній поверхні. Виконати нахил вперед, а центр тяжіння піднявши пальці ніг вгору. Потім зробити нахил назад і перемістити центр тяжіння вперед, піднявши п'яти.</p>	<p>Виконувати 10-15 разів, 3 підходи</p>	<p>Не згинати колінна та кульшові суглоби</p>
<p><b>Терапевтична Вправа № 5</b></p> <p>В.П. стоячи на м'якій поверхні, виконати досягання до предметів.</p>	<p>Тривалість виконання 3 хвилини по 3 підходи</p>	<p>Пацієнт має дотягнутися до предметів, які знаходяться на підлозі та зберігати рівновагу.</p>
<p><b>Терапевтична Вправа №6</b></p> <p>В.П. стоячи на м'якій поверхні. Порушення рівноваги пацієнта пертурбацією.</p>	<p>Тривалість виконання 3 хвилини по 3 підходи .</p>	<p>Мета пацієнта зберегти рівновагу</p>
<p><b>Терапевтична Вправа № 7</b></p> <p>В.П. стоячи на рівній поверхні. Відбивання м'яча.</p>	<p>Тривалість виконання 3хвилини та 3 підходи</p>	<p>Пацієнт має відбивати м'яч рукою та зберегти рівноваги. Для ускладнення фізичний терапевт може збільшити</p>

		інтенсивність та силу кидання.
--	--	--------------------------------

При виконанні всіх активних терапевтичних вправ фізичний терапевт повинен знаходитись біля пацієнта та забезпечує безпечні умови виконання, щоб не призвести до додаткової травматизації. При легкому виконанні можна збільшити інтенсивність терапевтичної вправи та додати нестабільні платформи та заплющити очі, для покращення сенсорної стимуляції вправи виконуються босоніж.

Тренування ходьби та зменшення проявів атаксії. Оцінка та втручання фізичного терапевта будуть спрямовані на вестибулярний та моторний дефіцит. Тренування призначені для пацієнтів з високим рівнем мобільності,

Таблиця 3.3

## Опис терапевтичної ходьби

<b>Вид терапевтичної ходьби</b>	<b>Опис</b>
Ходьба по рівній поверхні	Здійснення ходьби по рівній поверхні у комфортному темпі для пацієнта.
Ходьба з горизонтальними та вертикальними поворотами голови	Пацієнт під час ходьби за командою повинен подивитися ліворуч, праворуч, вгору та вниз.
Ходьба бокова	Пацієнт йде по рівній поверхні лівим та правим боком.
Ходьба на пальцях ніг	Необхідно піднятися на пальці ніг пройти зазначену дистанцію
Ходьба на п'ятах	Необхідно встати на п'яти пройти зазначену дистанцію

Ходьба на тредмілі	Пацієнт здійснює ходьбу на тредмілі під контролем фізичного терапевта. Дозволяє збільшити витривалість та швидкість ходьбу у пацієнтів.
Ходьба по нерівній поверхні	Слизька поверхня, трава, гравій, кам'яниста місцевість.
Ходьба з нахилами	Встановлення перешкод під яким потрібно нахилитися та пройти не торкаючись.
Ходьба назад	Пацієнт тримає напрямок руху задом.

Під час виконання терапевтичної ходьби та терапевтичних вправах здійснювався контроль частоти серцевих скорочень, артеріального тиску, суб'єктивного стану та рівня втоми у кожного пацієнта.

### **3.2 Оцінка ефективності алгоритму фізичної терапії та обговорення отриманих результатів**

Для початку було зібрано демографічні та клінічні характеристики пацієнтів на 3 день після перенесеного гострого порушення мозкового кровообігу (табл. 3.4).

*Таблиця 3.4*

Демографічні та клінічні характеристики пацієнтів (n = 20)

<b>Демографічні та клінічні характеристики</b>	<b>n (%)</b>
Середній вік	42 (30-48)
Стать	Жінки – 13 (59%) Чоловіки – 7 (41%)
Місце проживання	М. Київ – 20 (100%)

Фактори ризику	Курці – 5 (25%) Курці в минулому – 3 (15%) Діабет – 4 (20%) Гіпертонія – 14 (70%) Дисліпідемія – 9 (45%) Попередні кардіологічні захворювання – 8 (40%)
Наявність падіння в анамнезі	100%

В таблиці 3.6 наведено результати основної та контрольної групи відповідно до проведених «проби Ромберга» пацієнти продемонстрували низький рівень утримання рівноваги. Результати «проби Ромберга» до втручання складало  $19 \pm 1,9$  сек.

При проведенні тесту «чотири квадрати» була відмічена помітна виражена втрата рівноваги та наступання на тростини під час проведення тесту. Результати тесту «чотири квадрати» до втручання  $43 \pm 2,3$  секунд, що відображає високий ризик падіння.

Таблиця 3.5

Результати показників обстеження «Проба Ромберга» та «чотири квадрати»

Інструмент оцінювання, одиниця виміру	Первинне обстеження (n=20)	Повторне обстеження		P
		Основна група (n=10)	Контрольна група (n=10)	
Проба Ромберга, сек	$19 \pm 1,9$	$58 \pm 2,0$	$32 \pm 1,1$	<0,05
Чотири квадрати, сек	$43 \pm 2,3$	$11 \pm 0,7$	$30 \pm 1,3$	<0,05

Після проведенного втручання фізичної терапії пацієнти ОГ досягли більш позитивного результату при виконанні тесту «чотири квадрати», отримавши результат 11 секунд, що інтерпретується як низький ризик



падіння. В КГ також спостерігалась позитивна динаміка, але отримавши результат 30 секунд залишились на рівні – високий ризик падіння.

Після проведенного втручання фізичної терапії у пацієнтів виконавши «пробу Ромберга» ОГ відмічено результат 58 сек, що є кращим результатом за показниками КГ який становив 32с.

Таблиця 3.6

Результати обстеження за шкалою балансу Берга та динамічним індексом ходьби до та після проведення фізичної терапії

Інструмент оцінювання, одиниця виміру	Первинне обстеження (n=20)	Повторне обстеження		P
		Основна група (n=10)	Контрольна група (n=10)	
Шкала балансу Берга, бали	40±1,7	54±1,9	48±2,2	<0,05
Динамічний індекс ходьби, бали	13±0,7	21±0,3	18±0,7	<0,05

Після проведення дослідження в обох групах спостерігалися позитивні зміни, але ефективнішими вони були у пацієнтів основної групи. Після повторного обстеження в пацієнтів ОГ спостерігаємо значно покращені показники за шкалою балансу Берга 54±1,9, що вище ніж у КГ 48±2,2, результати динамічного індексу ходьби демонструють в ОГ 21±0,3, що вище ніж у КГ 18±0,7.

Аналізуючи детальніше динаміку змін за кожним з компонентів шкалу балансу Берга можна відмітити наступні результати:

- до проведення фізичної терапії не здатні утримувати рівновагу у положенні стоячи з заплющеними очима – 9 осіб, стояння зі здвинутими ногами – 9 осіб, підймання предмету з підлоги – 6 пацієнтів, розворот на 360° – 5 осіб, поперемінне розташування ніг на платформі – 3 особи, стояння із виставленою ногою – 7 осіб, стояння на одній нозі – 8 осіб.

- після проведення фізичної терапії показники шкали балансу Берга покращились в обох групах, достовірно кращі показники спостерігались у пацієнтів основної групи. Так, всі пацієнти основної групи змогли :

утримувати рівновагу у положенні стоячи з заплющеними очима, стояння зі здвинутими ногами, підіймання предмету з підлоги, розворот на 360°, стояння із виставленою ногою, але 4 пацієнта не зможе утримати рівновагу на 1 нозі.

– Нижчі показники відмічено у пацієнтів контрольної групи: 10 осіб змогли нахилитися до предмету, 6 – стояння з виставленою ногою, 4 пацієнта поперемінно розміщення ніг на платформі лише 2 людини змогли утримувати рівновагу на одній нозі.

Суттєві зміни було відмічено і при детальній оцінці результатів оцінювання за динамічним індексом ходьби:

– до проведення програми фізичної терапії при виконанні завдань пацієнти продемонстрували втрату рівноваги та відчували запаморочення. Ходьба зі зміною швидкості – 5 осіб на оцінку 1 бал, ходьба з горизонтальними поворотами голови – 8 осіб на оцінку 1 бал, ходьба з вертикальними поворотами голови – 4 особи на оцінку 1 бал, ходьба з поворотами – 6 осіб на оцінку 1 бал, ходьба навколо перешкод – 3 особи на оцінку 1 бал.

– після проведення програми фізичної терапії відмічені наступні результати у пацієнтів основної групи: при виконанні ходьби зі зміною швидкості всі 10 пацієнтів отримали максимальну оцінку 3 бали. При виконанні ходьби з горизонтальними та вертикальними поворотами голови 3 пацієнти отримали оцінку 2 бали. Переступання перешкод та ходьба навколо перешкод пацієнти отримали найвищий бал.

## ВИСНОВКИ

Теоретичний аналіз доступних даних і результати власних досліджень дозволяють зробити наступні висновки:

1. Систематизація та узагальнення вітчизняного та зарубіжного досвіду щодо застосування фізичної терапії для вестибулярної реабілітації осіб з атаксією дозволяє відзначити стійку тенденцію до збільшення частоти випадків вестибулярних порушень. Тому активізацію пацієнтів слід починати, як тільки вони досягнуть клінічної стабільності, оскільки найбільш значуще рухове відновлення відбувається в перші кілька днів після інсульту чи травми.

2. Обґрунтувати та розробити алгоритм фізичної терапії для вестибулярної реабілітації осіб з атаксією. Відновлення постуральної стабільності відбувається повільніше, ніж відновлення стабільності погляду [59]. Основними механізмами постурального відновлення є збільшення довіри до зорових і соматосенсорних сигналів (заміщення) і покращення вестибулярних реакцій (адаптація) [60].

Відновлення нормальних постуральних стратегій потрібне у пацієнтів із тимчасовим дефіцитом, у той час як випадки постійного вестибулярного дефіциту потребують компенсаторних стратегій, таких як використання альтернативних соматосенсорних сигналів.

4. На підставі даних, отриманих під час аналізу наукових літературних джерел та первинного обстеження хворих, було розроблено програму фізичної терапії, яка спрямована на зменшення вестибулярної симптоматики, покращення ходи та рівноваги. Програма фізичної терапії будувалася на основі вивчення і аналізу спеціальної літератури за даною проблемою, результатів новітніх клінічних досліджень та практичних настанов. Також при побудові програми з фізичної терапії було враховано філософію та принципи Міжнародної класифікації функціонування (МКФ), функції, активності, участі та навколишнє середовище, які допомагають визначити здатність пацієнта відновити рухову функцію і протягом якого періоду.

5. Відповідно до результатів дослідження динаміки показників та з метою проведення оцінки ефективності розробленої програми фізичної терапії, планові обстеження пацієнтів з визначенням усіх досліджуваних параметрів проводилося кожного тижня, протягом 28 денної програми фізичної терапії, всього у дослідженні прийняло участь 20 пацієнтів.

6. За результатами власного дослідження, при порівнянні результатів на початку і в кінці курсу фізичної терапії, між основною та контрольною групою, відбулись зміни в сторону покращення досліджуваних показників відповідно до початкового рівня, а також результати основної групи переконливо доводять, що запропонована програма фізичної терапії, яка складалась із урахуванням прогностичних факторів, надає більш кращі результати в порівнянні зі звичайною програмою, яка була запропонована медичним закладом.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Sulway S, Whitney SL. Advances in Vestibular Rehabilitation. *Adv Otorhinolaryngol.* 2019;82:164-169. doi: 10.1159/000490285. Epub 2019 Jan 15.
2. Haddad YK, Bergen G, Florence CS. Оцінка економічного тягаря, пов'язаного з літніми людьми, припадає на державу. *J Public Health Manag Pract.* 2019;25(2):E17-E24
3. Brevern M, Radtke A, Lezius F, Feldmann M, Ziese T, Lempert T, Neuhauser H. Epidemiology of benign paroxysmal positional vertigo: a population based study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2007 Jul;78(7):710-5.
4. Agrawal Y, Carey JP, Della Santina CC, Schubert MC, Minor LB. Disorders of balance and vestibular function in US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001-2004. *Arch Intern Med.* 2009 May 25;169(10):938-44.
5. TC & Helminski J. *Anatomy and Physiology of the Normal Vestibular System.* B: Herdman S. *Vestibular Rehabilitation,* 3rd edition. Philadelphia: FA Davis Company; 2007. p. 1-18.
6. ovacs E, Wang X, Grill E. Economic burden of vertigo: a systematic review. *Health Econ Rev.* 2019 Dec 27;9(1):37.
7. Casale J, Agarwal A. *Anatomy, Head and Neck, Ear Endolymph.* 2023 Feb 9. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan–.
8. Khan S, Chang R. Anatomy of the vestibular system: a review. *NeuroRehabilitation.* 2013;32(3):437-43.
9. Agrawal Y, Ward BK, Minor LB. Vestibular dysfunction: prevalence, impact and need for targeted treatment. *J Vestib Res.* 2013;23(3):113-7.
10. Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D, et al., editors. *Neuroscience.* 2nd edition. Sunderland (MA): Sinauer Associates; 2001. The Semicircular Canals. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10863/>

- 11.Han BI, Song HS, Kim JS. Vestibular rehabilitation therapy: review of indications, mechanisms, and key exercises. *J Clin Neurol*. 2011 Dec;7(4):184-96.
- 12.Hain TC. Neurophysiology of vestibular rehabilitation. *NeuroRehabilitation*. 2011;29(2):127-41.
- 13.Robinson DA. Neurophysiology of the optokinetic system. *Prog Brain Res*. 2022;267(1):251-269.
- 14.Kniep R, Zahn D, Wulfes J, Walther LE. The sense of balance in humans: Structural features of otoconia and their response to linear acceleration. *PLoS One*. 2017 Apr 13;12(4).
- 15.Robinson DA. Neurophysiology of the optokinetic system. *Prog Brain Res*. 2022;267(1):251-269.
- 16.Kniep R, Zahn D, Wulfes J, Walther LE. The sense of balance in humans: Structural features of otoconia and their response to linear acceleration. *PLoS One*. 2017 Apr 13;12(4).
- 17.Renga V. Clinical Evaluation of Patients with Vestibular Dysfunction. *Neurol Res Int*. 2019 Feb 3;2019:3931548.
- 18.Bordoni B, Mankowski NL, Daly DT. Neuroanatomy, Cranial Nerve 8 (Vestibulocochlear) [Updated 2022 May 29]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537359/>
- 19.Bordoni B, Mankowski NL, Daly DT. Neuroanatomy, Cranial Nerve 8 (Vestibulocochlear) [Updated 2022 May 29]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537359/>
- 20.Ghatol D, Widrich J. Intraoperative Neurophysiological Monitoring. [Updated 2022 Aug 30]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563203/>

21. Renga V. Clinical Evaluation of Patients with Vestibular Dysfunction. *Neurol Res Int*. 2019 Feb 3;2019:3931548.
22. Thompson TL, Amedee R. Vertigo: a review of common peripheral and central vestibular disorders. *Ochsner J*. 2009 Spring;9(1):20-6.
23. Kniep R, Zahn D, Wulfes J, Walther LE. The sense of balance in humans: Structural features of otoconia and their response to linear acceleration. *PloS one*. 2017 Apr 13;12(4):e0175769.
24. Agrawal Y, Carey JP, Della Santina CC, Schubert MC, Minor LB. Disorders of balance and vestibular function in US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001-2004. *Arch Intern Med*. 2009 May 25;169(10):938-44.
25. Kerber KA, Brown DL, Lisabeth LD, Smith MA, Morgenstern LB. Stroke among patients with dizziness, vertigo, and imbalance in the emergency department: a population-based study. *Stroke*. 2006 Oct;37(10):2484-7.
26. Saber Tehrani AS, Kattah JC, Kerber KA, Gold DR, Zee DS, Urrutia VC, Newman-Toker DE. Diagnosing Stroke in Acute Dizziness and Vertigo: Pitfalls and Pearls. *Stroke*. 2018 Mar;49(3):788-795.
27. Marrie RA, Cutter GR, Tyry T. Substantial burden of dizziness in multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord*. 2013 Jan;2(1):21-8.
28. Reiley AS, Vickory FM, Funderburg SE, Cesario RA, Clendaniel RA. How to diagnose cervicogenic dizziness. *Arch Physiother*. 2017 Sep 12;7:12.
29. Hall CD, Herdman SJ, Whitney SL, Anson ER, Carender WJ, Hoppes C etc. Vestibular Rehabilitation for Peripheral Vestibular Hypofunction: An Updated Clinical Practice Guideline From the Academy of Neurologic Physical Therapy of the American Physical Therapy Association. *J Neurol Phys Ther*. 2022 Apr 1;46(2):118-177.
30. Hall CD, Herdman SJ, Whitney SL, Anson ER, Carender WJ, Hoppes C etc. Vestibular Rehabilitation for Peripheral Vestibular Hypofunction: An Updated Clinical Practice Guideline From the Academy of Neurologic

- Physical Therapy of the American Physical Therapy Association. *J Neurol Phys Ther.* 2022 Apr 1;46(2):118-177.
31. Hac NEF, Gold DR. Neuro-Visual and Vestibular Manifestations of Concussion and Mild TBI. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2022 Mar;22(3):219-228
  32. Herdman SJ. Advances in the treatment of vestibular disorders. *Phys Ther.* 1997 Jun;77(6):602-18.
  33. Robinson DA. Neurophysiology of the optokinetic system. *Prog Brain Res.* 2022;267(1):251-269
  34. Лучихин Л.А. Критерии прогнозирования эффективности вестибулоадаптационной терапии у больных с расстройством равновесия / Л.А. Лучихин, И.Я. Ганичкина, О.М. Доронина // *Вестн. оториноларингологии.* – 2004. – № 6. – С. 32-33.
  35. Hall CD, Cox LC. The role of vestibular rehabilitation in the balance disorder patient. *Otolaryngol Clin North Am.* 2009 Feb;42(1):161-9.
  36. Schubert MC, Zee DS. Saccade and vestibular ocular motor adaptation. *Restor Neurol Neurosci.* 2010;28(1):9-18.
  37. Herdman SJ. Role of vestibular adaptation in vestibular rehabilitation. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1998 Jul;119(1):49-54
  38. Schubert MC, Della Santina CC, Shelhamer M. Incremental angular vestibulo-ocular reflex adaptation to active head rotation. *Exp Brain Res.* 2008 Dec;191(4):435-46.
  39. Herdman SJ, Hall CD, Schubert MC, Das VE, Tusa RJ. Recovery of dynamic visual acuity in bilateral vestibular hypofunction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007 Apr;133(4):383-9.
  40. Tiliket C, Shelhamer M, Tan HS, Zee DS. Adaptation of the vestibulo-ocular reflex with the head in different orientations and positions relative to the axis of body rotation. *J Vestib Res.* 1993 Summer;3(2):181-95.



41. Schubert MC, Zee DS. Saccade and vestibular ocular motor adaptation. *Restor Neurol Neurosci.* 2010;28(1):9-18.
42. Kasai T, Zee DS. Eye-head coordination in labyrinthine-defective human beings. *Brain Res.* 1978 Apr 7;144(1):123-41.
43. Tian J, Crane BT, Demer JL. Vestibular catch-up saccades in labyrinthine deficiency. *Exp Brain Res.* 2000 Apr;131(4):448-57.
44. Гердман С.Дж., Вітні С.Л. Втручання у хворого з гіпофункцією вестибулярного апарату. У: Herdman SJ, редактор. *Вестибулярна реабілітація.* 3-є вид. Філадельфія: FA Davis Co.; 2007. С. 309–337.
45. Шумвей-Кук А., Горак Ф.Б., Ярдлі Л., Бронштейн А.М. Реабілітація порушень рівноваги у хворого з патологією вестибулярного апарату. У: Бронштейн А.М., Брандт Т., Вуллакотт М., редактори. *Клінічні порушення постави та ходи.* Лондон: Арнольд; 1996. С. 211–235.
46. Горак Ф.Б. Постуральна компенсація втрати вестибулярного апарату та наслідки для реабілітації. *Restor Neurol Neurosci.* 2010 рік; 28 :57–68
47. Павлоу М, Шумвей-Кук А, Горак Ф.Б., Ярдлі Ярдлі, Бронштейн А.М. Реабілітація порушень рівноваги у хворого з патологією вестибулярного апарату. У: Бронштейн А.М., Брандт Т., Вуллакотт М.Х., Натт Дж.Г., редактори. *Клінічні порушення рівноваги, постави та ходи.* 2-є вид. Лондон: Арнольд; 2004. С. 317–343
48. Horak FB, Jones-Rycewicz C, Black FO, Shumway-Cook A. Effects of vestibular rehabilitation on dizziness and imbalance. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1992 Feb;106(2):175-80.
49. Milne SC, Corben LA, Roberts M, Szmulewicz D, Burns J, Grobler AC etc. Rehabilitation for ataxia study: protocol for a randomised controlled trial of

- an outpatient and supported home-based physiotherapy programme for people with hereditary cerebellar ataxia. *BMJ Open*. 2020 Dec 17;10(12):e040230.
50. Klatt BN, Carender WJ, Lin CC, Alsubaie SF, Kinnaird CR, Sienko KH, Whitney SL. A Conceptual Framework for the Progression of Balance Exercises in Persons with Balance and Vestibular Disorders. *Phys Med Rehabil Int*. 2015;2(4):1044. Epub 2015 Apr 28.
51. Angelaki DE, Cullen KE. Vestibular system: the many facets of a multimodal sense. *Annu Rev Neurosci*. 2008;31:125-50. doi: 10.1146/annurev.neuro.31.060407.125555.
52. Schubert MC, Minor LB. Vestibulo-ocular physiology underlying vestibular hypofunction. *Phys Ther*. 2004 Apr;84(4):373-85.
53. Han BI, Song HS, Kim JS. Vestibular rehabilitation therapy: review of indications, mechanisms, and key exercises. *J Clin Neurol*. 2011 Dec;7(4):184-96. doi: 10.3988/jcn.2011.7.4.184. Epub 2011 Dec 29.
54. Тест Healthline Ромберга <https://www.healthline.com/health/romberg-test#What-is-Rombergs-test> ? (дата звернення 6.11.2022)
55. Johnson BG, Wright AD, Beazley MF, Harvey TC, Hillenbrand P, Imray CH; Birmingham Medical Research Expeditionary Society. The sharpened Romberg test for assessing ataxia in mild acute mountain sickness. *Wilderness Environ Med*. 2005 Summer;16(2):62-6.
56. Black FO, Wall C 3rd, Rockette HE Jr, Kitch R. Normal subject postural sway during the Romberg test. *Am J Otolaryngol*. 1982 Sep-Oct;3(5):309-18.
57. Black FO, Wall C 3rd, Rockette HE Jr, Kitch R. Normal subject postural sway during the Romberg test. *Am J Otolaryngol*. 1982 Sep-Oct;3(5):309-18.
58. Agrawal Y, Carey JP, Hoffman HJ, Sklare DA, Schubert MC. The modified Romberg Balance Test: normative data in U.S. adults. *Otol Neurotol*. 2011 Oct;32(8):1309-11.
59. Гердман С.Дж., Вітні С.Л. Втручання у хворого з гіпофункцією вестибулярного апарату. У: Herdman SJ, редактор. *Вестибулярна реабілітація*. 3-е вид. Філадельфія: FA Davis Co.; 2007. С. 309–337.

60.Herdman SJ. Advances in the treatment of vestibular disorders. Phys Ther.  
1997 Jun;77(6):602-18