

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

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

на тему: **«ЗАХОДИ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ СПРЯМОВАНІ НА
ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ХОДЬБИ У
ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ З НЕПОВНИМ УРАЖЕННЯМ
СПИННОГО МОЗКУ»**

Здобувач вищої освіти
другого (магістерського) рівня
Царяпкін Максим Геннадійович

Науковий керівник: Лазарева О.Б.
д. фіз. вих., професор
Рецензент: Фломін Ю.В.
д. мед. наук, доцент

Рекомендовано до захисту на засіданні кафедри
(протокол №18 від 04.04.2024 р.)
Завідувач кафедри: Лазарева О.Б.
д. фіз. вих., професор_____

Київ - 2024

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ФІЗИЧНОЇ ТЕРПІЇ ПАЦІЄНТІВ З ТРАВМАТИЧНИМ УРАЖЕННЯМ СПИННОГО МОЗКУ	8
1.1 Етіологія, епідеміологія та патогенез хребтово-спінальної травми військовослужбовців	8
1.2 Відновлення функціональної ходьби	10
1.2.1 Порушення сили скелетних м'язів та прогностичні фактори до її відновлення	10
1.2.2 Відновлення сили скелетних м'язів	13
1.2.3 Порушення балансу та методи його діагностики	18
1.2.4 Стабілоплатформи	22
1.2.5 Відновлення балансу	24
1.2.6 Інші засоби фізичної терапії, спрямовані на відновлення функціональної ходьби	27
Висновки до розділу 1	30
РОЗДІЛ 2. МЕОДИ І ОРГАНІЗАЦІЯ ДСЛІДЖЕННЯ	34
2.1 Методи дослідження	34
2.1.1 Аналіз та узагальнення літературних джерел	34
2.1.2 Педагогічні методи дослідження	35
2.1.3 Методи оцінки функціонального стану пацієнта	35
2.1.3 Інструментальні методи дослідження	43
2.1.4 Методи математичної статистики	44
2.2 Організація дослідження	45

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.. 48

3.1. Індивідуальна програма заходів та методів фізичної терапії для відновлення функціональної ходьби у військовослужбовців з неповним ураженням спинного мозку..... 48

3.2. Результати впливу заходів та методів фізичної терапії для відновлення функціональної ходьби у військовослужбовців з неповним ураженням спинного мозку..... 57

3.3. Клінічний випадок 61

ВИСНОВКИ..... 63

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 65

ДОДАТКИ 76

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

AIS – шкала ураження ASIA

ASIA – американська асоціація уражень спинного мозку

BWSTT – тренування ходьби на бігових доріжках з використанням підвісних систем

ICF – код МКФ

ISNCSCI - Міжнародний стандарт неврологічної класифікації травм спинного мозку

AP – амплітуда руху

BXCT – вогнепальні хребетно-спинномозкові травми

ET – ерготерапевт

MBT – мінно-вибухова травма

МКФ – міжнародна класифікація функціонування, обмеження життєдіяльності і здоров'я.

СМ – спинний мозок

СМК – спино-мозкові корінці

ТХСМ – травма хребта та спинного мозку

ФРМ – фізична та реабілітаційна медицина

ФТ - фізичний терапевт

ФФР – фахівець\фахівці з фізичної реабілітації

ЦНС – центральна нервова система

ВСТУП

Актуальність роботи. Травми хребта та спинного мозку (ТХСМ) – група захворювань, що включають в себе ураження СМ, нервових корінців, кісткових структур та диско-зв'язкових компонентів з наявністю неврологічних дефіцитів, порушенням роботи внутрішніх органів, що впливають на здатність людини до активного пересування і, як наслідок, на якість та активність повсякденного життя [57, 22].

Більшість ТХСМ зустрічається у осіб чоловічої статі віком від 15 до 35 років з неврологічним рівнем ураження в шийному відділі СМ [20]. Спираючись на статистичні дані за 2020 рік, підраховані відділом медичної статистики Інституту нейрохірургії ім. акад. А. П. Ромоданова НАМН України, у закладах охорони здоров'я України лікувалося 2500 осіб з гострою спінальною травмою [55].

У Сполучених Штатах Америки спостерігається 54 випадки травматичного ураження спинного мозку на 1 мільйон населення. Загалом у Світі реєструють від 10.4 до 83 випадків ураження на 1 мільйон населення [20, 35]. У свою чергу, летальність у розвинених країнах може сягати 10% від загальної кількості зареєстрованих випадків, що значною мірою залежить від рівня травми та ступеню ураження СМ, наявності супутніх ускладнень, правильного та вчасного медичного менеджменту [39, 48]. В Україні в період з 2011 по 2020 рік летальність в середньому становила 2.53% [55].

Станом на березень 2024 року в медичному центрі Універсальній клініці «Оберіг», з липня 2022 року лікування пройшло близько 200 військовослужбовців, серед яких 23 з неповним ураженням спинного мозку (СМ) (МКХ-10: S14.70, S24.70, S34.70), що становить 9.5% від всіх клінічних випадків, зареєстрованих в закладі охорони здоров'я.

Відновлення функціональної ходьби – головне завдання фізичної терапії військовослужбовців з неповним ураженням спинного мозку, що сприяє підвищенню активності повсякденного життя, збільшення незалежності пацієнта, зменшення рівня депресії та тривоги.

На сьогоднішній день теоретико-методичне обґрунтування заходів фізичної терапії спрямованих на реабілітацію військовослужбовців з неповним ураженням спинного мозку не є належно викладеним. Таким чином, аналіз та розробка заходів фізичної терапії даної нозологічної групи пацієнтів, що б дала можливість індивідуалізувати програму фізичної терапії, є актуальним.

Об’єкт дослідження: процес фізичної терапії військовослужбовців після неповного моторного ураження спинного мозку, які мають порушення ходьби.

Предмет дослідження: використання систем підтримки ваги тіла для відновлення функціональної ходьби у військовослужбовців з неповним моторним ураженням спинного мозку.

Мета дослідження: розробка програми та обґрунтування ефективності використання підвісних систем типу «BWSTT» у комплексі заходів фізичної терапії спрямованих на відновлення функціональної ходьби у військовослужбовців з неповним ураженням спинного мозку.

Завдання дослідження:

1. Систематизувати та узагальнити сучасні науково-методичні знання у питаннях етіології та патогенезу ТХСМ, а також застосування заходів фізичної терапії, спрямованих на відновлення функціональної ходьби у військовослужбовців з неповним ураженням спинного мозку.
2. Дослідити особливості порушень функцій ходьби у осіб з неповним ураженням спинного мозку.
3. Розробити індивідуальна програму фізичної терапії, призначену для відновлення функціональної ходьби у військовослужбовців з неповним ураженням спинного мозку.

4. Визначити доцільність та ефективність застосування тренування ходьби на біговій доріжці з системою підтримки ваги тіла в комплексі заходів фізичної терапії спрямованих на відновлення функціональної ходьби у військовослужбовців з неповним ураженням спинного мозку.

Теоретична значущість роботи. Отримано нові знання стосовно тренування ходьби на біговій доріжці з системою підтримки ваги тіла у комплексі з традиційними методами фізичної терапії, для покращення постурального контролю, сили м'язів нижніх кінцівок, покращення швидкості та витривалості ходьби у військовослужбовці з неповним ураженням спинного мозку в гострому відновному періоді лікування.

Практична значущість роботи. Розроблена програма може бути використана у практичній діяльності реабілітаційних центрів та стаціонарних відділень неврологічного профілю з наявними системами підтримки ваги тіла для тренування функціональної ходьби, швидкості та загальної витривалості.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ФІЗИЧНОЇ ТЕРПІЇ ПАЦІЄНТІВ З ТРАВМАТИЧНИМ УРАЖЕННЯМ СПИННОГО МОЗКУ

1.1 Етіологія, епідеміологія та патогенез хребтово-спінальної травми військовослужбовців

Вогнепальні хребтово-спинномозкові травми (ВХСТ) – травматичні бойові ураження, що відносяться до відкритих поранень СМ, детальніше про класифікацію яких можна дізнатися на Додатку А. Загальними клінічними проявами для всіх відкритих хребтово-спинномозкових травм є:

1. Наявність вхідного отвору, деформація та локальна болючість місця ушкодження;
2. Ушкодження кортико-спінального тракту з синдромом повного поперечного ураження СМ або наявність синдрому «Броун-Секара». Спастичний тетрапарез або плегія, спастичний чи в'ялий парапарез або плегія скелетної мускулатури (Додаток Б.1). Дисфункція дихальних м'язів, гладенької мускулатури внутрішніх органів.
3. Затримки або нетримання сечі та калу, порушена чутливість нижче неврологічного рівня ураження [57].
4. Порушення простої та складної чутливості, з наявністю симптомів випадіння або подразнення за периферичним, сегментарним або провідниковим типом (Додаток Б.2).

До наслідків травм хребта-спинного мозку відносять появу спінального та неврологічного шоку, автономної дизрефлексії, невротичних артропатій, пролежнів, ортостатичної гіпотензії.

За даними задокументованим Травматологічним реєстром Міністерства оборони Сполучених Штатів Америки (Department of Defense Trauma Registry) в період з 2005 по 2009 роки під час участі американських військових у військових конфліктів у Іраку та Афганістані, поранення зі стрілецької зброї були однією із основних причин виникнення травматичних хребтово-спинномозкових уражень та складала 14.8% від усіх механізмів пошкоджень. [43]. Згідно з клінічно-епідеміологічного аналізу вітчизняних авторів, відсоток кульових поранень в період 2014-2019 років війни на Сході України становив 9,1-15,6%. Закриті травми хребта та спинного мозку становили 1.7%. Загальна кількість бойових хірургічних травми хребта в період з 2014 по 2015 роки складала лише 1,1% [60].

Внаслідок отримання мінно-вибухової травми локалізація, характер пошкоджень та їхня тяжкість залежать від таких факторів, як місцезнаходження бійця в момент вибуху, тип снаряду, маса вибухової речовини, початкової швидкості польоту осколків, індивідуального захисту військових [12, 27].

Особливе місце у етіології та патогенезі травматичних ушкоджень СМ, нижніх кінцівок та кісток і органів тазу займають вибухи під транспортними засобами, що має назву «underbody blast». Даний тип травмуючої дії характеризується як детонація протитранспортних мін або саморобних вибухових пристроїв під транспортним засобом. В середньому, такий механізм травми призводив до травматизації вищезазначених структур у 67% під час війни в Ірану та Афганістані. [38].

Характеризуючи невогнепальні ТХСМ можна виділити:

1. Падіння (катотравма) – один із механізмів виникнення ТХСМ, що зустрічається як серед військовослужбовців так і цивільного населення, в основному обумовлюється падіннями з висоти більше 1 метра [53]. Загальний відсоток ТХСМ внаслідок падінь військових, що входять як до складу десантних підрозділів так і інших підрозділів, становить від 3% до 30,9% [31,21].

2. Автокатастрофи – подія, яка відбулася при зіткненні транспортного засобу з об'єктом розташованого на землі або при втраті керування з подальшим пошкодженням як транспортного засобу так і виникненням травм у людей. Травматичні ураження СМ внаслідок автокатастроф складають 6,1-29,3% від загальної кількості механізмів отримання травм [21].

1.2 Відновлення функціональної ходьби

1.2.1 Порушення сили скелетних м'язів та прогностичні фактори до її відновлення

У теорії фізичного виховання силу характеризують як одну із рухових якостей людини, завданням якої є вирішення певного рухового завдання. Для виконання конкретного руху або для утримання певного положення тіла необхідна сила м'язів, що буде достатньою для здійснення цього рухового завдання і, відповідно, для виконання певної активності [59, 52].

Сила – є здатністю людини долати певний опір чи протидіяти йому за рахунок напруженню м'язів [59].

Даний термін є актуальним і у фізичній терапії, оскільки сила м'язів є однією з найбільш ключових рухових якостей, що роблять можливим відновлення функціональної ходьби у пацієнтів з неповним моторним ураженням СМ [34].

Відновлення сили скелетної мускулатури є найбільш провідним завданням, що вирішують фізичні терапевти, для відновлення функціональної ходьби, незалежності пацієнтів та підвищення якості життя [4, 28]. В залежності від рівня та ступеню ураження спинного мозку будуть мінятися цілі та прогнози до збільшення сили м'язів [13].

Сила м'язів нижніх кінцівок є позитивним предиктором відновлення здатності до функціональної ходьби у пацієнтів з травмами спинного мозку [30]. Так, сума балів ММТ ключових м'язів за ISNCSCI <20 є поганим прогностичним показником для функціональної ходьби (норма 50 балів). В той час як >30 балів характеризуються зі здатністю до функціональної ходьби (переміщення в громаді) [3].

Неврологічно слабкими м'язами можна назвати такі м'язи, зниження сили яких виникає внаслідок травм нервової системи, в тому числі, спинного мозку, що призводить до зменшення кількості провідних шляхів, які іннервують скелетну мускулатуру і, відповідно, зменшення кількості моторних одиниць, що забезпечують прояв силових показників [9, 6].

Окрім зниження сил м'язів, що обумовлено безпосереднім ушкодженням спинного мозку, велику роль відіграє м'язова гіпотрофія, внаслідок зниження рухової активності, неправильної нутритивної підтримки, або як наслідок додаткових ускладнень з боку кардіо-респіраторної або серцево-судинної системи [23].

Відповідно до дослідження 2014 року, пацієнти що були протестовані за ISNCSCI протягом 72 годин з моменту травми, та отримали оцінку AIS A, які досягли певних результатів у ходьбі через рік, зазвичай мали ураження на рівнях T12-L3 та використовували допоміжні засоби переміщення та ортези. Така ходьба була неефективною, оскільки пацієнти мали низьку швидкість пресування та великі енерговитрати [44]. За даними Kirshblum S. та ін. [33] перехід пацієнтів зі статусу повної тетраплегії (AIS A) до статусу неповного ураження СМ становить ~30% протягом першого року після ураження, в той час як відновлення повної параплегії до неповного парапарезу становить ~15-20% в той самий термін.

Пацієнти з AIS B через 1 рік могли демонструвати відновлення до оцінки AIS C або AIS D [44]. Kirshblum S. та ін. [33] у своєму дослідженні відзначають, що 48.2% пацієнтів через рік після травми залишилися з оцінкою AIS B, 15.8% отримали оцінку AIS C та 4.4% оцінку AIS D. Тим не менш, в даної групи пацієнтів з оцінкою AIS B, відсоток відновлення здатності до

переміщення складав 33%. У пацієнтів з AIS B при збереженні чутливості до легкого дотику та уколу шпилькою свідчить про кращі прогностичні показники до відновлення функціональної ходьби (табл. 1.1), що пов'язано з неповним ураженням та збереженням провідності трактів спинного мозку [44]. Окрім відновлення та покращення чутливих та моторних функцій, існує вірогідність регресу результатів пацієнтів з AIS B до AIS A протягом 1 року після травми. В своєму дослідженні Kirshblum S. та ін. [33] відмітили, що приблизно 31.6% клінічних випадків пацієнтів, що були включеними в дослідження, відмічають перехід з неповного ураження на повне. Разом з тим, автори не можуть точно стверджувати, чи ці данні були початковою помилкою при класифікації ступеня ураження, або ж відбулося внаслідок неврологічних ускладнень.

Таблиця 1.1 – Відсоток відновлення здатності пересування пацієнтів у громаді

Рівень AIS	Відсоток пацієнтів, що змогли ходити
AIS B (лише легкий дотик в S4-5)	0-33%
AIS B (легкий дотик + укол шпилькою в S4-5)	66-89%

При оцінці AIS C до 85% пацієнтів можуть розраховувати на відновлення показників до AIS D/E, а приблизно 10-20% залишається дана оцінка за ISNCSCI [33]. Загальний відсоток відновлення ходьби у пацієнти з AIS C мають кращий прогноз до відновлення ходьби сягала 75%, що включає як тих, у кого оцінка змінилася на AIS D, так і тих, то залишився з оцінкою AIS C. У даних пацієнтів були присутні деякі фактори, що сприяли ходьбі, як от збережена сила нижніх кінцівок, коротші терміни відновлення моторних функцій, вік, сила верхніх кінцівок [44]. Також, у своєму дослідженні Scivoletto G та ін. [44] зацентували увагу на віковій категорії пацієнтів та здатності до відновлення пересуванні у громаді через 1 рік після травми та встановили, що

у пацієнтів до 50 років з початковою оцінкою AIS C та AIS D становить 71-91% та 100% відповідно.

Пацієнти з AIS D через рік після травми можуть демонструвати незвичайно гарні результати функціональної ходьби [44]. Більшість таких пацієнтів або залишається з оцінкою AIS D або переходять на оцінку AIS E [33]. Для пацієнтів з AIS D що старше 50 років існує вірогідність (20%), що в них буде обмежена здатність до пересування (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – відсоток відновлення ходьби у пацієнтів, що відновили звітність до пересування у громаді в залежності від вікової категорії

Рівень AIS та вік пацієнтів	Відсоток пацієнтів, що змогли ходити
AIS C <50 років	71-91%
AIS C >50 років	25-42%
AIS D <50 років	100%
AIS D >50 років	80-100%

1.2.2 Відновлення сили скелетних м'язів

Дослідження останніх років вивчають ефективність методів, що можуть використовуватися у відновленні сили м'язів, серед яких найчастіше всього виділяють силові тренування з опором (Додаток Є), електростимуляцію, мануальну терапію, та різні види терапії із залученням ходьби [42]. Не зважаючи на кількість різних методів терапевтичного втручання, спрямованого на відновлення сили м'язів після травми низхідних шляхів СМ, існує досить мала кількість досліджень, що підтверджують їхню ефективність. Виключення становить лише прогресуюче силове тренування [4, 11].

Progressive resistance training (PRT), або прогресуюче силове тренування є основним методом терапевтичного втручання, що спрямоване на відновлення сили м'язів у пацієнтів з травмами спинного мозку [26, 9]. Даний

вид тренування передбачає скорочення м'язів в діапазоні 5-10 повторень від 1 повторного максимуму (1ПМ) [11].

Спираючись на оновлені науково-доказові рекомендації по фізичній активності для дорослих з ТХСМ, для збільшення сили у пацієнтів з цією нозологією, необхідно виконувати по три підходи силових вправ для кожної великої функціонуючої групи м'язів помірної інтенсивності, 2 рази на тиждень [40].

В основі сучасних літературних джерел з фізичної терапії є докази, що найбільш ефективним навантаженням для розвитку силових показників є обтяження в діапазоні 70-85% від 1ПМ, кількість підходів для збільшення сили в середньому становить від 2 до 4, а відпочинок між підходами від 1 хвилини до 4-5 хвилин [7].

Кількість тренувань на тиждень для однієї м'язової групи становить 2-3 рази. Як зазначають Chen LW та ін. у своєму дослідженні [11], у випадку травм НС, PRT є ефективне для м'язів, що можуть виконати рух по повній амплітуді проти сили гравітації, та вважають, що даний метод силового тренування не є ефективним для пацієнтів з силою м'язів за мануальним м'язовим тестом (MMT) <3, тобто з такою силою, що не дає змоги виконати рух по повній амплітуді руху проти гравітації. Однак, беручи до уваги практичний досвід та методику силових тренувань з анти гравітаційною слабкістю м'язів, концепція PRT активно використовується для м'язів з силою по MMT в 2 бали в полегшених умовах: вправи на підвісних системах по типу RedCord, у воді тощо [18].

Як стверджують Chen LW та колеги [11], тренування м'язів з оцінкою за MMT 1 б. за допомогою великої кількості скорочень, що може виконуватися як в ізометричному режимі так і в невеликій, доступній для скорочення, амплітуді. Проте, на даний момент немає чітких доказів, що така стратегія терапевтичного втручання має ефективність, та потребує більш ґрунтовного та детального вивчення.

Існує гіпотеза, що PRT не є ефективним тренуванням для дуже слабких м'язів (ММТ 1\5) у зв'язку з незначною нервовою іннервацією м'язів для забезпечення м'язової гіпертрофії [9].

Таким чином Chen LW та колеги дослідили ефективність 10000 добровільних скорочень м'язів пацієнтів з ТХСМ протягом 8 тижнів. За результатами дослідження було доведено, що ізольовані скорочення м'язів у пацієнтів з цією нозологією продемонстрували ніяких змін, або дуже незначне збільшення м'язової сили. Вимірювання проводилося за допомогою 13 бальної шкали мануального тестування, що забезпечує досить точну діагностику результатів.

Сила м'язів верхніх кінцівок надзвичайно важлива для пацієнтів як з повним моторним ураженням та і неповним. У пацієнтів зі зниженою силою м'язів нижніх кінцівок, що не дає змогу забезпечити антигравітаційне положення тіла у просторі, сила верхніх кінцівок буде мати вагоме значення під час занять з фізичної терапії, а також під час мобільності у кріслі-колісному [29]. У своєму дослідженні Dost, G та ін. [17] порівнювали прогресуюче силове тренування та тренування на витривалість для м'язів верхніх кінцівок. Група, що була залучена у дослідження силового тренування, виконувала ізотонічні силові вправи на силових тренажерах протягом 5 тижнів, по 45 хвилин в кожній сесії. Тренування включали заняття на 8 різних тренажерах, що були спрямовані на зміцнення згиначів та розгиначів передпліччя, відвідних та привідних м'язів плеча, великих грудних та найширших м'язів спини. В кожному підході пацієнти виконували по 10 повторів в кожному підході. Обтяження вибиралося з розрахунку 50-100% на 10 повторних максимумів (ПМ). Відпочинок між підходами складав 1 хвилину. Як результат, було виявлено, що використання методу тренування сили верхніх кінцівок, зазначеного у дослідженні, може використовуватися як для збільшення силових показників так і для покращення показників активності повсякденного життя, а також якості життя.

Вуе, Е. А та ін. [9] у своєму рандомізованому контрольованому дослідженні описали наукову роботу, в якій порівнювалося ефективність

ізометричного та концентричного тренування нижніх кінцівок у пацієнтів з неповним ураженням СМ. На здивування, міжгрупова різниця показала, що ізометричне силове тренування є більш ефективним ніж концентричне. Таким чином вибір типу м'язових скорочень також має бути відібраним для тренування сили пацієнтів.

Окрім вищезазначеного, Вуе ЕА та колеги [9] провели дослідження спрямоване на визначення, чи силове тренування в поєднанні зі звичайною програмою реабілітації підвищує силу м'язів в частково паралізованих м'язах після ТХСМ (ММТ: $\geq 3/5$).

Силове тренування ключових м'язових груп проводилося 3 рази на тиждень, протягом 12 тижнів, використовуючи базисні принципи PRT. Учасники виконували 40 максимальних скорочень протягом 4 підходів. Перші 2 підходи були ізометричні напруження м'язів по 10 повторів, що включали 4 сек напруження та 4 сек відпочинку в кожному повторі. Наступні 2 підходи включали по 10 концентричних скорочень м'язів з мануальним обтяженням, що було застосовано фізичними терапевтами.

Звичайна реабілітаційна програма включала тренування ходьби, функціональне тренування для покращення активності пацієнтів в повсякденному житті. Окрім цього, пацієнти отримували терапевтичне втручання спрямоване на покращення загальної тренуваності, покращення респіраторної системи, менеджменту болю та контрактур.

В результаті дослідження, було виявлено, що силове тренування, яке було представлене в даній науковій роботі підвищує силу м'язів у пацієнтів з частково паралізованими м'язами (оцінка за ММТ 3/5, 4/5).

Alexeeva N. та колеги [3] у своєму дослідженні 2011 року вивчали ефективність використання тренування переміщення на підвісних системах (BWS: body-weight-supported) (рис.1.1) з монорельсом (TRK: monorail track and trolley apparatus) а також на підвісних система, що були розташованими над біговими доріжками (BWS ambulation on a treadmill (TM)). Порівнювалися ці засоби реабілітації із загальноприйнятими засобами фізичної терапії.



Рисунок 1.1 – підвісна система «Maine AntiGravity Systems» підвісна система.

Для всіх груп пацієнтів, що були сформованими для дослідження, тренування проводилися 3 рази на тиждень протягом 13 тижнів. Кожна терапевтична сесія була по 60 хвилин для кожної групи. Всі пацієнти самостійно обирали темп я вони ходили протягом занять та мали відпочинок стільки, скільки вважали за потрібне. Вся дистанція, яку пацієнти долали за час занять, документувалася, а також вся необхідна стороння допомога.

Пацієнти, що входили в групу традиційної фізичної терапії (PT), отримували структуровану та індивідуалізовану програму терапевтичного втручання, що включала тренування ходьби, балансу, силового зміцнення, стретчингу, аеробних вправ.

Пацієнти, що використовували BWS+TRK або BWS+TM проходили програму терапевтичного втручання з допомогою персоналу, який не мав формальної освіти у галузі фізичної терапії. Даний персонал був проінструктований не давати ніяких порад щодо покращення ходьби. Окрім цього пацієнти, що використовували BWS мали 30% підтримки ваги під час занять.

За результатами дослідження, на початку програми втручання не було значних відмінностей у вихідних показниках між трьома групами пацієнтів: РТ, BWS+TRK та BWS+ТМ відповідно. Вихідні данні для ММТ для верхніх та нижніх кінцівок становили 76.3 ± 11.6 для групи РТ, 69.5 ± 12.1 для TRK та 71.5 ± 15.1 для групи ТМ. За результатами кінцевого обстеження відмічалось значне збільшення сили для пацієнтів всіх трьох груп, без значних відмінностей між групами. Пост-тренувальні показники по ММТ становили 81.8 ± 11.0 , 73.3 ± 11.5 та 78.1 ± 15.3 для РТ, TRK і ТМ груп відповідно.

1.2.3 **Порушення балансу та методи його діагностики**

Неповне ураження СМ складає близько 60% від усіх випадків ТХСМ. спричиняє порушення сенсомоторної передачі та обробки інформації, що лежить в основі балансу та координації довільних рухів [10]. Порушення глибокої чутливості, а саме м'язово-суглобового відчуття, негативним чином відображається на відновленні функціональної ходьби у осіб з неповним моторним ураженням СМ [41]. Основними проблемами, що можуть спостерігатися у таких пацієнтів, внаслідок порушення координації рухів та моторного контролю, є швидке перерозгинання колінних суглобів, надмірне плантарне згинання, контакт всією стопою. У свою чергу порушення координації рухів призводить до зменшення спроможності пацієнтів до підтримання балансу. Дефіцити, що спричинили зниження до утримання стабільного положення тіла, викликають підвищений ризик падінь, страх падінь, зменшення активності та участі пацієнтів у повсякденному житті, та як наслідок, зменшення соціальних контактів [10]. За нещодавно проведеними дослідженнями, серед пацієнтів, що перенесли травму спинного мозку, приблизно 75% відсотків, мають історію хоча б одного падіння в рік, зазвичай під час ходьби [2].

У пацієнтів з неповним ураженням спинного мозку спостерігаються порушення балансу, що може викликати труднощі як з утриманням статичних положень так і при зміні положення тіла та під час ходьби [25]. Баланс обумовлюється здатністю людини утримувати центр мас свого тіла в межах площини пори, що створюється за допомогою сегментів тіла. На даному рисунку 1.2 зображена площина опори пацієнта, що утворюється стопами, тазом та руками у положення сидячи на краю ліжка з опущеними ногами.

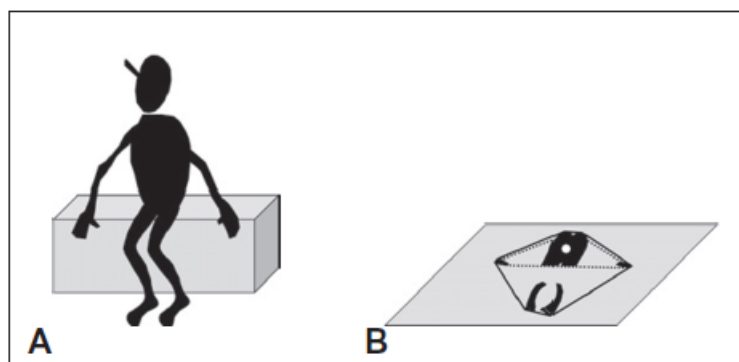


Рисунок 1.2. – проекція площини опори під час положення сидячи на краю з опущеними ногами

Утримання стабільного положення у пацієнтів з неповним перериванням спинного мозку у вихідному положенні сидячи забезпечується завдяки м'язам передньої черевної стінки, м'язам-розгиначам спини а також іншим допоміжним м'язам, що розташовані в нижній частині тулуба. У пацієнтів з повним перериванням спинного мозку стабільність положення сидячи забезпечується в основному за рахунок підтримки рук, що розташовуються позаду тулуба, тим самим збільшуючи площину опори [51]. Важливим у навчанні пацієнтів з високим рівнем ураження є вміння поставити руки у «ліктьовий замок», що широко використовується як при порушенні сили розгиначів ліктя, так і у пацієнтів з параплегією, для забезпечення тривалого та безпечного перебування у сидячому положенні.

Поняття балансу можна диференціювати на статичний та динамічний. Під статичним балансом розуміють утримання положення тіла без виконання додаткових рухів. Динамічний баланс визначають як здатність до утримання положення тіла в комбінації з функціональними дотягання до об'єктів, переміщенням, ходьбою [51].

Провідними перчинами порушення балансу у осіб з неповним ураженням спинного мозку є порушення сомато-сенсорної системи, в основному глибокої простої чутливості, що представлена пропріорецептивною чутливістю, а також зниження сили нижніх кінцівок, які забезпечують протидію силі тяжіння та утримують стабільне вертикальне положення [51, 46, 2]. Окрім цього при ураженні спинного мозку вище рівня *conus medullaris* та *cauda equina* виникає спастичність, що додатково обмежує довільні рухи пацієнтів [46, 19].

Оцінювання балансу є комплексним процесом, що повинно включати клінічні інструменти оцінки, що будуть об'єктивно відображати показники балансу в різних аспектах. Його покращення у пацієнтів з ТХСМ має цілеорієнтований підхід, що можна умовно розділити на три головні функціональні цілі [46]:

- 1) Покращення постурального контролю сидячи та стоячи з метою забезпечення підтримання антигравітаційного положення. Для вимірювання даного аспекту балансу використовуються стабілоплатформи («force plate») від різних виробників. Разом з цим використовується «upper body sway test»
- 2) «Anticipatory postural control» або випереджаючий постуральний контроль - покращення постурального контролю, що буде задіюватися під час довільних рухів пацієнта, ціллю якого буде закріплення рухової навички для передбачення відхилення центру маси тіла та подальшою його стабілізацією в межах площини опори. Оцінюванню здійснюється за рахунок зміщення загального центру мас з допомогою «limits of stability test». Окрім цього, використовуються такі клінічні інструменти оцінювання як «тест функціонального дотягання», «coordinated Stability Test».

Розглядаючи такий клінічний інструмент оцінки, як Шкалу балансу Берга, що включає в себе як тестування статичного так і динамічного балансу, можна стверджувати, що його застосовують як універсальний тест для оцінювання пацієнтів з ТХСМ.

3) Реактивний постуральний контроль під час неочікуваних перетрубацій. Тренування даного виду балансу включає виконання реактивного кроку, з метою збільшення площі опори, щоб повернути центр мас в її межі. Цей вид балансу оцінюється за допомогою «Lean-and-Release» (рис 1.3). Пацієнт нахиляється вперед, так щоб приблизно 10% ваги трималося за рахунок кабелю, прикріпленого до спини. Неочікувано для пацієнта, кабель відпускається, спричиняючи падіння пацієнта вперед. [47].

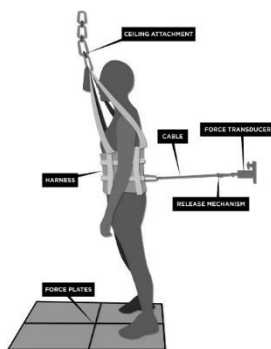


Рисунок 1.3 - Lean-and-Release система для оцінки постуральних перетрубацій

Unger J та спів авт. [47] виявили, що вищезазначений тест є достовірним та валідним для використання пацієнтами з хронічною ТХСМ AIS D.

На думку Chan K та спів авт. [10] підтримання балансу та попередження падінь включають в себе такі компоненти, як: статична стабільність, динамічна стабільність, ліміти функціональної стабільності, реактивний постуральний контроль, сенсорна інтеграція, випереджаючий постуральний контроль, та когнітивна складова. На їхню думку, для оцінки координації та балансу у пацієнтів з ТХСМ, варто використовувати такий клінічний інструмент оцінки, як mini-BESTest тест. Даний інструмент оцінює баланс в 4 напрямках: випереджаючий постуральний контроль, реактивний постуральний контроль, сенсорну орієнтацію та динамічну ходьбу. Відповідно до дослідження Chan K та ін. [10] mini-BESTest тест є найбільш всебічним клінічним інструментом оцінки для осіб з хронічною травмою спинного мозку. Даний тест є валідним та достовірним для використання в клінічних умовах, як доступний для оцінки балансу та координації у даної нозологічної групи.

1.2.4 Стабілоплатформи

В сучасні практики фахівців з фізичної реабілітації (ФРР) вкрай важливим є емпіричне вимірювання результатів, що були досягнуті пацієнтами під час проходження програми з фізичної терапії або ерготерапії. У роботі з важкими пацієнтами, точне вимірювання та надання звіту з виконаної роботи, є вкрай важливим, адже не завжди клінічними інструментами оцінки можна виявити покращення внаслідок суб'єктивності вимірювання, недостатньої сенситивності тестів і т.д.

З цією метою в останні роки набуває своєї популярності різні види діагностичного обладнання, що буде спеціально розроблено для точного вимірювання динаміки та результатів пацієнтів, та матиме здатність забезпечувати фізичних терапевтів достовірною та точною інформацією. Серед таких пристроїв можна виділити систему TyroStation від компанії TyroMotion, до складу якої входять: PABLO (hand-arm rehabilitation), PABLO lower extremity (gait analysis and training), TYMO system (balance training and postural control) (рис 1.4). Станом на 26.11.2023 року, єдиним закладом охорони здоров'я України, де представлена ця система є Універсальна клініка «Оберіг».

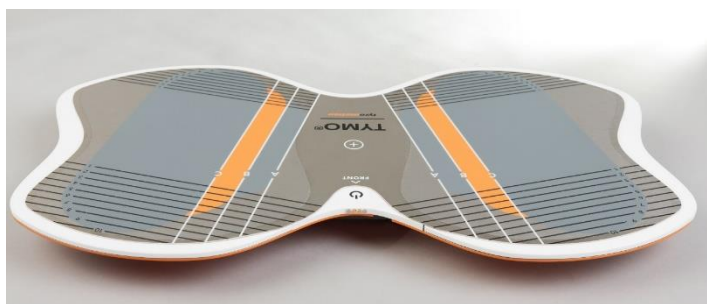


Рисунок 1.4 – «TYMO system» терапевтична стабілоплатформа

До складу TYMO system входять сама стабілоплатформа, накладки (1D та 2D), або ж нестабільні елементи, що дозволяють виконувати рухи у декількох площинах. – сагітальній, фронтальній, та по колу (рис 1.5).



Рисунок 1.5 – накладки, що дозволяють виконувати рухи у фронтальній площині, та по колу

TYMO system використовується в нейрореабілітації, при травмах та захворюваннях опорно-рухового апарату, а також в педіатрії. Система дозволяє оцінити дефіцит балансу та постурального контролю. Програмне забезпечення складається з інтегрованих вимірювальних модулів та інтерактивних терапевтичних модулів, з аудіовізуальним фідбеком. Чотири силові сенсори здатні відстежувати завантаження та розвантаження, відхилення ваги та загального центру мас талі.

Основними нозологіями, що є показаннями для використання даної системи є: інсульт (за ішемічним або геморагічним типом), черепно-мозкова травма, ТХСМ, пухлини мозку, хвороба Паркінсона, розсіяний склероз, церебральний параліч, аміотрофічний латеральний склероз, м'язова дистрофія, ампутації, операції на суглобах, ендопротезування.

Відносні протипоказання: апраксія, артрити, епілепсія, недостатнє розуміння: когнітивні порушення, діти, неглект, остеопороз, підвищений ризик падіння, сенсорні порушення.

Абсолютні протипоказання: гострий біль, що не купується, психічні порушення, високий ступінь атаксії, високий ступінь остеопорозу, переломи.

Система TyroStation оснащена окремим комп'ютером та дозволяє вести облік пацієнтів, підбирати окремі функціональні тести, що будуть застосовувати для конкретного пацієнта. Окрім цього, програмне

забезпечення зберігає всі данні, що були виміряні протягом кожного обстеження, та дозволяє на інфографіках вістежувати динаміку показників. В кінці програми терапії можна перевести всі дані в файл PDF формату та прикріпити їх до паспорту реабілітації або до історії хвороби пацієнта.

1.2.5 Відновлення балансу

На сьогоднішній день у фізичній терапії існує велика кількість засобів, що розроблені для впровадження терапевтичного втручання, для покращення балансу у пацієнтів з неповним моторним ураженням спинного мозку. Серед них можна виділити: фізичні вправи, підвісні системи (BWST), стабілоплатформи (force plaits), віртуальна реальність (VR).

Віртуальна реальність (VR) характеризується як симуляція реального оточення, за допомогою комп'ютера, окулярів віртуальної реальності та датчиків, що відстежують переміщення кінцівок в часі та просторі. Віртуальну реальність частіше всього використовують разом з відеоіграми, в якості терапевтичного пливу [14]. У зв'язку зі стрімким розвитком по всьому світі, технологія віртуальної реальності набула своєї популярності і в нейрореабілітації, а отже дослідження її ефективності є необхідним для з'ясування доцільності використання технології для покращення балансу.

De Miguel-Rubio A та ін. [14] аналізуючи наукові роботи виявили думку інших авторів про те, що дослідження останніх років визначали користь використання VR-терапії для покращення постурального балансу, рівня болю, аеробних функцій, покращення моторних функцій та сприяння моторному навчанню.

De Miguel-Rubio A та ін. [14] відібрали з 279 потенційно актуальних статей та включили лише 7 із них в систематичний огляд. Водночас лише 5 статей були відібрані до мета-аналізу. В результаті дослідження було

встановлено, що не зважаючи на здатність до точного вимірювання, підвищення мотивації пацієнтів та створення безпечного середовища для терапії, VR-терапія не є більш ефективним засобом реабілітації ніж традиційні методи фізичної терапії в покращенні функціоналу пацієнтів з травмою СМ.

В дослідженні 2017 року Khurana, M. та ін. [32] досліджували різницю між тренуванням балансу основаним на використанні ігор з використанням VR технології та тренування балансу з цілеорієнтованими завданнями без використання VR у пацієнтів з параплегією. У дослідження біло відібрано 30 пацієнтів з травматичним ураженням СМ, що мали AIS (A-B) на рівнях Th 6-12. На основі досліджень було виявлено, що терапія базована на VR іграх була кращою, ніж та, що базується на задачо-орієнтованій терапії у реальному часі для покращення балансу.

Alashram, A. R. та ін. [2] у своєму систематичному огляді стверджують, що у пацієнтів з оцінкою AIS (C-D), що мають хронічну ТХСМ (>6 міс.) використання VR-технологій сприяло покращенню балансу у пацієнтів в довгострокових термінах. Тренування проводилися по 30-60 хвилин в одній сесії; кількість сесій в тиждень складала 2-5. Загальна кількість сесій складала 12-18 тижнів. Однак дане дослідження має низький рівень доказовості, що обумовлюється обмеженням щодо добору літератури та низькою оцінкою на базі даних PEDro (2-3\10).

Tse CM та ін. [46] у своєму систематичному огляді дослідили, що реабілітаційне втручання, за основу якого було взяте задачо-орієнтований підхід у тренуванні балансу сидячи не показав значних змін у вихідних даних в порівнянні з традиційними засобами реабілітації. Вимірювання проводилося за допомогою «sit and reach» тесту в гострій стадії. Однак, було отримані данні середньої доказовості, що задачо-орієнтовані вправи для покращення балансу можуть бути більш ефективними у пацієнтів з ТХСМ у хронічній стадії.

Важливо розуміти, що покращення балансу та координації в одній вправі, що відпрацьовувалася пацієнтом, не завжди буде означати перенесення закріпленого результату на інший вид діяльності. Так відпрацювання перенесення ваги зі слабкої ноги на сильну, або тренування лише махової фази

ходьби не буде мати прямої залежності покращення тих самих рухів безпосередньо під час ходьби [46, 5].

Відповідно до проведених досліджень Alexeeva, N. Та колегами [3], було виявлено, що ходьба вимагає значного рівня стабільності та здатності до переміщення. Перш за все, покращення балансу, як статичного так і динамічного, є однією з ключових цілей що вирішують фізичні терапевти. Відповідно до протоколу наукової роботи, в якій порівнювались три групи пацієнтів, а саме: пацієнти що отримували звичайну програму терапевтичного втручання (PT), пацієнти з підвісною системою, що тренували ходьбу у приміщенні (TRK), а також групу, що тренувала ходьбу з підвісною системою на біговій доріжці (TM).

У відповідності до отриманих даних, найбільшими показниками покращення балансу володіли групи, що отримували звичайне реабілітаційне втручання (PT), а також група, що тренувала ходьбу по приміщенню (TRK). Покращення балансу в групі (PT) було обґрунтовано специфічністю та цілеорієнтованим підходом, під супервізією сертифікованих фізичних терапевтів. Покращення в групі (TRK) було пояснено гіпотезою, що необхідність до переміщення свого тіла та допоміжного засобу переміщення вимагало чималих зусиль для утримання рівноваги, тим самим стимулюючи адаптацію та навчання.

Найменший результат у покращенні балансу показала група (TM). Як затверджують самі автори, це було спричинено тим, що пацієнтам даної групи дозволили триматися за статичні порічні, що були частиною конструкції тренажеру, тим самим значно полегшуючи виконання рухового завдання.

На ряду з вищезазначеним, Tse SM та ін. [46] на основі проведених досліджень стверджують, що індивідуалізована програма з фізичної терапії була більш ефективною ніж тренування з допомогою BWST для покращення балансу.

Одним із прикладів терапевтичного втручання, що використовується в практиці фізичних терапевтів є використання Nintendo Wii Fit. Компанія Nintendo у 2007 році розробила та випустила відеоігри разом з периферичним обладнанням до ігрової консолі, що дозволять проводити тренування з йоги, аеробіки, проводити силові тренування, та покращувати баланс за допомогою Wii Balance Board (рис 1.5), що дозволіє відстежувати центр мас тіла людини [14].



Рисунок 1.5 – Балансувальна дошка для консолей Wii від японської компанії Nintendo

Дана технологія схожа до сучасних високотехнологічних систем трекінгу центру мас тіла, що має назву «force plates», або стабілоплатформи. Технології тренінгу та аналізу балансу, за допомогою TУМО system, дозволяють впроваджувати терапевтичне втручання за допомогою різноманітних ігор, що можуть бути застосованими в положенні сидячи, стоячи на стабільній площині, так і з додавання накладок на стабілоплатформу. Різноманітний режим управління та рівнів складності дозволяє пацієнтам покращувати баланс в умовах, що будуть наближеними до їхнього функціональної спроможності.

1.2.6 Інші засоби фізичної терапії, спрямовані на відновлення функціональної ходьби

Окрім методів, що були описані вище, для покращення ходьби у пацієнтів ураженнями нервової системи використовують метод ортезування,

що передбачає застосування зовнішніх медичних приладів для фіксації, розгрузки, або корекції функцій ураженої кінцівки або суглобу. Спираючись на вітчизняне дослідження 2022 року, застосування методу ортезування не призводить до атрофії м'язів зафіксованого сегменту, не викликає ослаблення м'язів та не призводить до змін в роботі м'язів після тривалого застосування методу ортезування [54].

Підбір індивідуальних ортезів здійснюється у відповідності зі спеціально розробленим алгоритмом «RANCHO R.O.A.D.M.A.P.», що надає рекомендації по оцінці ортезування, прийняті рішення, та призначенню індивідуальних засобів фіксації нижніх кінцівок. Даний алгоритм призначений для пацієнтів з неврологічними порушеннями, які потребують ортезів для ходьби або використання у вертикальному положенні для функціональної діяльності. Окрім цього, пацієнти, яким планується виготовлення ортезів повинні:

- Мати достатню амплітуду руху в суглобах нижніх кінцівок;
- Мати достатній рівень когнітивних функцій;
- Адекватну кардіо-респіраторну витривалість;
- Мати достатню силу у верхніх та нижніх кінцівках для вставання, просування кінцівки вперед і, власне, ходьби.

При визначенні типу ортезу, що буде рекомендовано пацієнту, визначається сила чотириголового м'язу стегна та рівень збереження пропріорецепції. Таким чином, при силі *m. quadriceps femoris* менше 3\5 за ММТ, порушеною або відсутньою пропріорецепцією в кінцівці, що тестується, рекомендовано використання ортезу типу KAFO (knee-ankle-foot orthosis) (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 - Ортези типу КАФО

У випадку, якщо *m. quadriceps femoris* має силу більшу $3/5$ за ММТ та збереженою пропріорецепцією кінцівки, що тестується, однак є значне порушення ходьби, слабкість м'язів гомілки, еквінус стопи та\або спастичну плантарних згиначів, рекомендовано використання ортезів типу AFO (ankle-foot orthosis) (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Різновиди ортезів типу AFO

Варто звернути увагу на дослідження, що проводяться по всьому світу що вивчають користь та переваги реабілітації пацієнтів з неповним ураженням спинного мозку, переважно пацієнтів з неповним моторним ураженням (AIS C, AIS D) [49]. Для пацієнтів з такою за ISNCSCI рекомендують використовувати тренування ходьби на бігових доріжках з підтримкою ваги тіла (Body weight-supported treadmill training – BWSTT) [45]. Світовий досвід використання такого методу реабілітації призвело до розробки та створення спеціальних роботизованих підвісних систем, по типу Lokomat (Hocoma AG; Фолькетсвіль, Швейцарія), що зображено на рисунку 1.8 [36].



Рисунок 1.8 – Lokomat (Hocoma AG, Швейцарія) — двосторонній роботизований ортез для ходи.

Використання звичайних підвісних систем з тренуванням максимальної швидкості ходьби на бігових доріжках корелює з принципом нейропластичності, що стосується інтенсивності виконання, та може покращувати максимальну швидкість ходьби [8]. Проте, така модель моторного навчання повинна базуватися на принципі того, що пацієнт, який був відібраний до застосування такого методу терапії, засвоїв ходьбу на біговій доріжці до моменту отримання ураження [24, 61].

Висновки до розділу 1

На сьогоднішній день реабілітація військовослужбовців є надзвичайно актуальною темою для сфери охорони здоров'я України. Кожного дня до військових госпіталів потрапляють військовослужбовці з неповними травмами спинного мозку. Тому дослідження питання лікування та реабілітації таких пацієнтів є провідним напрямком, що повинен розглядатися фахівцями, що входять до складу мультидисциплінарної бригади, а саме: лікарями-

неврологами, ортопедами, фізичними терапевтами, ерготерапевтами та їх асистентами.

Характеризуючи травми хребта та спинного мозку військовослужбовців, за етіологічними факторами вони поділяються на травматичні (бойові та небойові) і нетравматичні. Серед цих факторів, провідним чинником травмування та можливою інвалідизацією в майбутньому є вогнепальні хребтово-спинномозкові травми, що поділяються на ураження як стрілецькою зброєю, так і дією мінних-вибухових боєприпасів на організм людини. Розглядаючи лікування вогнепальних поранень, стає очевидним той факт, що хоч вони і підпадають під одну й туж саму етіологічну класифікацію, профіль лікування таких ушкоджень може бути дуже різним.

Наслідки неповних травм СМ залежать локалізації та типу синдрому ураження. Виділяють наступні наслідки після ТХСМ: чутливі та рухові порушення, спінальний та неврологічний шок, пролежні, автономна дизрефлексія, ортостатичний колапс, розлади іннервації дихальних м'язів.

Оцінка пацієнтів з ТХСМ проводиться за Міжнародним стандартом неврологічної класифікації травм спинного мозку (ISNCSCI), відповідно до Наказу Міністерства охорони здоров'я України №2083 [58]. В залежності від ступеня ураження, неврологічного рівня, сенсорного та моторного рівня, а також віку пацієнта, що були оцінені за ISNCSCI, можна визначити прогноз на відновлення, у відповідності до чого будуть формуватися цілі фізичної терапії, що базуються на забезпечення максимальної участі та активності пацієнтів в повсякденному житті.

Оскільки ходьба є однією з найнеобхідніших видів активності для людини, що дозволяє брати активну участь у повсякденній та виробничій діяльності, її відновлення у пацієнтів з неповним ураженням спинного мозку, в більшості, випадків, стає пріоритетною ціллю фізичної терапії та реабілітації загалом [50].

Основним методом відновлення силових показників при ТХСМ є прогресуюче силове тренування, що дає змогу ефективно збільшувати силові показники у пацієнтів з силою м'язів $\geq 3/5$ ММТ. У своєму дослідженні Chen

LW та колеги визначили ефективність 10000 добровільних скорочень м'язів з оцінкою 1\5 ММТ протягом 8 тижнів. В результаті було доведено, що звичайні скорочення м'язів протягом тривалого періоду часу не мають прямої кореляції зі збільшенням силових показників.

Alexeeva N. та колеги [3] у своєму дослідженні визначали результативність використання тренування переміщення на підвісних системах в якості терапевтичного втручання для збільшення сили. На основі отриманих даних біло досліджено, що тренування ходьби з використанням підвісних систем, а також програма індивідуалізованого терапевтичного втручання спроможна збільшити силу скелетної мускулатури.

Порушення балансу є однією ключових проблем, що обмежують ефективне пересування. Основними завданнями у відновленні функціональної ходьби у військовослужбовців з неповним моторним ураженням СМ є відновлення сили скелетних м'язів та балансу. Chan K та спів авт. [10] вважають, що підтримання балансу включає статичну стабільність, динамічна стабільність, ліміти функціональної стабільності, реактивний постуральний контроль, сенсорна інтеграція, випереджаючий постуральний контроль, та достатній рівень когнітивних функцій.

На сьогоднішній день існує безліч засобів покращення балансу у пацієнтів з даною нозологією а саме: технології віртуальної реальності, підвісні системи, стабілоплатформи, а також загальноприйняте терапевтичне втручання, що впроваджується кваліфікованим фізичним терапевтом для тренування чітко визначених аспектів балансу.

Окрім цього, при ураженні СМ існує метод для відновлення функціональної ходьби, як ортезування. Ортезування здійснюється у відповідності до рекомендацій «RANCHO R.O.A.D.M.A.P.». Таким чином, основними показаннями до ортезування є значні порушення у ходьбі, слабкість нижніх кінцівок, порушена пропріорецепція в колінних або над'яtkово-гомількових суглобах, наявність спастичності плантарних згиначів.

Таким чином, фізична терапія військовослужбовців з неповним ураженням спинного мозку є надзвичайно актуальною, але недостатньо дослідженою темою, з якою вимушені стикатися спеціалісти у сфері охорони здоров'я по всій Україні. На превеликий жаль, більшість державних закладів охорони здоров'я не в змозі забезпечити наявність сучасного обладнання для реабілітації даної нозологічної групи пацієнтів. Отже, фахівців змушені використовувати загальноприйняті засоби фізичної терапії для покращення сили, балансу та здатності до переміщення. Разом з цим, відсутність достатньої кількості кваліфікованого персоналу, що б мали ґрунтовні знання та навички в галузі фізичної терапії пацієнтів з ТХСМ додатково обмежують потенціал військовослужбовців до відновлення.

РОЗДІЛ 2

МЕОДИ І ОРГАНІЗАЦІЯ ДСЛІДЖЕННЯ

2.1 Методи дослідження

Для вирішення поставлених завдань були використані наступні методи дослідження:

1. Аналіз та узагальнення літературних джерел
2. Педагогічні методи дослідження
3. Методи оцінки функціонального стану пацієнтів
4. Інструментальні методи дослідження
5. Методи математичної статистики

2.1.1 Аналіз та узагальнення літературних джерел

Опрацювання наукової літератури проводилось з метою вивчення проблематики та узагальнення тем, що є близькими до досліджуваної. Було проаналізовано вітчизняну та зарубіжну спеціалізовану наукову, науково - методичну та навчальну літературу з питань появи етіологічних факторів, що обумовлюють виникнення ТХСМ у військовослужбовців, поширеності пацієнтів з даною нозологією, патогенетичних особливостей протікання захворювання та обтяження додатковими ускладненнями, особливостей фізичної терапії, що спрямована на відновлення ключових рухових якостей пацієнтів для відновлення функціональної ходьби.

2.1.2 Педагогічні методи дослідження

Дані методи дослідження використовуються для вивчення різних аспектів навчання та виховання. Ці методи дозволяють здобувати інформацію, аналізувати її та вносити покращення в педагогічну практику. Ось кілька педагогічних методів дослідження, що були використані під час написання наукової роботи:

1. **Спостереження:** Дослідник спостерігає за взаємодією між учасниками навчального процесу. Дозволяє отримати об'єктивні дані про реальну поведінку та взаємодію.
2. **Експеримент:** Дослідник встановлює умови дослідження, контролює їх та спостерігає за змінами. Дозволяє встановлювати причинно-наслідкові зв'язки.
3. **Порівняльний аналіз:** Дослідження проводиться на основі порівняння різних груп, методів, підходів тощо. Надає можливість виявлення ефективних педагогічних підходів.

2.1.3 Методи оцінки функціонального стану пацієнта

Міжнародний неврологічний стандарт оцінки травм спинного мозку ISNCSCI

Шкала ASIA найновішої ревізії (2019 року) складається з декількох основних блоків (Додаток В). Блок для оцінки чутливості справа та зліва оцінює два різних типи чутливості, а саме: дотикову та больову чутливість. В цьому блоці оцінюється здатність пацієнта сприймати та відрізнити ці два види чутливості. Оцінка чутливості проводиться по певним ключовим точкам на тілі людини. Другий блок оцінює силу по 10 ключових м'язів білатерально за мануальним м'язовим тестом. Дані м'язи мають певну сегментарну

приналежність, а саме: для верхніх кінцвок сегменти C5-T1, для нижніх - L2-S1. Окрім цього, в бланку окремо виділено декілька окремих показників: добровільне анальне скорочення, відчуття легкого дотику, відчуття уколу шпилькою в сегментах S4-5, а також наявність глибокого анального скорочення, що є важливими діагностичними показниками у визначені ступеня ураження та неврологічного рівня.

Обладнання:

- Бланк оцінки ISNCSCI;
- Ватна паличка;
- Канцелярська голка;
- Рушник.

Протокол проведення тестування: пацієнт знаходиться у вихідному положенні лежачи на спині. Екзаменатор пояснює мету проведення тестування. Перед початку проведення обстеження, пацієнту виконують легкий дотик ватною паличкою по обличчю, для встановлення «норми» відчуттів. Далі пацієнту дають відчутти гострий укол та тупий дотик голкою. Після проведення пробних дотиків на обличчі пацієнту закривають очі рушником для усунення можливості вгадування правильних відповідей.

Оцінювання:

Сенсорний рівень – рівень, що визначається по ключовим точкам, та відповідає найнижчому рівню де збережена нормальна чутливість (оцінка 2\2) з обох сторін.

Для оцінки легкого дотику пацієнт повинен мати змогу відрізнити, чи був дотик у ключовій точці такий самий, як на обличчі. Якщо такий самий – 2 б; якщо відчуття змінено, але пацієнт взмозі назвати, скільки разів екзаменатор доторкнувся до ключової точки – 1б; не в змозі визначити дотик – 0б.

Для оцінки больової чутливості пацієнт має чітко диференціювати гострий та тупий подразник голкою. 2б – пацієнт правильно відрізняє подразник, або набрав 8\10 правильних відповідей. 1б – пацієнт на будь-який стимул каже «гостре», має змінену чутливість або набрав 7\10 правильних

відповідей. 0б – набрав 6\10 правильних відповідей, не в змозі правильно відповісти на стимул, або набрав $\leq 6\10$ правильних відповідей.

Моторний рівень – сегмент, на якому результат ММТ не нижче 3\5 у ключових м'язах, та всі сегменти вище з ММТ 5\5 у ключових м'язах. Оцінювання проводиться у вихідному положенні лежачи на спині.

Неврологічний рівень – найбільш каудальний рівень на якому моторика та сенсорика не порушені.

Оцінка ступеня ураження за ASIA Impairment Scale (AIS):

- Оцінка А – повне ураження. Немає збереження сенсорних або моторних функцій в сакральних сегментах S4-S5.
- Оцінка В – сенсорні але не моторні функції збережені нижче неврологічного рівня, включаючи сакральні сегменти S4-S5 (відчуття легкого дотику або больової чутливості або глибокий анальний тиск) та відсутність збереження моторних функцій нижче 3 рівнів нижче моторного рівня з будь-якої сторони тіла.
- Оцінка С - рухова функція та крижове збереження зберігаються нижче неврологічного рівня і менше половини ключових м'язів, або не ключових м'язів нижче визначеного неврологічного рівня травми (НРТ) мають оцінку м'язів 3 або більше. Це включає наявність добровільного анального скорочення.
- Оцінка D – рухову функції збережені нижче неврологічного рівня як мінімум в більше половини ключових м'язів, та мають не менше 3\5.
- Оцінка E – немає порушень.

Спостережний аналіз ходьби

Патологічною ходьбою вважається будь-яка ходьба, що відхиляється від норми, є неефективною, спричиняє швидке вломлення або викликає больовий синдром.

Аналіз ходьби є вкрай важливим клінічним інструментом оцінки, що дозволяє навченим фізичним терапевтам здійснювати оцінювання кінематики ходьби пацієнта та виявляти ключові порушення.

Патологічною ходьбою вважається будь-яка ходьба, що відхиляється від норми, є неефективною, спричиняє швидке втомлення або викликає больовий синдром [1].

Цикл ходьби складається з 4 фаз опори (62% циклу ходьби): initial contact, loading response, mid stance, terminal stance; та 4 махових фаз (38% циклу ходьби): pre-swing, initial swing, mid swing, terminal swing (Додаток Г). Аналіз патологічної ходьби здійснюється за спеціальним бланком, що був розроблений медичним центром «Rancho Los Amigos» (Додаток Д).

Для аналізу ходьби пацієнта просять зняти штани, або одягнути шорти, щоб мати змогу бачити ключові суглоби та рухи в них, а також зняти взуття. Для більш ретельного дослідження, ходьбу знімають у сагітальній та фронтальній площинах, роблячи акцент на одній кінцівці за одну зйомку. Утримуюче статичне положення камери, пацієнта просять пройти так, щоб на відео біло видно надп'яtkово-гомiлковий, колінний та кульшовий суглоби. Під час зйомки фізичний терапевт підстраховує пацієнта для попередження падіння.

10 метровий тест комфортної ходи

Використовується для оцінювання камфорної та самостійної швидкості ходьби пацієнтів. Для його виконання необхідно, щоб пацієнт був в змозі ходити самостійно, проте дозволяється використовувати будь-які допоміжні засоби пересування, що б забезпечували безпечну ходьбу (ортези, одноопорні палиці, ходунки тощо).

Необхідне обладнання: прохід довжиною не менше 15 метрів, відмітки на підлозі на відстані 0м, 2м, 12м, 14м, секундомір з фіксацією десятих секунд.

Протокол тестування:

- Пацієнті дається інструкція: "Ідіть в своєму звичайному і зручному темпі. Почніть, коли я скажу "Ідіть"".
- Терапевт засікає таймер на позначці 2 метри та закінчує облік часу на позначці 12 метрів

6-ти хвилинний тест ходьби

Даний клінічний інструмент оцінки спрямований на визначення витривалості ходьби у пацієнтів як з кардіологічними патологіями так і у нейрореабілітації.

Вимоги для проведення тесту:

- Для проведення тесту потрібний пряма ділянка відстанню 30 метрів без перешкод.
- Пацієнти мають ходити без допомоги фізичного терапевта. Допускається використання допоміжних засобів опори.
- В кінці та на початку дистанції встановлюються конуси, що помічають межі 30 метрів.
- Перед початком тестування необхідно виміряти ЧСС. В стані спокою він не має перевищувати 120 уд\хв
- Оцінити за шкалою втоми Борга. Під час тестування ФТ продовжує використовувати цю шкалу за необхідності для контролю за рівнем втоми пацієнта.
- Під час виконання тесту, у тому разі, якщо пацієнту необхідний відпочинок, він може або зупинитися або притулитися плечем до стіни, але не сідати.

Індекс ходьби при ТХСМ (WISCI II)

Індекс ходьби для травми спинного мозку (WISCI) - це шкала, яка вимірює тип і обсяг допомоги, необхідних людині з травмою спинного мозку для ходьби, що описана в таблиці 2.1. Це порядкова шкала, яка оцінює людей з ТХСМ від неспроможності самостійного пересування ходити до самостійної ходьби і призначена для позначення ступенів порушення, що виникають після травм СМ та їх відношення до функції ходьби.

Таблиця 2.1 - Індекс ходьби для травми спинного мозку

Рівень	Опис
--------	------

0	Клієнт не може стояти і / або брати участь в ходьбі з підтримкою.
1	Пересувається на паралельних брусах, з ортезами і фізичною допомогою двох людей на менше, ніж 10 метрів.
2	Пересувається на паралельних брусах, з ортезами і фізичною допомогою двох людей : на 10 метрів.
3	Пересувається на паралельних брусах, з ортезами і фізичною допомогою однієї людини на 10 метрів.
4	Пересувається на паралельних брусах, без ортезів і з фізичною допомогою однієї людини на 10 метрів.
5	Пересувається на паралельних брусах, з ортезами і без фізичної допомоги на 10 метрів.
6	Пересувається з ходунками, з ортезами і фізичною допомогою однієї людини на 10 метрів.
7	Пересувається з двома милицями, з ортезами і фізичною допомогою однієї людини на 10 метрів.
8	Пересувається з ходунками, без ортезів і з фізичною допомогою однієї людини на 10 метрів
9	Пересувається з ходунками, з ортезами і без фізичної допомоги на 10 метрів.
10	Пересувається з однією паличкою/милицею, з ортезами і фізичною допомогою однієї людини на 10 метрів.
11	Пересувається з двома милицями, без ортезів і фізичною допомогою однієї людини на 10 метрів.
12	Пересувається з двома милицями, з ортезами і без фізичної допомоги на 10
13	Пересувається з ходунками, без ортезів і без фізичної допомоги на 10 метрів.
14	Пересувається з однією паличкою/милицею, без ортезів і фізичною допомогою однієї людини на 10 метрів.

15	Пересувається з однією паличкою/милицею, з ортезами і без фізичної допомоги на 10 метрів.
16	Пересувається з двома милицями, без ортезів і без фізичної допомоги на 10 метрів.
17	Пересувається без жодних засобів, без ортезів і фізичною допомогою однієї людини на 10 метрів.
18	Пересувається без жодних засобів, з ортезами і без фізичної допомоги на 10 метрів.
19	Пересувається з однією паличкою/милицею, без ортезів і без фізичної допомоги на 10 метрів
20	Пересувається без жодних засобів, без ортезів і без фізичної допомоги

Моторна субшкала для нижніх кінцівок (Lower Extremity Motor Score – LEMS)

LEMS – інструмент оцінки, який визначається під час проведення тесту ASIA та включає у себе суму балів ММТ, яка оцінюється за шестибальною шкалою для нижніх кінцівок. Максимальна оцінка у 50 балів свідчить про повну функціональну норму для ключових м'язів ніг, що включають: згиначі стегна, розгиначі коліна, дорсальні флексори, розгиначі великого пальця, а також для плантарних флексорів).

Дана субшкала для обстеження пацієнтів з ТХСМ та є прогностичною, оскільки дає змогу кількісно виразити спроможність пацієнта здійснювати переміщення або демонструвати здатність демонструвати функціональну ходьбу по рівним та\або похилим поверхням. За даними наукових досліджень, оцінку у 30 балів прийняти вважати кращим прогностичним показником для відновлення функціональної ходьби та її демонстрації.

Шкала балансу Берга

Даний клінічний інструмент оцінки є стандартною шкалою, що використовуються по всьому світу для оцінки балансу та ризику падіння пацієнтів з неврологічними захворюваннями. Шкала складається з 14 тестів:

1. Встати з положення сидячи
2. Стояння без підтримки
3. Сидіння без підтримки
4. Сісти з положення стоячи
5. Пересідання (з ліжка на крісло)
6. Стояння з закритими очима
7. Стояння з поставленими стопами разом
8. Дотягнутися вперед рукою
9. Піднімання предмету з підлоги
10. Озирнутись назад
11. Повернутися, переступаючи на місці на 360°
12. Стояння з одною ногою, поставленою на сходинку
13. Стояння стопами на одній лінії
14. Стояння на одній нозі

Загальна сума балів становить 56. В залежності від кількості набраних балів розділяють такі групи:

I група – оцінка становить від 0 до 20 балів та відповідає пересуванню за допомогою крісла на колесах.

II група – оцінка становить від 21 до 40 балів та відповідає ходьбі з опорою (допоміжний засіб)

III група - оцінка становить від 41 до 56 балів і відповідає повній незалежності при пересуванні.

Сумарний бал ≥ 45 балів – низький ризик падіння.

Сумарний бал < 45 балів – високий ризик падіння.

Модифікована шкала Ашфорта

Інструмент оцінки, спрямований на визначення рівня спастичності. Дана шкала дозволяє виявляти наявність патологічний м'язовий тонус.

Оцінка за модифікованою шкалою Ашфорта здійснюється у тому вихідному положенні, в якому прояв спастичності є ключовим. Для визначення рівня спастичності фізичному терапевту потрібно визначити АР в суглобі. Далі, необхідно виконати декілька плавних рухів у тестуючому сегменті, після чого виконати швидкий розтяг м'язу. В залежності від кута, в якому було відчуте «хапання» встановлюється рівень спастичності, який оцінюється за 6-ти бальною шкалою:

0б – немає спастики;

1б – «хапання» відчувається наприкінці АР;

1+б - «хапання» відчувається після половини АР;

2б - «хапання» виникає до половини АР;

3б – рівномірно підвищений тонус м'язів з ускладненими рухами в ураженому сегменті;

4б – кінцівка в стані ригідності.

2.1.3 Інструментальні методи дослідження

Під час проведення дослідження пацієнтами використовувалися нагрудні пульсометри Polar H9. З його допомогою проводилося чітке коригування частоти серцевих скорочень під час занять з покращення витривалості з метою досягнення максимально ефективних пульсових зон для кожного з пацієнтів у відповідності до віку.



Рисунок 2.1.4.1 – Нагрудний датчик пульсометрії Polar H9

Окрім вищезазначеного, для вимірювання вітальних показників пацієнта використовувались методи танометрії для вимірювання рівня артеріального тиску, а також пульсоксиметрії для збору показників у стані спокої.

2.1.4 Методи математичної статистики

Проводилась загальна статистична обробка матеріалів - знаходження основних статистичних числових сукупностей, оцінка достовірності отриманих даних, визначення коефіцієнту кореляції. Для обробки результатів дослідження використовувалась операційна система Microsoft Windows 11 та програма Microsoft Excel.

Математична обробка та аналіз отриманих цифрових даних проводились методами варіаційної статистики з розрахунками:

- середнього арифметичного (M)
- X_i – значення ознаки;
- n – кількість вибірки;
- середньоквадратичної помилки ($\pm b$)
- Σ - знак суми;
- помилки середнього арифметичного ($\pm m$)
- критерій Стьюдента
- M_{sr} -середнє арифметичне показників першого обстеження;
- M_{sk} -середнє арифметичне показників другого обстеження;
- m_p - помилка середнього арифметичного першого обстеження;
- m_k - помилка середнього арифметичного другого обстеження;
- значимість змін (p)

Перевірка гіпотези та достовірність отриманих результатів була здійснена за допомогою критерію Стьюдента для зв'язаних і не зв'язаних вибірок. При перевірці даних на вірогідність було взято 5% рівень значимості.

2.2 Організація дослідження

Дослідження проводилось з жовтня 2022 по квітень 2024 навчального року на базі Національного університету фізичного виховання та спорту України і Універсальної клініки «Оберіг».

1-й етап (жовтень 2022 року – лютий 2023 року) - вивчення і аналіз літератури, підбір методів дослідження, написання першого та другого розділів кваліфікаційної роботи;

2-й етап (березень 2023 року – лютий 2024 року) - ознайомлення з пацієнтами та збір анамнезу захворювання, оцінка функціональних можливостей після ТХСМ, перевірка ефективності методики фізичної терапії, удосконалення та впровадження на практиці методики фізичної терапії, написання третього розділу кваліфікаційної роботи;

3-й етап (березень 2024 року – квітень 2024 року) - статистична обробка та аналіз отриманих результатів, завершення дослідження та літературне оформлення кваліфікаційної роботи. Результати дослідження були опубліковані у збірнику матеріалів VII Міжнародної студентської наукової конференції «Сучасні аспекти та перспективні напрямки розвитку науки».

Для відбору пацієнтів було встановлено критерії включення та виключення, які наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2– Критерії включення та виключення пацієнтів з дослідження

Критерії включення	Критерії виключення
Вік пацієнтів від 18 до 50 років	Больовий синдром в сегментах хребта або інших суглобах нижніх кінцівок що перевищував 5\10 балів ВАШ
Травматичне ураженнями ХСМ в нижньогрудних (Th8-12) та поперековими (L1-5) сегментах	Наявність супутніх захворювань (ЧМТ, ампутації, інсульт)
Неповне моторне ураження за ISNCSCI (AIS C-D)	Рівень спастичності в кінцівках на момент первинного огляду ≥ 2 балів за модифікованою шкалою Ашфорта
	Падіння АТ тиску під час переходу з положення лежачи у положення сидячи більше ≥ 20 мм тр. ст.

Загальна кількість пацієнтів, що знаходилася на стаціонарному лікуванні та отримувала реабілітаційну допомогу складала 29 осіб. Серед них 19 пацієнтів з неповним моторним ураженням спинного мозку. загальна кількість осіб, що пройшла критерії включення та підлягала включенню в дослідження складала 10 осіб (рис. 2.1).

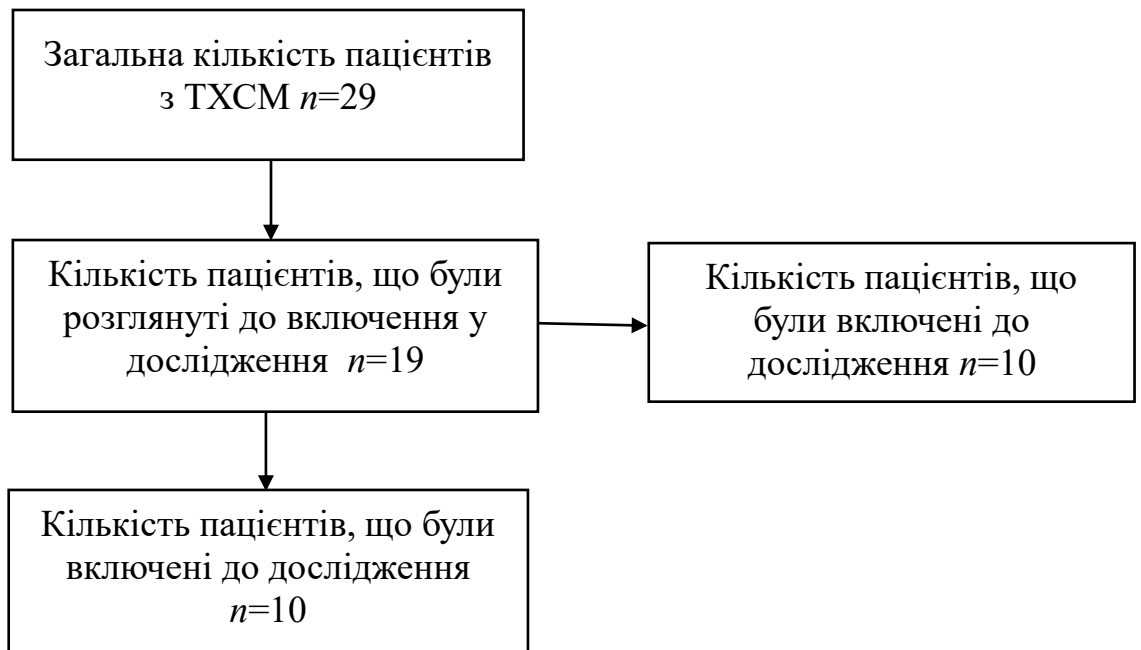


Рисунок 2.1 – Організація дослідження.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Індивідуальна програма заходів та методів фізичної терапії для відновлення функціональної ходьби у військовослужбовців з неповним ураженням спинного мозку

Початок відбору пацієнтів розчинявся з моменту їх поступлення в стаціонарне відділення. На зборах мульти дисциплінарної команди лікуючі лікарі, разом з лікарем фізичної та реабілітаційної медицини (ФРМ), фізичними терапевтами (ФТ), ерготерапевтами (ЕТ) та їх асистентами розбирали кожний клінічний випадок окремо, обговорюючи план первинного обстеження. Окрім цього обговорювалися особливості захворювання пацієнтів, якщо це було необхідним для планування реабілітаційного менеджменту. Фахівці з фізичної реабілітації (ФФР) додатково вивчали анамнез пацієнтів та заключення, що були надані іншими спеціалістами (лікарями кардіологами, ортопедами-травматологами та ін.).

Первинне обстеження проводилося ФТ, ЕТ, а також їх асистентами у порядку встановленим Наказом МОЗ №2331 [56].

Відповідно до внутрішнього розпорядку Клініки, при огляді пацієнта ФФР, первинний огляд міг бути поділений на 2 консультації по 60 хвилин кожна, у зв'язку з великою кількістю клінічних інструментів оцінки, що є необхідними для проведення.

На початку ФФР уточнювали неврологічний рівень ураження, ступінь ураження СМ, силу м'язів верхніх та нижніх кінцівок за допомогою Міжнародного неврологічного стандарту оцінки травм спинного мозку. Після цього, проводилася оцінка балансу та постурального контролю, визначався рівень спастичності в ключових м'язах верхніх та нижніх кінцівок, наявність

пропріоцептивної чутливості в кульшовому, колінному та надп'ятково гомілковому суглобі. Оцінювалася здатність до ходьби з та\або без допоміжних засобів опори, використовуючи 10 метровий тест ходьби, 6-ти хвилинний та WISCI II. Далі, ФТ та ЕТ разом обстежували пацієнта за шкалою SCIM III для встановлення рівня незалежності за здатності та самообслуговування.

Спостережний аналіз ходьби проводили відповідно до стандартизованого протоколу обстеження. Обиралася пряма ділянка (палата пацієнта чи зал кінезіотерапії) довжиною 3-5 метрів. Пацієнта просили зняти верхній одяг та залишитися у спідній білизні. Далі, проводилася сповільнена відеозйомка у фронтальній та сагітальній площині ходьби пацієнта з або без допоміжних засобів. Після цього, під час перегляду запису, на спеціальному бланку визначалися ключові порушення, що були помічені на відео. Після цього визначалися найбільш імовірні причини виникнення відхилень. За необхідності проводилося додаткове обстеження для уточнення причини відхилень.

Після проведення вищезазначених тестів, виконувався індивідуальний підбір ортезів, що базувався на клінічній картині та\або порушеннях пацієнта. Використовувалися «Рекомендації по оцінці ортезування, прийняття рішення та призначенню» (Rancho R.O.A.D.M.A.P.). Процес виготовлення та налаштування ортезу виконував ортезист з яким співпрацюють ФТ Клініки.

Початок впровадження терапевтичного втручання проводився після повторного збору мульти дисциплінарної команди, на якому обговорювалися результати обстеження, потенціал до відновлення та цілі, які можна буде досягти у термін 1-3 місяців. Остаточне встановлення довгострокових цілей у «SMART» форматі проводилося через 1 тиждень занять з пацієнтом. Даний досвід було запозичено з практики роботи лікарень Норвегії, який дозволяє достеменно дослідити функціонал пацієнта та уникнути постановки нереалістичних цілей.

Перед включенням пацієнтів до дослідження, всі учасники були проінформовані та підписали інформаційні згоди на впровадження терапевтичного втручання.

Основними цілями, що були встановлені для кожного пацієнта включали:

1. Покращення кардіо-респіраторної витривалості та здатності до більш тривалого часу ходьби;
2. Збільшення сили м'язів корпусу, та основних м'язових груп нижніх кінцівок;
3. Покращення постурального контролю, динамічного, статичного та реактивного постурального контролю;
4. Здатності до утримання стабільного положення тіла при виконанні функціональних завдань;
5. Збільшення амплітуди руху в ключових сегментах хребта та нижніх кінцівок.

Терапевтичне втручання базувалось на загальних принципах, що є загальноприйнятими у фізичній терапії, серед яких виділяють:

Ранній початок реабілітаційних заходів сприяє швидшому відновленню функцій організму, попереджає ускладнення і, у випадку розвитку неповносправності, дозволяє боротися з нею на початкових етапах лікування.

Безперервність та послідовність етапів реабілітації є ключем до скорочення тривалості лікування.

Індивідуальний підхід передбачає розробку реабілітаційних програм індивідуально для кожного пацієнта, враховуючи його загальний стан, особливості захворювання, вихідні дані функціонального стану, особистісні риси, вік, стать тощо.

Поетапність передбачає виконання всіх реабілітаційних заходів поетапно, в залежності від прогресу пацієнта.

Контроль адекватності навантажень та ефективності реабілітації є необхідним для визначення ефективності та належності обраного навантаження.

Дослідження проводилося на базі Універсальної клініки "Оберіг". Участь у дослідженні взяли 10 пацієнтів віком від 28 до 45 років, які мали неповне моторне ураження СМ відповідно до ISNCSCI (AIS C-D) в нижньогрудних (Th 8-12) та поперекових (L 1-5) сегментах СМ.

Основою індивідуальної програми фізичної терапії для відновлення функціональної ходьби військовослужбовців з неповним ураженням СМ становили існуючі програми фізичної терапії для даної нозологічної групи пацієнтів в гострому періоді реабілітації (до 1 року після травми) [15, 16]. Шляхом поєднання цих програм була розроблена методика фізичної терапії.

Тривалість перебування пацієнтів у стаціонарі становила в середньому від трьох до чотирьох місяців, що визначалося внутрішнім розпорядком клініки. Заняття проводилися по 3 рази на день 5 днів на тиждень (15 занять на тиждень). Тривалість занять становила від 25 до 30 хвилин (375-450 хвилин на тиждень). У рамках цієї програми основним компонентом було навчання мобільності, що складало основу 12-тижневих програм з фізичної терапії.

Згідно зі встановленим діагнозом у пацієнтів спостерігався нижній парапарез за центральним або периферичним типом. Для пацієнтів зі спастичним парапарезом, стратегія збільшення сили обиралася як при ураженні верхнього мотонейрону. Для пацієнтів з в'ялим парапарезом, стратегія розвитку сили була обрана, як для нижнього мотонейрону.

Збільшення амплітуди руху в ключових сегментах базувалося на принципі рівня больового порогу пацієнтів, при збереженій чутливості. Біль при цьому не перевищував 6\10 балів ВАШ. Окрім цього, до уваги приймалися кінцеві відчуття, що свідчили про ступінь розтягу м'язів, появу пасивних додаткових рухів в суміжних сегментах тіла та інше. Важливу роль відігравала комунікація ФТ та лікуючого лікаря для раннього виявлення остеопорозу та попередженню ушкодження кісткової тканин під час виконання пасивного розтягу, особливо з виконанням ротаційних рухів в стегні.

Покращення кардіо-респіраторної витривалості здійснювалося з допомогою ходьби, стояння, вправи за допомогою спеціалізованого тренажеру «MOTOmed». Під час виконання вправ, пульс пацієнтів відстежувався в

реальному часі за допомогою нагрудного пульсометра, а навантаження розраховувалося в межах 70-80% від максимального доступного ЧСС ($\text{ЧСС}_{\text{max}} = 220 - \text{вік}$).

Основна складова фізичної терапії базувалася на навчанні, розвитку та покращенні ходьби. Дана ціль реалізувалася шляхом тренування ходьби з допомогою систем підтримки ваги тіла людини з використанням бігової доріжки (body weight-supported treadmill training (BWSTT)), що була запропонована основній групі. Контрольна група отримувала стандартне терапевтичне втручання. Для обох груп було застосовано метод ортезування.

Пацієнти не проходили ніякого формального навчання ходьби, окрім цих занять. Основна група проводила тренування з ходьби від 45 хвилин до 1 години кожного дня. Конкретна кількість часу, проведеного стоячи або під час ходьби, залежала від рівня втоми, спричиненої фізичним навантаженням. Ходьба по землі практикувалася, коли це було можливо, протягом додаткових 10-20 хвилин кожного дня. Окрім цього, пацієнтам дозволялося практикуватися у навичках ходьби з допоміжними засобами опори у вільний від занять час, за умови створення безпечних умов (наявність необхідних засобів опори та осіб, що виконували страхування пацієнтів під час ходьби). Для BWSTT суб'єкти носили пояс для підвісних систем (рис. 3.1), прикріпленим до верхнього підйомника, який використовував газовий балон для забезпечення вертикального переміщення під час циклу ходьби (рис 3.2).

Підвісна система бренду ErgoTrainer складається з рейки прикріпленої до стелі, що дозволяє переміщувати підйомник у передньо-задньому напрямку, та власне підйомного механізму, що забезпечує підтримку ваги до 120 кг. Підйомний механізм дозволяє регулювати як вагу підтримки так і висоту. Підтримку ваги та швидкість бігової доріжки було скориговано, щоб дозволити тренуватися зі швидкістю на 0.2 м/с більше від оцінки отриманої під час контрольного обстеження з метою досягнення швидкості ходьби понад 1 м/с в кінці дослідження.



Рисунок 3.1 – Пояс для підвісних систем від компанії Ergolet



Рисунок 3.2 – Підвісна система фірми ErgoTrainer разом з біговою доріжкою

Кожного тижня проводилися збори мульти дисциплінарної команди, на яких обговорювалися зміни в функціональному стані пацієнтів з метою вчасної корекції програми з фізичної терапії, а також надання зворотного зв'язку лікуючому лікарю та лікарю ФРМ.

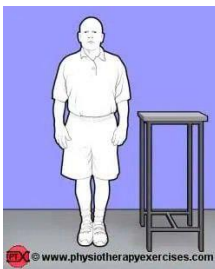
Проміжні обстеження виконувалися в кінці кожного реабілітаційного циклу, що складав 2 тижні з метою відстеження результату втручання та вчасної корекції програми. Окрім цього, щотижня відбувалися контрольні зважування пацієнтів для моніторингу змін індексу маси тіла та вчасного виявлення відхилень від запланованої норми.

Модифікація програми втручання могла проводитися ФТ, а також асистентами при погодженні змін з ФТ або лікарем ФРМ, для більш ефективної

реалізації програми терапії. Для обох груп програма була спрямована на прогресивне збільшення складності завдань, повторюваність, підтримку уваги суб'єктів та закріплення успішного набуття навичок. Приділялась увага своєчасній і правильній зміні засобу пересування після поліпшення функції ходьби. Також проводився індивідуальний підбір технічних засобів для кожного пацієнта, сприяючи покращенню ходьби і запобіганню ускладнень, пов'язаних з неправильним підбором технічних засобів і їх параметрів.

Комплекс вправ, який був запропонований пацієнтам основної групи:

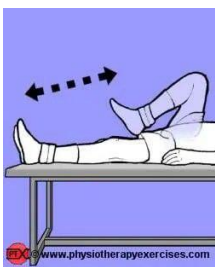
Стояння не дивлячись під ноги



Ціль: покращити здатність стояти без зорової допомоги.

Інструкція: Розташуйте себе стоячи біля стабільної опори або у паралельних брусах. Практикуйтесь утримувати вертикальне положення дивлячись прямо перед собою. Переконайтеся в тому, що підтримка рук використовується лише тоді, коли виникає порушення балансу.

Підтягування колін до себе



Ціль: покращити силу згиначів стегна

Інструкція: Розташуйте себе лежачи спиною на кушетці. Виконуйте почергові піднімання колін до грудей. Якщо виконувати вправу занадто легко використовуйте додаткове обтяження у вигляді терабендів та грузиків.

Почергове піднімання ніг перед собою



Ціль: покращити силу згиначів стегна та покращити здатність до переносу ваги.

Інструкція: Розташуйте себе стоячи біля стабільної опори або у паралельних брусах. Виконуйте почергові піднімання колін до грудей приблизно до кута згинання кульшових суглобів 90°. Переконайтеся в

тому, що підтримка рук використовується лише тоді, коли виникає порушення балансу.

Присідання з пінопластовим блоком між ніг



Ціль: покращити силу розгиначів стегна і коліна та покращити здатність вставати та сідати без допомоги рук.

Інструкція: Розташуйте себе сидячи на кушетці та підберіть її висоту таким чином, щоб мати можливість підвестися з неї.

Затисніть між колінами блок та встаньте таким чином, щоб не впустити його. Перейшовши у вертикальне положення сядьте назад у вихідне положення. Переконайтеся в тому, що підтримка рук використовується лише тоді, коли виникає порушення балансу.

Присідання з пінопластовим блоком між ніг



Ціль: покращити силу розгиначів стегна та коліна.

Інструкція: Розташуйте себе сидячи на кушетці та підберіть її висоту таким чином, щоб мати можливість підвестися з неї.

Поставте одну ногу (сильнішу) на сходинку та встаньте у вертикальне положення. Перейшовши у вертикальне положення сядьте назад у вихідне положення. Переконайтеся в тому, що підтримка рук використовується лише тоді, коли виникає порушення балансу. Під час виконання вправи намагайтеся переносити вагу на слабшу ногу.

Ходьба у підвісній системі по біговій доріжці (BWSTT)



Ціль: покращити здатність до пересування.

Інструкція: Розташуйте пацієнта на біговій доріжці, надягніть на нього спеціальний жилет та під'єднайте його до підвісної системи. Відпрацюуйте ходьбу з допомогою переносу ноги в махових фазах ходьби (якщо це необхідно)

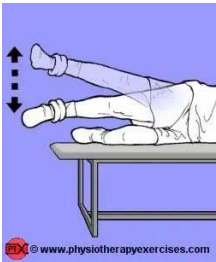
Крокування у сагітальній та фронтальній площинах



Ціль: покращити динамічний постуральний контроль та здатність здійснювати кроки в різних напрямках.

Інструкція: Розташуйте себе стоячи (під наглядом асистента). Виконуйте по чергово кроки у різних напрямках. Переконайтеся в тому, що підтримка рук використовується лише тоді, коли виникає порушення балансу. Використовуйте зорові підказки під час виконання вправи.

Відведення стегна

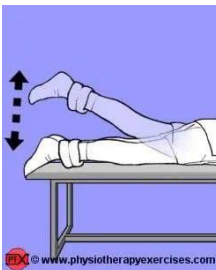


Ціль: покращити силу абдукторів стегна

Інструкція: Розташуйте себе лежачи на боці. Виконайте піднімання ногу вгору приблизно до кута 30° . Якщо виконувати занадто легко використовуйте додаткове обтяження. Якщо виконувати надто важко, виконуйте відведення стегна лежачи

на спині.

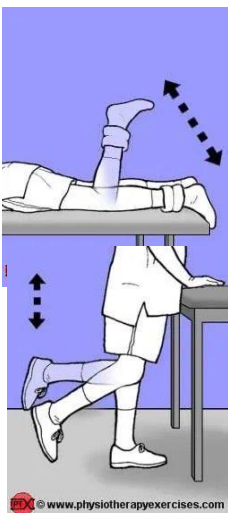
Розгинання стегна



Ціль: покращити силу розгиначів стегна та коліна.

Інструкція: Розташуйте себе лежачи животом на кушетці. Виконайте піднімання п'ятки до стелі якомога вище. Використовуйте додаткове обтяження за необхідності.

Згинання колін



Ціль: покращити силу згиначів стегна

Інструкція: Розташуйте себе лежачи на животі. Виконайте згинання коліна по повній амплітуді та поверніться у вихідне положення. Якщо виконувати занадто легко використовуйте додаткове обтяження або виконуйте у вертикальному положення так, як показано на рисунку.

Зміцнення плантарних згиначів



Ціль: покращити силу плантарних згиначів стопи

Інструкція: Розташуйтеся сидячи на стільці із зігнутими колінами під кутом 90 градусів, стопи на опорі. Підніміть п'ятки вгору, залишивши пальці на підлозі. Якщо виконувати занадто легко використовуйте додаткове обтяження або виконуйте у вертикальному положення так, як показано на рисунку.

3.2. Результати впливу заходів та методів фізичної терапії для відновлення функціональної ходьби у військовослужбовців з неповним ураженням спинного мозку

Усього у дослідженні прийняло участь 10 пацієнтів з неповним моторним ураженням СМ. Дані по рівню ураженню та ступеню ураження спинного мозку містять таблиці 3.1 та 3.2 відповідно.

Таблиця 3.1 - Розподіл пацієнтів за ступенем ураження та рівнем ураження

Рівень ураження	Нижні грудні сегменти (Th 8-12)	Поперекові сегменти (L 1-5)
Кількість осіб	6	4

Таблиця 3.2 - Розподіл пацієнтів а ступенем ураження AIS

Ступінь ураження	AIS C	AIS D
Кількість осіб	8	2

Оскільки пацієнти, які були відібрані до проведення дослідження, поступали до стаціонарного відділення в різний час, їхня рандомізація відбувалася за допомогою штучного інтелекту.

При первинному огляді були визначені наступні дані за основними клінічними інструментами оцінки (таб. 3.3)

Таблиця 3.3 - Початкові дані обстеження пацієнтів за основними клінічними інструментами оцінки функціонального стану пацієнтів

	Основна група	Контрольна група
Вік	34.8 (28-41)	34 (30-43)
10 метровий тест (м)	0	0
WISCI III	5 (4-6)	4 (3-6)
LEMS (0-50)	20.5	21
6 хвилинний тест	0	0
Шкала балансу Берга	23	21

Відповідно до проведеного первинного обстеження, у пацієнтів зберігалася здатність до самостійної мобільності в ліжку (повороти на лівий та правий бік) (ICF: d4100.01). Вони могли сісти через ліву та праву сторону на край ліжка та підтримувати стабільне положення протягом 4 хвилин (ICF: d4103.11; d4153.00) Пацієнти могли самостійно пересаджуватися у крісло колісне з допомогою трансферної дошки (ICF: d4200.12). Окрім цього, пацієнти могли з мінімальною допомогою ФТ та допоміжним засобом встати з положення сидячи в положення стоячи та зберігати вертикальне положення, проте потрібен був нагляд (ICF: d4104.24). Сила м'язів в середньому становила 2 бали за ММТ (ICF: b7308.3). В найбільш проксимальних відділах нижніх кінцівок, могла становити 3-4 бали (ICF: b7308.2), в той час як сила в дистальних відділах була нижчою, та становила 2-1 бали (ICF: b7308.4). Окрім цього, пацієнти могли ходити в ортезах та паралельних брусах з або без фізичної допомоги 10 метрів (ICF: d4500.34).

У пацієнтів обох груп протягом 12 тижнів програми терапії спостерігалася позитивна динаміка збільшення швидкості ходьби за 10-ти

метровим тестом. Наприкінці 12 тижня можна спостерігати клінічно значущу різницю в швидкості ходьби пацієнтів обох, що можна спостерігати в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Показники швидкості ходьби пацієнтів (м\с) за 10 метровим тестом ходьби після 4, 6 та 12 тижнів.

Термін	Група	Середнє значення	Нижнє значення	Верхнє значення
4 тижні				
	Основна	0.33	0.25	0.48
	Контрольна	0.35	0.24	0.51
8 тижнів				
	Основна	0.52	0.35	0.66
	Контрольна	0.50	0.32	0.61
12 тижнів				
	Основна	0.70	0.62	0.84
	Контрольна	0.64	0.55	0.78

Сила м'язів пацієнтів обох груп мала прогресивне збільшення протягом всієї програми терапії, що свідчить про раціональний підбір засобів та методів фізичної терапії для зміцнення скелетної мускулатури. В Таблиці 3.5 наведені дані LEMS за 6 та 12 тижні, оскільки суттєві зміни в силі скелетної мускулатури настають мінімум через 6 тижнів силового тренування. Відповідно до отриманих даних, сила м'язів обох груп була приблизно однаковою.

Таблиця 3.5 – Lower Extremity Motor Score (0-50 бали) після 6 та 12 тижнів.

Термін	Група	Середнє значення	Нижнє значення	Верхнє значення
6 тижнів				
	Основна	25	24	29

	Контрольна	26	23	30
12 тижнів				
	Основна	34	30	42
	Контрольна	32	29	40

Окрім вищезазначеного, суттєвого покращення набула і кардіо-респіраторна витривалість пацієнтів, при ходьбі по рівній поверхні. Протягом всієї перших чотирьох тижнів середні показники витривалості були приблизно однаковими для обох груп. Видиму різницю можна було спостерігати починаючи з 8 тижня. Дистанція ходьби основної групи була на 15 метрів більшою, ніж в контрольній. Під час кінцевого обстеження, дистанція ходьби контрольної групи в середньому була меншою на 28 метрів, що свідчить про перевагу програми терапії для основної групи (таб. 3.6).

Таблиця 3.6. – 6 хвилинний тест ходьби

Термін	Група	Середнє значення	Нижнє значення	Верхнє значення
4 тижнів				
	Основна	95	71.9	111.9
	Контрольна	90	68.3	105.4
8 тижнів				
	Основна	167	120.2	187.4
	Контрольна	152	115.3	168.6
12 тижнів				
	Основна	242	197.2	257.4
	Контрольна	214	185.7	237.8

В результаті програми терапії, пацієнти покращити свої функціональні показники в порівнянні з початком програми (таб. 3.7). Пацієнти могли сидіти та стояти зберігаючи вертикальне положення необмежену кількість часу (ICF: d4103.00; d4153.00). Ходьба була можливою як самостійно так і під наглядом ФТ або навчених родичів по рівним поверхням, з використанням ортезів,

милиць або ходунків (ICF: d4500.23). Сила ключових м'язів становила в середньому становила 3 бали МГТ (ICF: b7308.2). Сила в найбільш проксимальних відділах кінцівок становила в 4-5 балів (ICF: b7308.1), в той час, як в дистальних різнилася: від 1 до 3 балів (ICF: b7308.3).

Таблиця 3.7 - Кінцеві дані обстеження пацієнтів за основними клінічними інструментами оцінки функціонального стану пацієнтів

	Основна група	Контрольна група
Вік	34.8 (28-41)	34 (30-43)
10 метровий тест (м)	0.70	0.64
WISCI III	15 (13-19)	13 (11-17)
LEMS (0-50)	34	32
6 хвилинний тест	232	214
Шкала балансу Берга	39	40

3.3. Клінічний випадок

У серпні 2023 року до стаціонарного відділення Інсультного центру Універсальної клініки «Обергі» поступив пацієнт з ТХСМ. Пацієнт М. отримав травму внаслідок мінно-вибухового поранення під час виконання бойового завдання на Сході України. На момент первинного обстеження за Міжнародною неврологічною шкалою оцінки травм спинного мозку, було встановлено, що неврологічний рівень ураження був Th10, а ступінь ураження СМ становив AIS D. Пацієнт М. був спроможний до переміщення у кріслі-колісному напів активного типу в межах палати (ICF: d4100.12; d4103.12; d4153.12; 4200.12; d468.13), а також до самостійного виконання ранково-гігієнічних процедур (ICF: d5200.00; d5201.00; d5202.00; d5205.00). Пацієнт міг з мінімальною допомогою встати з положення сидячи у кріслі-колісному в положення стоячи в паралельних брусах, та міг ходити в ортезах типу AFO та з допомогою паралельних брусів без фізичної допомоги 10 метрів (ICF:

d4104.24; d4154.24; d4500.34). Відповідно до шкали WISCI II, пацієнт не зміг виконати 10 метровий та 6-ти хвилинний тести ходьби.

Відповідно до протоколу надання реабілітаційних послуг, було визначено довгострокові та короткострокові цілі у SMART форматі, а саме:

- Пацієнт М. через 12 тижнів зможе сходити з донькою в парк, що знаходиться в 180 метрах від будинку, по нерівній поверхні з допомогою ходунків за 10 хвилин.
- Пацієнт М. через два тижні зможе встати під наглядом з ходунками з крісла крісла колісного.
- Пацієнт М. через 4 тижні зможе пройти 80 метрів по рівній поверхні з ходунками та двома ортезами типу AFO під наглядом ФТ за 5 хвилин.

Пацієнту була запропонована програма фізичної терапії з використанням методу підвісних систем, силового зміцнення, покращення кардіо-респіраторної системи та балансу. Пацієнт отримував 90 хвилин терапевтичного втручання щодня.

В залежності від прогресування пацієнта протягом реабілітаційного циклу, програма фізичної терапії модифікувалася та прогресивно ускладнювалася, з метою безперервного покращення рухових навичок пацієнта.

Наприкінці 12 тижня, пацієнт міг без сторонньої допомоги встати з допоміжним засобом опори з положення сидячи в положення стоячи (ICF: d4104.01; d4154.01), самостійно ходити в приміщенні по рівним поверхням (ICF: d4500.23) Окрім цього, був спроможний пройти 10 метрів з ходунками, без ортезів та фізичної допомоги, зі швидкістю 0,65 м\с, та подолати 202.3 метри за 6 хвилин.

ВИСНОВКИ

1. В результаті аналізу літературних джерел було встановлено, що сучасні підходи у фізичній терапії, спрямовані на відновленні функціональної ходьби у військовослужбовців після неповного ураження спинного мозку включають як традиційні засоби терапевтичного втручання, так і новітні методики, ефективність яких не є чітко встановленою.
2. Під час дослідження було виявлено, що серед основних порушень функціональної ходьби у військовослужбовців з неповним ураженням спинного мозку виділяють: слабкість м'язів нижніх кінцівок нижче неврологічного рівня ураження; порушення або втрата пропріоцептивної чутливості; порушення селективного моторного контролю; поява спастичності після згасання явищ спінального шоку; розвиток больового синдрому в нижніх кінцівках або сегментах хребта (за наявного перелому хребців).
3. Була розроблена індивідуальна програма фізичної терапії, яка базувалася на основі поєднання заходів класичного терапевтичного втручання та використання технології підвісних систем, а саме BWSTT. До участі у дослідженні були відібрані 10 пацієнтів з неповним моторним ураженням СМ, які при первинному огляді мали оцінку за ISNCSCI AIS C та D.
4. За результатами проведеного дослідження пацієнти, що були у контрольній та експериментальній групі покращили силу м'язів нижніх кінцівок, дистанцію ходьби та швидкість ходьби.

Під час порівняння результатів 12 тижневої програми фізичної терапії контрольна група показала гірші результати дослідження. Швидкість ходьби пацієнтів з експериментальної групи була більшою на 0.16 м\с, що є клінічно значущою різницею при порівнянні результатів тестування за 10 метровим тестом.

Сила м'язів пацієнтів обох груп в кінці програми була приблизно однаковою та становила 33 ± 1 балів за LEMS. Натомість, дистанція ходьби

пацієнтів з контрольної групи виявилася меншою на 28 метрів в порівнянні з контрольною групою.

На основі проведеного дослідження, використання лише засобів традиційного терапевтичного втручання, а саме ходьби по рівній поверхні, має меншу клінічно значимість, в порівнянні з використанням BWSTT та самостійними заняттями з ходьби. Можна стверджувати, що ефективність застосування даної технології разом з іншими видами терапевтичного втручання, спрямованих на тренування навичок швидкості ходьби та кардіо-респіраторної витривалості є ефективнішою. Використання даної технології як у комплексі так і ізольовно вимагає подальшого дослідження, з використанням більшої кількості пацієнтів у вибірці, для більш достовірного визначення їх ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Abel R, Schablowski M, Rupp R, Gerner HJ. Gait analysis on the treadmill - monitoring exercise in the treatment of paraplegia. *Spinal Cord* [Internet]. 2002 Jan [cited 2022 Dec 14];40(1):17-22. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11821965/> DOI: 10.1038/sj.sc.3101239
2. Alashram, A. R., Padua, E., Hammash, A. K., Lombardo, M., & Annino, G. (2020). Effectiveness of virtual reality on balance ability in individuals with incomplete spinal cord injury: A systematic review. *Journal of clinical neuroscience : official journal of the Neurosurgical Society of Australasia*, 72, 322–327 [Internet]. [cited 2023 October 19] <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2020.01.037>
3. Alexeeva, N., Sames, C., Jacobs, P. L., Hobday, L., Distasio, M. M., Mitchell, S. A., & Calancie, B. (2011). Comparison of training methods to improve walking in persons with chronic spinal cord injury: a randomized clinical trial. *The journal of spinal cord medicine* [Internet], 34(4), 362–379. [cited 2023 December 3] <https://doi.org/10.1179/2045772311Y.0000000018>
4. Aravind, N., Harvey, L.A. & Glinsky, J.V. Physiotherapy interventions for increasing muscle strength in people with spinal cord injuries: a systematic review. *Spinal Cord* 57, 449–460 [Internet] (2019) [cited 2023 October 3]. <https://doi.org/10.1038/s41393-019-0242-z>
5. Arroyo-Fernández R, Menchero-Sánchez R, Pozuelo-Carrascosa DP, Romay-Barrero H, Fernández-Maestra A, Martínez-Galán I. Effectiveness of Body Weight-Supported Gait Training on Gait and Balance for Motor-Incomplete Spinal Cord Injuries: A Systematic Review with Meta-Analysis. *J Clin Med* [Internet]. 2024 Feb 15 [cited 2024 Marc 4];13(4):1105. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38398415/> DOI: 10.3390/jcm13041105.
6. Asboth L, Friedli L, Beauparlant J, Martinez-Gonzalez C, Anil S, Rey E, Baud L, Pidpruzhnykova G, Anderson MA, Shkorbatova P, Batti L, Pagès S, Kreider

- J, Schneider BL, Barraud Q, Courtine G. Cortico-reticulo-spinal circuit reorganization enables functional recovery after severe spinal cord contusion. *Nat Neurosci* [Internet]. 2018 Apr [cited 2022 Dec 15];21(4):576-588. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41593-018-0093-5> DOI: 10.1038/s41593-018-0093-5
7. Bochkezanian, V., Raymond, J., de Oliveira, C. Q., & Davis, G. M. (2015). Can combined aerobic and muscle strength training improve aerobic fitness, muscle strength, function and quality of life in people with spinal cord injury? A systematic review. *Spinal cord* [Internet], 53(6), 418–431. [cited 2023 November 13] <https://doi.org/10.1038/sc.2015.48>
 8. Brinkemper A, Grasmücke D, Yilmaz E, Reinecke F, Schildhauer TA, Aach M. Influence of Locomotion Therapy With the Wearable Cyborg HAL on Bladder and Bowel Function in Acute and Chronic SCI Patients. *Global Spine J* [Internet]. 2023 Apr [cited 2023 Jul 19];13(3):668-676. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33858209/> DOI: 10.1177/21925682211003851.
 9. Bye, E. A., Harvey, L. A., Gambhir, A., Kataria, C., Glinsky, J. V., Bowden, J. L., Malik, N., Tranter, K. E., Lam, C. P., White, J. S., Gollan, E. J., Arora, M., & Gandevia, S. C. (2017). Strength training for partially paralysed muscles in people with recent spinal cord injury: a within-participant randomised controlled trial. *Spinal cord* [Internet], 55(5), 460–465. [cited 2023 November 18] <https://doi.org/10.1038/sc.2016.162>
 10. Chan K, Unger J, Lee JW, Johnston G, Constand M, Masani K, Musselman KE. Quantifying balance control after spinal cord injury: Reliability and validity of the mini-BESTest. *J Spinal Cord Med* [Internet]. [cited 2023 October 18] 2019 Oct;42(sup1):141-148. doi: 10.1080/10790268.2019.1647930.
 11. Chen LW, Glinsky JV, Islam MS, Hossain M, Boswell-Ruys CL, Kataria C, Redhead J, Xiong Y, Gollan E, Costa PD, Denis S, Ben M, Chaudhary L, Wang J, Hasnat MAK, Yeomans J, Gandevia SC, Harvey LA. The effects of 10,000 voluntary contractions over 8 weeks on the strength of very weak muscles in people with spinal cord injury: a randomised controlled trial. *Spinal Cord*

- [Internet]. 2020 Aug;58(8):857-864. [cited 2023 November 12] doi: 10.1038/s41393-020-0439-1. Epub 2020 Feb 21.
- 12.Chukwu-Lobelu R, Appukuttan A, Edwards DS, Patel HDL. Burn injuries from the london suicide bombings: a new classification of blast-related thermal injuries. *Ann Burns Fire Disasters* [Internet]. 2017 Dec 31[cited 2023 Apr 22];30(4):256-260. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29983676/>
 - 13.Côté MP, Murray M, Lemay MA. Rehabilitation Strategies after Spinal Cord Injury: Inquiry into the Mechanisms of Success and Failure. *J Neurotrauma* [Internet]. 2017 May 15 [cited 2023 Feb 2];34(10):1841-1857. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27762657/> DOI: 10.1089/neu.2016.4577.
 - 14.De Miguel-Rubio A, Rubio MD, Salazar A, Camacho R, Lucena-Anton D. Effectiveness of Virtual Reality on Functional Performance after Spinal Cord Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Clin Med* [Internet]. 2020 Jul 1;9(7):2065. [cited 2023 October 24] doi: 10.3390/jcm9072065.
 - 15.Dobkin B, Apple D, Barbeau H, Basso M, Behrman A, Deforge D, Ditunno J, Dudley G, Elashoff R, Fugate L, Harkema S, Saulino M, Scott M; Spinal Cord Injury Locomotor Trial Group. Weight-supported treadmill vs over-ground training for walking after acute incomplete SCI. *Neurology*. 2006 Feb 28;66(4):484-93. doi: 10.1212/01.wnl.0000202600.72018.39. PMID: 16505299; PMCID: PMC4102098.
 - 16.Dobkin B, Barbeau H, Deforge D, Ditunno J, Elashoff R, Apple D, Basso M, Behrman A, Harkema S, Saulino M, Scott M; Spinal Cord Injury Locomotor Trial Group. The evolution of walking-related outcomes over the first 12 weeks of rehabilitation for incomplete traumatic spinal cord injury: the multicenter randomized Spinal Cord Injury Locomotor Trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007 Jan-Feb;21(1):25-35. doi: 10.1177/1545968306295556. PMID: 17172551; PMCID: PMC4110057.
 - 17.Dost, G., Dulgeroglu, D., Yildirim, A., & Ozgirgin, N. (2014). The effects of upper extremity progressive resistance and endurance exercises in patients with spinal cord injury. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 27(4),

- 419–426 [Internet]. [cited 2023 November 6] <https://doi.org/10.3233/BMR-140462>
18. Duan R, Qu M, Yuan Y, Lin M, Liu T, Huang W, Gao J, Zhang M, Yu X. Clinical Benefit of Rehabilitation Training in Spinal Cord Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2021 Mar 15 [cited 2023 Apr 23]; 46(6):E398-E410. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33620185/> DOI: 10.1097/BRS.0000000000003789
19. Duffell LD, Brown GL, Mirbagheri MM. Interventions to Reduce Spasticity and Improve Function in People With Chronic Incomplete Spinal Cord Injury: Distinctions Revealed by Different Analytical Methods. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2015 Jul [cited 2023 Feb 12];29(6):566-76. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25398727/> DOI: 10.1177/1545968314558601
20. Eli, I., Lerner, D. P., & Ghogawala, Z. (2021). Acute Traumatic Spinal Cord Injury. *Neurologic clinics*, 39(2), 471–488. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2021.02.004>
21. Furlan JC, Gulasingham S, Craven BC. Epidemiology of War-Related Spinal Cord Injury Among Combatants: A Systematic Review. *Global Spine J* [Internet]. 2019 Aug [cited 2023 Apr 23];9(5):545-558. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31431879/> DOI: 10.1177/2192568218776914
22. Golestani A, Shobeiri P, Sadeghi-Naini M, Jazayeri SB, Maroufi SF, Ghodsi Z, et al. Epidemiology of Traumatic Spinal Cord Injury in Developing Countries from 2009 to 2020: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neuroepidemiology* [Internet]. 2022 May 5 [cited 2023 Apr 3];56(4):219-239. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35512643/> DOI: 10.1159/000524867
23. Gómara-Toldrà N, Sliwinski M, Dijkers MP. Physical therapy after spinal cord injury: a systematic review of treatments focused on participation. *J Spinal Cord Med* [Internet]. 2014 Jul [cited 2022 Dec 27]; 37(4):371-9. Available from:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24621042/>

DOI:

10.1179/2045772314Y.0000000194.

24. Grasmücke D, Zieriacks A, Jansen O, Fisahn C, Sczesny-Kaiser M, Wessling M, Meindl RC, Schildhauer TA, Aach M. Against the odds: what to expect in rehabilitation of chronic spinal cord injury with a neurologically controlled Hybrid Assistive Limb exoskeleton. A subgroup analysis of 55 patients according to age and lesion level. *Neurosurg Focus* [Internet]. 2017 May [cited 2023 Apr 26];42(5):E15. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28463613/> DOI: 10.3171/2017.2.FOCUS171.
25. Harvey LA. Physiotherapy rehabilitation for people with spinal cord injuries. *J Physiother* [Internet]. 2016 [cited 2023 Feb 23];62:4–11. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26701156/> DOI:
10.1016/j.jphys.2015.11.004
26. Harvey, L., Fornusek, C., Bowden, J. *et al.* Electrical stimulation plus progressive resistance training for leg strength in spinal cord injury: A randomized controlled trial. *Spinal Cord* 48, 570–575 [Internet] (2010). [cited 2023 October 3] <https://doi.org/10.1038/sc.2009.191>
27. Hazell GA, Pearce AP, Hepper AE, Bull AMJ. Injury scoring systems for blast injuries: a narrative review. *Br J Anaesth* [Internet]. 2022 Feb [cited 2023 May 1];128(2):e127-e134. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34774294/> DOI: 10.1016/j.bja.2021.10.007
28. Ito S, Kakuta Y, Yoshida K, Shirota Y, Mieda T, Iizuka Y, Chikuda H, Iizuka H, Nakamura K. A simple scoring of beam walking performance after spinal cord injury in mice. *PLoS One* [Internet]. 2022 Aug 11 [cited 2022 Nov 28];17(8):e0272233. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35951582/> DOI:
10.1371/journal.pone.0272233
29. Jacobs PL, Nash MS. Exercise recommendations for individuals with spinal cord injury. *Sports Med* [Internet]. 2004 [cited 2023 Marc 23];34(11):727-51.

Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15456347/> DOI: 10.2165/00007256-200434110-00003.

30. Jo HJ, Perez MA. Corticospinal-motor neuronal plasticity promotes exercise-mediated recovery in humans with spinal cord injury. *Brain* [Internet]. 2020 May 1 [cited 2023 Apr 23];143(5):1368-1382. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32355959/> DOI: 10.1093/brain/awaa052
31. Kessler RA, Bhammar A, Lakomkin N, Shrivastava RK, Rasouli JJ, Steinberger J, et al. Spinal cord injury in the United States Army Special Forces. *J Neurosurg Spine* [Internet]. 2020 Sep [cited 2023 Apr 10] 25:1-7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32977307/> DOI: 10.3171/2020.7.SPINE20804.
32. Khurana, M., Walia, S., & Noohu, M. M. (2017). Study on the Effectiveness of Virtual Reality Game-Based Training on Balance and Functional Performance in Individuals with Paraplegia. *Topics in spinal cord injury rehabilitation*, 23(3), 263–270 [Internet]. [cited 2023 October 27] <https://doi.org/10.1310/sci16-00003>
33. Kirshblum S, Snider B, Eren F, Guest J. Characterizing Natural Recovery after Traumatic Spinal Cord Injury. *J Neurotrauma* [Internet]. 2021 May 1 [cited 2023 May 14];38(9):1267-1284. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33339474/> DOI: 10.1089/neu.2020.7473
34. Kobsar, D., Charlton, J.M., Tse, C. *et al.* Validity and reliability of wearable inertial sensors in healthy adult walking: a systematic review and meta-analysis. *J NeuroEngineering Rehabil* [Internet]. 17, 62 (2020) [cited 2022 Nov 10]. Available from: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-020-00685-3> <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00685-3>
35. Kristinsdottir EA, Knutsdottir S, Sigvaldason K, Jonsson H Jr., Ingvarsson PE (2016) [Epidemiology of Spinal Cord Injury in Iceland from 1975 to 2014] [Internet]. [cited 2023 Mar 17];*Laeknabladid* 102: 491–496. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27813488/> DOI: 10.17992/ibl.2016.11.106
36. Lam T, Pahl K, Ferguson A, Malik RN, Krassioukov A, Eng JJ. Training with robot-applied resistance in people with motor-incomplete spinal cord injury: Pilot study. *J Rehabil Res Dev* [Internet]. 2015 [cited 2023 May 28];52(1):113-29.

Available from: <https://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/43051>

DOI: 10.1682/JRRD.2014.03.0090

37. Lei J, Zhu F, Jiang B, Wang Z. Underbody blast effect on the pelvis and lumbar spine: A computational study. *J Mech Behav Biomed Mater* [Internet]. 2018 Mar [cited 2023 Apr 23];79:9-19. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29248744/> DOI: 10.1016/j.jmbbm.2017.12.004
38. Lei J, Zhu F, Jiang B, Wang Z. Underbody blast effect on the pelvis and lumbar spine: A computational study. *J Mech Behav Biomed Mater* [Internet]. 2018 Mar [cited 2023 Apr 23];79:9-19. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29248744/> DOI: 10.1016/j.jmbbm.2017.12.004
39. Majdan M, Plancikova D, Nemcovska E, Krajcovicova L, Brazinova A, Rusnak M. Mortality due to traumatic spinal cord injuries in Europe: a cross-sectional and pooled analysis of population-wide data from 22 countries. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2017 Jul 3;25(1):64. doi: 10.1186/s13049-017-0410-0. PMID: 28673315; PMCID: PMC5496373.
40. Martin Ginis, K.A., van der Scheer, J.W., Latimer-Cheung, A.E. *et al.* Evidence-based scientific exercise guidelines for adults with spinal cord injury: an update and a new guideline. *Spinal Cord* 56, 308–321 [Internet] (2018). [cited 2023 October 30] <https://doi.org/10.1038/s41393-017-0017-3>
41. Moraud EM, Capogrosso M, Formento E, Wenger N, DiGiovanna J, Courtine G, Micera S. Mechanisms Underlying the Neuromodulation of Spinal Circuits for Correcting Gait and Balance Deficits after Spinal Cord Injury. *Neuron* [Internet]. 2016 Feb 17 [cited 2023 Feb 3];89(4):814-28. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26853304/> DOI: 10.1016/j.neuron.2016.01.009
42. Sandrow-Feinberg HR, Houlé JD. Exercise after spinal cord injury as an agent for neuroprotection, regeneration and rehabilitation. *Brain Res* [Internet]. 2015 Sep 4 [cited 2023 Apr 23];1619:12-21. Available from:

- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25866284/> DOI:
10.1016/j.brainres.2015.03.052.
- 43.Schoenfeld AJ, Laughlin MD, McCriskin BJ, Bader JO, Waterman BR, Belmont PJ Jr. Spinal injuries in United States military personnel deployed to Iraq and Afghanistan: an epidemiological investigation involving 7877 combat casualties from 2005 to 2009. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2013 Sep 15 [cited 2023 Apr 15];38(20):1770-8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23759821/> DOI: 10.1097/BRS.0b013e31829ef226
- 44.Scivoletto G, Tamburella F, Laurenza L, Torre M, Molinari M. Who is going to walk? A review of the factors influencing walking recovery after spinal cord injury. *Front Hum Neurosci* [Internet]. 2014 Mar 13 [cited 2023 May 14];8:141. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24659962/> DOI: 10.3389/fnhum.2014.00141
- 45.Sczesny-Kaiser M, Kowalewski R, Schildhauer TA, Aach M, Jansen O, Grasmücke D, Güttsches AK, Vorgerd M, Tegenthoff M. Treadmill Training with HAL Exoskeleton-A Novel Approach for Symptomatic Therapy in Patients with Limb-Girdle Muscular Dystrophy-Preliminary Study. *Front Neurosci* [Internet]. 2017 Aug 8 [cited 2023 Apr 5];11:449. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28848377/> DOI: 10.3389/fnins.2017.00449
- 46.Tse CM, Chisholm AE, Lam T, Eng JJ; SCIRE Research Team. A systematic review of the effectiveness of task-specific rehabilitation interventions for improving independent sitting and standing function in spinal cord injury. *J Spinal Cord Med* [Internet]. 2018 May;41(3):254-266. [cited 2023 October 12] doi: 10.1080/10790268.2017.1350340. Epub 2017 Jul 24.
- 47.Unger J, Oates AR, Lanovaz J, Chan K, Lee JW, Theventhiran P, Masani K, Musselman KE. The measurement properties of the Lean-and-Release test in people with incomplete spinal cord injury or disease. *J Spinal Cord Med* [Internet]. 2022 May;45(3):426-435. [cited 2023 October 13] doi: 10.1080/10790268.2020.1847562. Epub 2020 Dec 2.

48. van Den Hauwe L, Sundgren PC, Flanders AE. Spinal Trauma and Spinal Cord Injury (SCI) 2020 Feb 15. In: Hodler J, Kubik-Huch RA, von Schulthess GK, editors. Diseases of the Brain, Head and Neck, Spine 2020–2023: Diagnostic Imaging [Internet]. Cham (CH): Springer; 2020. Chapter 19. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554330/> doi: 10.1007/978-3-030-38490-6_19
49. Wagner, F.B., Mignardot, JB., Le Goff-Mignardot, C.G. *et al.* Targeted neurotechnology restores walking in humans with spinal cord injury [Internet]. *Nature* **563**, 65–71 (2018) [cited 2023 Jan 11]; Available from: <https://www.nature.com/articles/s41586-018-0649-2>.
<https://doi.org/10.1038/s41586-018-0649-2>
50. Washabaugh EP, Kalyanaraman T, Adamczyk PG, Claflin ES, Krishnan C. Validity and repeatability of inertial measurement units for measuring gait parameters. *Gait Posture* [Internet]. 2017 Jun [cited 2023 Jan 3]; 55:87-93. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28433867/> DOI: 10.1016/j.gaitpost.2017.04.013
51. Wirz, M., & van Hedel, H. J. A. (2018). Balance, gait, and falls in spinal cord injury. *Handbook of clinical neurology*, 159, 367–384 [Internet]. [cited 2023 October 7] <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63916-5.00024-0>
52. Wist, S., Clivaz, J., & Sattelmayer, M. (2016). Muscle strengthening for hemiparesis after stroke: A meta-analysis. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 59(2), 114–124 [Internet]. [cited 2023 November 9] <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2016.02.001>
53. Witiw CD, Fehlings MG. Acute Spinal Cord Injury. *J Spinal Disord Tech* [Internet]. 2015 Jul [cited 2023 Apr 15];28(6):202-10. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26098670/> DOI: 10.1097/BSD.0000000000000287
54. Вороньков ОО. Вплив ортезів на силу м'язів осіб, які перенесли гостре порушення мозкового кровообігу. 15-та Міжнародна конф. молодих вчених Молодь та олімпійський рух: зб. тез доповідей [Інтернет]; 2022 Вер 16; Київ

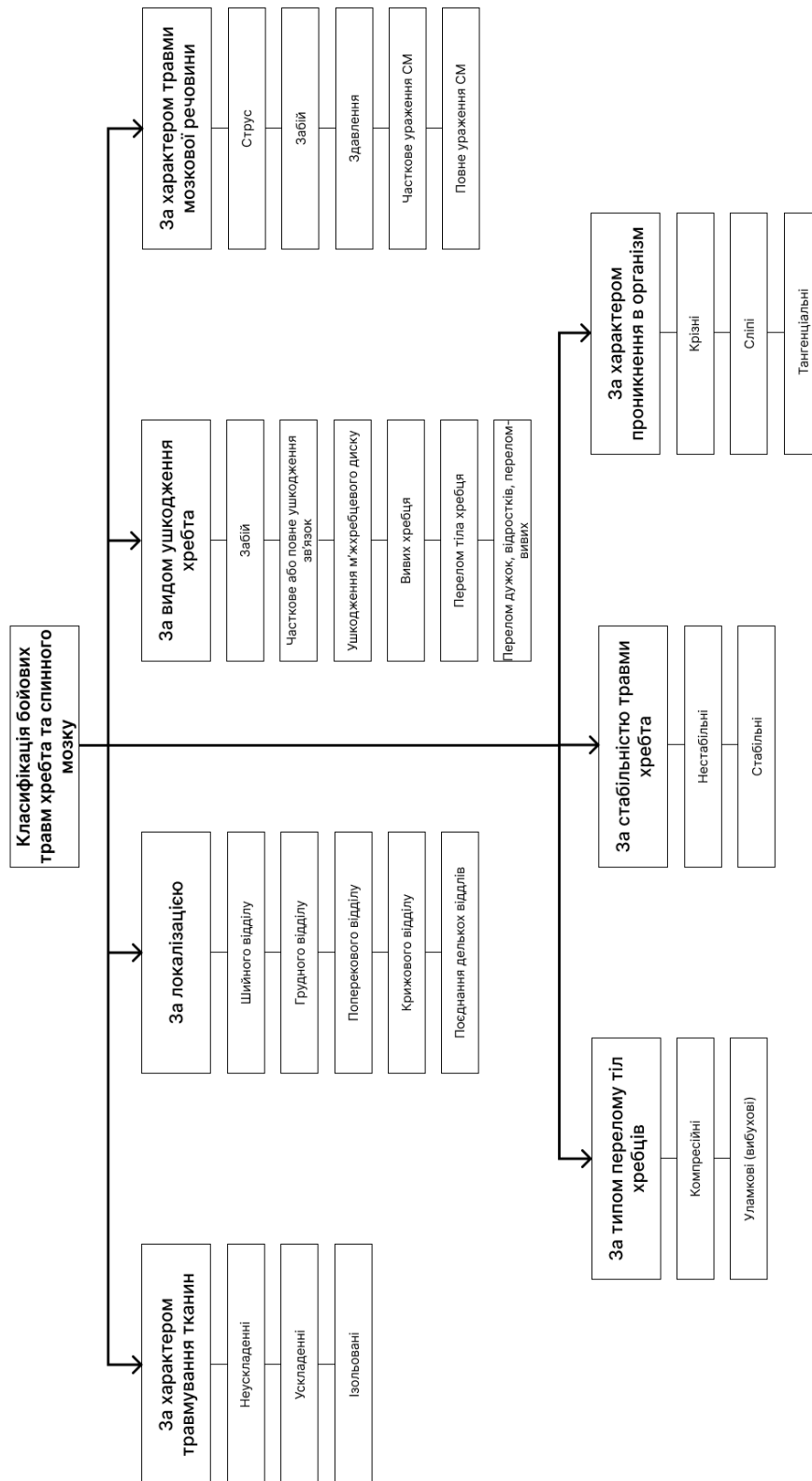
- 2022 [цитовано 2023 Трав 24]; 79-80. Доступно: <https://reposit.uni-sport.edu.ua/handle/787878787/4523>
55. Державна установа Інститут нейрохірургії ім. ак. А.П.Ромоданова НАМН України. Відділ медичної статистики [Інтернет]. Київ: Державна установа Інститут нейрохірургії ім. ак. А.П.Ромоданова НАМН України; 2020. [Цитовано 14 Квіт 2024]. Доступно: <https://neuro.kiev.ua/uk/for-professionals-uk/statistics-uk/>
56. Про внесення змін до Довідника кваліфікаційних характеристик професій працівників. Випуск 78 «охорона здоров'я». Наказ Міністерства охорони здоров'я України, 13 груд. 2018 [Інтернет] [Цитовано 16 квітня 2024 р.]. доступно на: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v2331282-18#Text>
57. Про затвердження клінічних протоколів надання медичної допомоги за спеціальністю «Нейрохірургія»: наказ Міністерства охорони здоров'я України №317 [Інтернет]; 2008 Чер 13 [цитовано 2023 Квіт 13]. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0317282-08#Text>
58. Про затвердження Порядку організації надання реабілітаційної допомоги на реабілітаційних маршрутах, Наказ Міністерства охорони здоров'я України, 16 лис. 2022 [Інтернет][Цитовано 13 травня 2023 р.]. Доступно на: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1516-22#Text>
59. Т. Ю. Круцевич. - К. Теорія і методика фізичного виховання в 2-х томах : - Том 1 Загальні основи теорії і методики фізичного виховання. - 391 с Олімпійська література, 2012.. ; [цитовано 2023 Листопад 3] <https://library.megu.edu.ua:9443/jspui/handle/123456789/2984>
60. Хоменко ІП, Король СО, Халік СВ, Шаповалов ВЮ, Єнін РВ, Герасименко ОС та ін. Клініко-епідеміологічний аналіз структури бойової хірургічної травми при проведенні антитерористичної операції \ Операції об'єднаних сил на Сході України. Український журнал військової медицини [Інтернет]. 2021 Лип 1 [цитовано 2023 Квіт 21]; 2(2): 5-13. Доступно: <https://ujmm.org.ua/index.php/journal/article/view/184> DOI: 10.46847/ujmm.2021.2(2)-005

61.Царяпкін М.Г. Навчання та покращення функції ходьби за допомогою роботизованої системи «Lokomat» у пацієнтів з ураженням спинного мозку. 7-ма Міжнародна студентська наук. конф. Сучасні аспекти та перспективні напрямки розвитку науки: зб. тез доповідей [Інтернет]; 2024 Трав 24; Київ 2024 [цитовано 2024 Трав 24]; 600-601. Доступно: <https://archive.liga.science/index.php/conference-proceedings/issue/view/inter-24.05.2024/82>

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

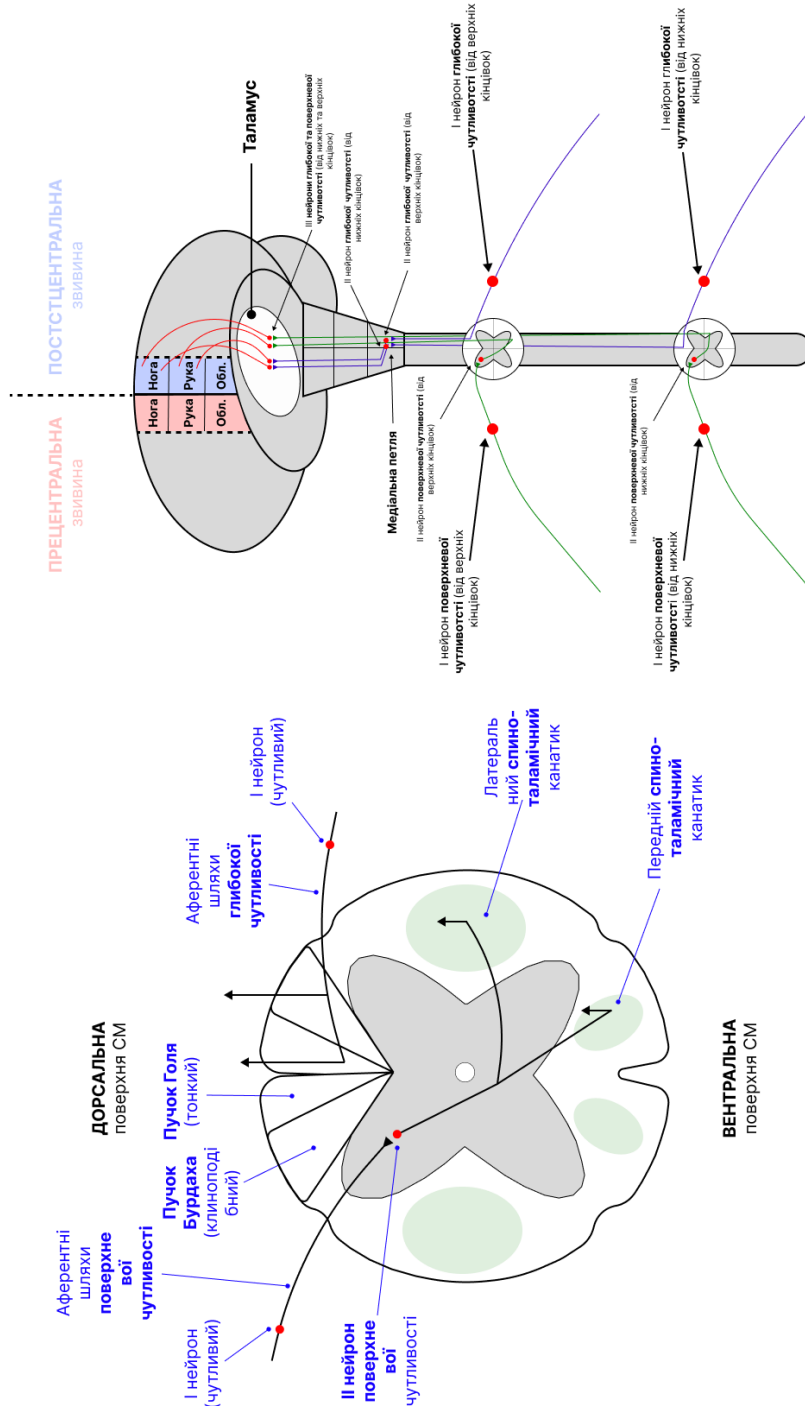
Класифікація бойових хірургічних травм хребта та спинного мозку



ДОДАТОК Б

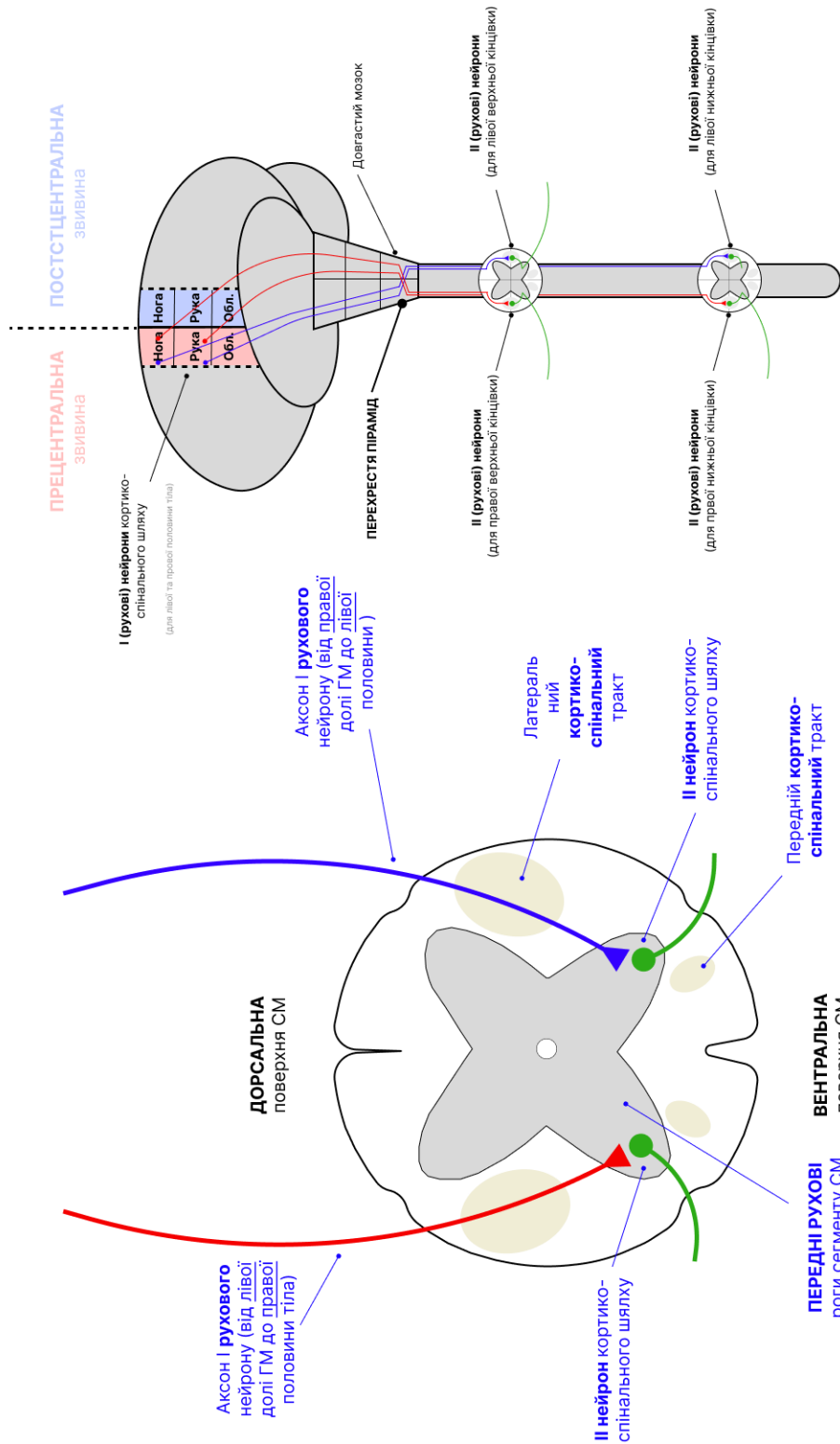
Схематичні зображення провідних шляхів

Б.1 Схематичні анатомо-функціональні особливості проведення глибокої та поверхневої чутливості



ПРИМІТКА: схематичне зображення стовбуру мозку на даному рисунку розташовано сагітально, незважаючи на бокове розташування схеми ЦНС

Б.2 Схематичні анатомо-функціональні особливості проведення рухових сигналів по кортико-спінальним трактам



ПРИМІТКА: схематичне зображення стовбуру мозку на даному рисунку розташовано сагітально, незважаючи на бокове розташування схеми ЦНС

ДОДАТОК В

Бланк заповнення шкали ASIA

В.1 Перший аркуш бланку

Patient Name _____ Date/Time of Exam _____

Examiner Name _____ Signature _____

RIGHT

MOTOR KEY MUSCLES

UER (Upper Extremity Right) C5 Elbow flexors, C6 Wrist extensors, C7 Elbow extensors, C8 Finger flexors, T1 Finger abductors (little finger)

LER (Lower Extremity Right) L2 Hip flexors, L3 Knee extensors, L4 Ankle dorsiflexors, L5 Long toe extensors, S1 Ankle plantar flexors

(VAC) Voluntary Anal Contraction (Yes/No)

RIGHT TOTALS (MAXIMUM) (50)

LEFT

MOTOR KEY MUSCLES

UEL (Upper Extremity Left) C5 Elbow flexors, C6 Wrist extensors, C7 Elbow extensors, C8 Finger flexors, T1 Finger abductors (little finger)

LEL (Lower Extremity Left) L2 Hip flexors, L3 Knee extensors, L4 Ankle dorsiflexors, L5 Long toe extensors, S1 Ankle plantar flexors

(VAC) Deep Anal Pressure (Yes/No)

LEFT TOTALS (MAXIMUM) (50)

SENSORY KEY SENSORY POINTS

Light Touch (LTL) Pin Prick (PPL)

RIGHT TOTALS (MAXIMUM) (56)

LEFT TOTALS (MAXIMUM) (56)

SENSORY SUBSCORES

UER + UEL = UEMS TOTAL (50) LER + LEL = LEMS TOTAL (25)

LTR + LTL = LTTOTAL (56) PPR + PPL = PPTOTAL (112)

MAX (56) MAX (25) MAX (56) MAX (96)

NEUROLOGICAL LEVELS

1. SENSORY R L

2. MOTOR R L

3. NEUROLOGICAL LEVEL OF INJURY (NLJ)

4. COMPLETE OR INCOMPLETE? (In injuries with absent motor OR sensory function in S4-5 only)

5. ASIA IMPAIRMENT SCALE (AIS)

6. ZONE OF PARTIAL PRESERVATION MOTOR R L

Must caudal levels with any innervation

COMMENTS (Non-key Muscle? Reason for NT? Pain? Non-SCI condition?)

This form may be copied freely but should not be altered without permission from the American Spinal Injury Association.

Page 12 REV 04/13

V.2 Другий аркуш бланку

Muscle Function Grading

- 0 = Total paralysis
- 1 = Palpable or visible contraction
 - 2 = Active movement, full range of motion (ROM) with gravity eliminated
 - 3 = Active movement, full ROM against gravity
 - 4 = Active movement, full ROM against gravity and moderate resistance in a muscle specific position
 - 5 = (Normal) active movement, full ROM against gravity and full resistance in a functional muscle position expected from an otherwise unimpaired person
- NT = Not testable (i.e. due to immobilization, severe pain such that the patient cannot be graded, amputation of limb, or contracture of > 50% of the normal ROM)
- 0*, 1*, 2*, 3*, 4*, NT* = Non-SCI condition present*

Sensory Grading

- 0 = Absent 1 = Altered, either decreased/impaired sensation or hypersensitivity
- 2 = Normal NT = Not testable
- 0*, 1*, NT* = Non-SCI condition present *
- *Note: Abnormal motor and sensory scores should be tagged with a "*" to indicate an impairment due to a non-SCI condition. The non-SCI condition should be explained in the comments box together with information about how the score is rated for classification purposes (at least normal / not normal for classification).

When to Test Non-Key Muscles:

In a patient with an apparent AIS B classification, non-key muscle functions more than 3 levels below the motor level on each side should be tested to most accurately classify the injury (differentiate between AIS B and C).

Movement	Root level
Shoulder: Flexion, extension, abduction, adduction, internal and external rotation Elbow: Supination	C5
Elbow: Pronation Wrist: Flexion	C6
Finger: Flexion at proximal joint, extension Thumb: Flexion, extension and abduction in plane of thumb	C7
Finger: Flexion at MCP joint Thumb: Opposition, adduction and abduction perpendicular to palm	C8
Finger: Abduction of the index finger	T1
Hip: Adduction	L2
Hip: External rotation	L3
Hip: Extension, abduction, internal rotation Knee: Flexion Ankle: Inversion and eversion Toe: MP and IP extension	L4
Hallux and Toe: DIP and PIP flexion and abduction	L5
Hallux: Adduction	S1

ASIA Impairment Scale (AIS)

A = Complete. No sensory or motor function is preserved in the sacral segments S4-5.

B = Sensory Incomplete. Sensory but not motor function is preserved below the neurological level and includes the sacral segments S4-5 (light touch or pin prick at S4-5 or deep anal pressure) AND no motor function is preserved more than three levels below the motor level on either side of the body.

C = Motor Incomplete. Motor function is preserved at the most caudal sacral segments for voluntary anal contraction (VAC) OR the patient meets the criteria for sensory incomplete status (sensory function preserved at the most caudal sacral segments S4-5 by LT, PP or DAP), and has some sparing of motor function more than three levels below the ipsilateral motor level on either side of the body. (This includes key or non-key muscle functions to determine motor incomplete status.) For AIS C – less than half of key muscle functions below the single NLI have a muscle grade ≥ 3 .

D = Motor Incomplete. Motor incomplete status as defined above, with at least half (half or more) of key muscle functions below the single NLI having a muscle grade ≥ 3 .

E = Normal. If sensation and motor function as tested with the ISNCSCI are graded as normal in all segments, and the patient had prior deficits, then the AIS grade is E. Someone without an initial SCI does not receive an AIS grade.

Using ND: To document the sensory, motor and NLI levels, the ASIA Impairment Scale grade, and/or the zone of partial preservation (ZPP) when they are unable to be determined based on the examination results.

ASIA
AMERICAN SPINAL INJURY ASSOCIATION

INTERNATIONAL STANDARDS FOR NEUROLOGICAL CLASSIFICATION OF SPINAL CORD INJURY

ISCS
INTERNATIONAL SPINAL CORD SOCIETY

Steps in Classification

The following order is recommended for determining the classification of individuals with SCI.

1. Determine sensory levels for right and left sides.

The sensory level is the most caudal, intact dermatome for both pin prick and light touch sensation.

2. Determine motor levels for right and left sides.

Defined by the lowest key muscle function that has a grade of at least 3 (on supine testing), providing the key muscle functions represented by segments above that level are judged to be intact (graded as 4, 5).

Note: In regions where there is no myotome to test, the motor level is presumed to be the same as the sensory level, if testable motor function above that level is also normal.

3. Determine the neurological level of injury (NLI).

This refers to the most caudal segment of the cord with intact sensation and anisgravidly (3 or more) muscle function strength, provided that there is normal (intact) sensory and motor function rostrally, respectively.

The NLI is the most cephalad of the sensory and motor levels determined in steps 1 and 2.

4. Determine whether the injury is Complete or Incomplete.

(i.e. absence or presence of sacral sparing)

If voluntary anal contraction = No AND all S4-5 sensory scores = 0

AND deep anal pressure = No, then injury is Complete.

Otherwise, injury is Incomplete.

5. Determine ASIA Impairment Scale (AIS) Grade.

Is injury Complete? If YES, AIS=A

NO ↓

Is injury Motor Complete? If YES, AIS=B

NO ↓

(No-voluntary anal contraction OR motor function more than three levels below the motor level on a given side, if the patient has sensory incomplete classification)

Are at least half (half or more) of the key muscles below the neurological level of injury graded 3 or better?

NO ↓

YES ↓

AIS=C

AIS=D

If sensation and motor function is normal in all segments, AIS=E

Note: AIS E is used in follow-up testing when an individual with a documented SCI has recovered normal function. If at initial testing no deficits are found, the individual is neurologically intact and the ASIA Impairment Scale does not apply

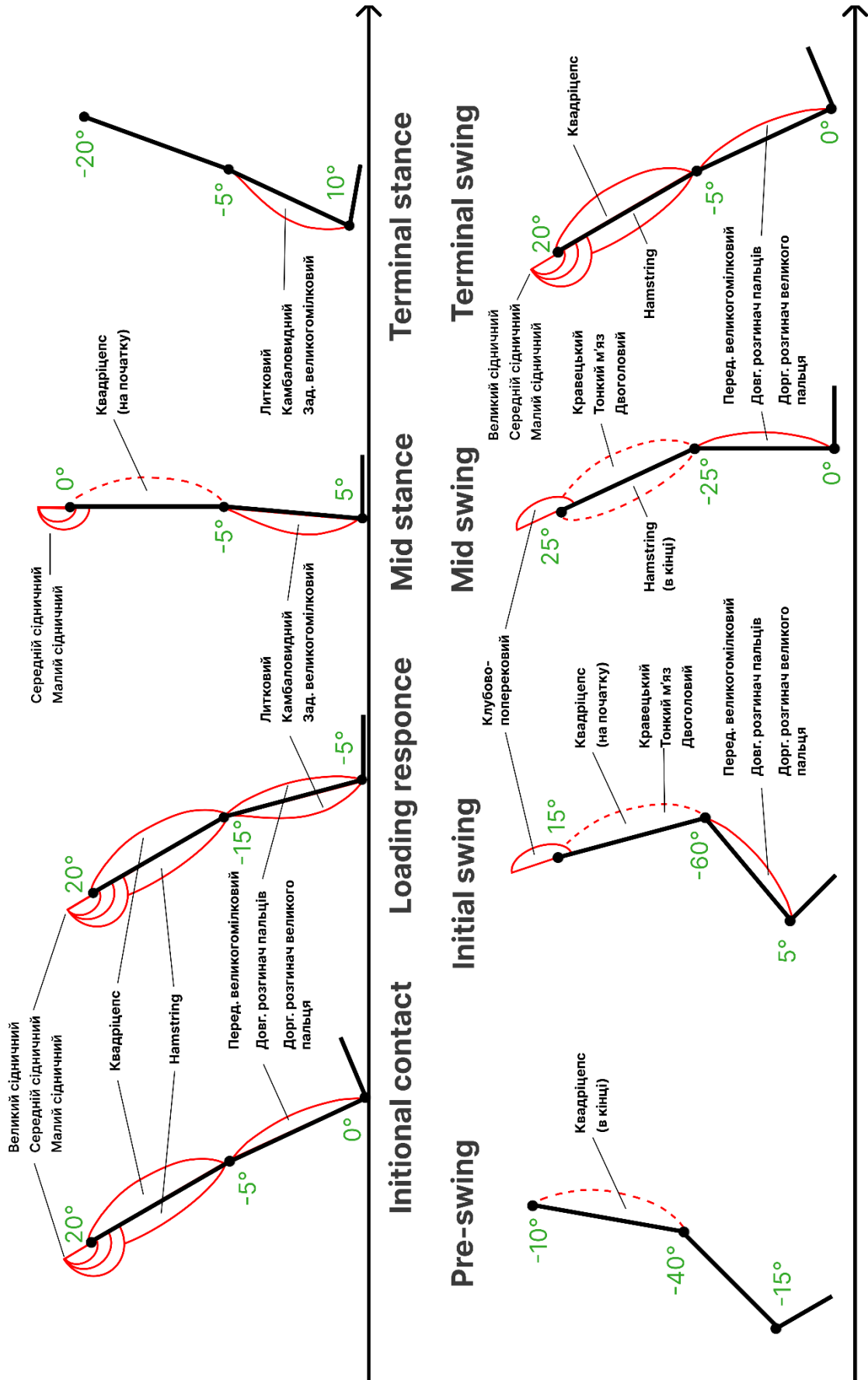
6. Determine the zone of partial preservation (ZPP).

The ZPP is used only in injuries with absent motor (no VAC) OR sensory function (no DAP, no LT and no PP sensation) in the lowest sacral segments S4-5, and refers to those dermatomes and myotomes caudal to the sensory and motor levels that remain partially uninvolved. With sacral sparing of sensory function, the sensory ZPP is not applicable and therefore "NA" is recorded in the book of the worksheet. Accordingly, if VAC is present, the motor ZPP is not applicable and is noted as "NA".

ДОДАТОК Г

Фази ходи

Фази ходи



ДОДАТОК Д

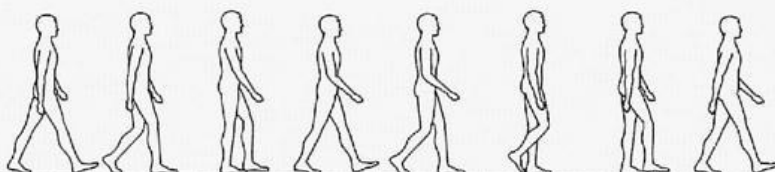
Бланк аналізу патологічної ходьби

GAIT ANALYSIS: FULL BODY

RANCHO LOS AMIGOS MEDICAL CENTER
PHYSICAL THERAPY DEPARTMENT

Reference Limb:

L R



	Weight Accept		Single Limb Support		Swing Limb Advancement			
	IC	LR	MSt	TSt	PSw	ISw	MSw	TSw
Trunk Lean: B/F Lateral Lean: R/L Rotates: B/F								
Pelvis Hikes Tilt: P/A Lacks Forward Rotation Lacks Backward Rotation Excess Forward Rotation Excess Backward Rotation Ipsilateral Drop Contralateral Drop								
Hip Flexion: Limited Excess Inadequate Extension Past Retract Rotation: IR/ER Ad/Abduction: Ad/Ab								
Knee Flexion: Limited Excess Inadequate Extension Wobbles Hyperextends Extension Thrust Varus/Valgus: Vr/Vl Excess Contralateral Flex								
Ankle Forefoot Contact Foot-Flat Contact Foot Slap Excess Plantar Flexion Excess Dorsiflexion Inversion/Eversion: Iv/Ev Heel Off No Heel Off Drag Contralateral Vaulting								
Toes Up Inadequate Extension Clawed								

MAJOR PROBLEMS:

Weight Acceptance

Single Limb Support

Swing Limb Advancement

Excessive UE Weight Bearing

Name _____

Diagnosis _____

ДОДАТОК Є

Класифікація вправ для розвитку сили

