

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
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: **«ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ З
ХРЕБЕТНО СПИННО-МОЗКОВОЮ БОЙОВОЮ ТРАВМОЮ
ПОПЕРЕКОВОГО ВІДДІЛУ З НЕПОВНИМ УРАЖЕННЯМ»**

Здобувач вищої освіти
другого (магістерського) рівня
Конотопенко Олександр Олександрович

Науковий керівник: Брушко В.В.
ст.викладач

Рецензент: Андреева О.В.
д.фіз.вих., професор

Рекомендовано до захисту на засіданні кафедри
(протокол №18 від 04.04.2024р.)

Завідувач кафедри: Лазарева О.Б.
д.фіз.вих., професор

Київ – 2024

ЗМІСТ

<i>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ</i>	3
<i>ВСТУП</i>	4
<i>РОЗДІЛ 1</i>	7
<i>СУЧАСНІ АСПЕКТИ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ З ХРЕБЕТНО СПИННО-МОЗКОВОЮ БОЙОВОЮ ТРАВМОЮ ПОПЕРЕКОВОГО ВІДДІЛУ З НЕПОВНИМ УРАЖЕННЯМ</i>	7
1.1 Анатомічні особливості будови спинного мозку	7
1.2 Загальна характеристика ХСМТ	29
1.3 Сучасні підходи фізичних заходів відновлення рухової функції у пацієнтів з ХСМТ з неповним рівнем ураження	43
1.4 Характеристика та особливості фізичної терапії військовослужбовців з ХСМБТ	49
Висновки до розділу 1	53
<i>РОЗДІЛ 2</i>	55
<i>МЕТОДИ І ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ</i>	55
2.1 Методи дослідження	55
2.1.2 Клінічні методи дослідження	56
2.1.3 Методи математичної статистики	59
2.2 Організація дослідження	59
<i>РОЗДІЛ 3</i>	62
<i>РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ</i>	62
3.1 Алгоритм застосування засобів фізичної терапії для відновлення рухових функцій поперекового відділу хребта та нижніх кінцівок військовослужбовців з ХСМБТ поперекового відділу з неповним ураженням	62
3.2 Оцінка ефективності дослідження та обговорення розробленого алгоритму	71
<i>ВИСНОВКИ</i>	77
<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</i>	80

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ХСМБТ – хребетно спинно-мозкова бойова травма

TSM – травма спинного мозку

ВАШ – візуально-аналогова шкала болю

HIGT – високоінтенсивне тренування ходьби (High Intensity Gait Training)

HIIT – високоінтенсивне інтервальне тренування (High Intensity Interval Training)

1ПМ – одно повторний максимум

КГ – контрольна група

ОГ – основна група

ФТ – фізична терапія

ВСТУП

Актуальність роботи. Реалії сьогодення диктують нам умови війни, в котрій кількість поранених воїнів та цивільних збільшуються з кожним днем. Пацієнти з травмами різних ступеней тяжкостей потребують допомоги у фахівців сфери охорони здоров'я. Фізичні терапевти, як і всі інші члени громадянського суспільства мають важливу місію перед народом України. Повернення до самостійного життя є невід'ємним завданням фізичної терапії. У даній роботі автор сконцентрується на роботі з військовими, що отримали хребетно-спинно-мозкову травму внаслідок участі у бойових діях російсько-Української війни.

Сучасні аспекти фізичної терапії військовослужбовців з хребетно-спинномозковою травмою з неповним ураженням є надзвичайно важливими, враховуючи високу частоту таких травм у військових конфліктах та їхні значні наслідки для особистої життєздатності та оперативної готовності армії. Фізична терапія відіграє критичну роль у реабілітації військовослужбовців, дозволяючи значно покращити якість життя та знизити рівень інвалідності серед постраждалих.

Травми хребта можуть призвести до значних функціональних обмежень та тривалих відновлювальних процесів. Важливість фізичної терапії підкріплена історичними даними, які вказують на те, що способи лікування хребетно-спинномозкових травм були розроблені в умовах воєнних конфліктів, де значні прогresi були досягнуті внаслідок необхідності адаптації до масових травм і високих вимог до швидкого відновлення поранених солдатів. [2]

Практика фізичної терапії була значно удосконалена під час світових воєн, коли спеціалізовані центри з неврореабілітації були створені для забезпечення інтенсивної терапії, спрямованої на покращення результатів лікування та повернення паралізованих солдатів до цивільного життя. Завдяки цим зусиллям, смертність від хребетних травм зменшилась з більше ніж 80% до менше ніж 10%. [2]

Враховуючи високу інцидентність хребетних травм серед військовослужбовців та значний вплив цих травм на військову готовність, актуальність розробки ефективних методів фізичної терапії для цієї групи пацієнтів не може бути переоцінена. [3]

Об'єкт дослідження – процес відновлення функціонального стану військовослужбовців з неповним ураженням хребта через застосування фізичної терапії.

Предмет дослідження – структура та зміст алгоритму фізичної терапії, що використовуються для реабілітації військовослужбовців з травмами поперекового відділу хребта.

Мета роботи – розробка та обґрунтування комплексної програми фізичної терапії для поліпшення реабілітації військовослужбовців з неповними ураженнями поперекового відділу хребта.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати сучасні підходи до фізичної терапії у лікуванні хребетно-спинномозкових травм.
2. Вивчити ефективність різних методів фізичної реабілітації для військових з частковими ураженнями хребта.

3. Розробити індивідуалізовану програму фізичної терапії, враховуючи специфічні потреби цієї категорії пацієнтів.
4. Оцінити вплив запропонованої програми на функціональний стан і якість життя учасників дослідження.

Теоретична значущість роботи полягає у поглибленому розумінню механізмів відновлення функцій у пацієнтів з хребетно-спинномозковими ураженнями та покращенню теоретичних основ фізичної терапії у військовій медицині.

Практичне значущість роботи полягає у можливості впроваджені розробленої програма фізичної терапії може бути в медичну практику військових госпіталів, що значно покращить результати реабілітації військовослужбовців з травмами хребта, знижуючи час їх відновлення та підвищуючи ефективність відновлювального процесу.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНІ АСПЕКТИ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ З ХРЕБЕТНО СПИННО-МОЗКОВОЮ БОЙОВОЮ ТРАВМОЮ ПОПЕРЕКОВОГО ВІДДІЛУ З НЕПОВНИМ УРАЖЕННЯМ

1.1 Анатомічні особливості будови спинного мозку

Спинний мозок є частиною центральної нервової системи (ЦНС), яка простягається в каудальному напрямку і захищена кістковими структурами хребетного стовпа. Він вкритий трьома оболонками ЦНС: твердою, павутинною та внутрішньою павутинною. У більшості дорослих ссавців він займає лише верхні дві третини хребетного каналу, оскільки ріст кісток, з яких складається хребетний стовп, пропорційно швидший, ніж ріст спинного мозку. Відповідно до ростокаудального розташування спинний мозок можна розділити на чотири відділи: шийний, грудний, поперековий і крижовий, два з яких характеризуються верхнім (шийний) і нижнім (поперековий) розширенням. Уздовж серединної сагітальної площини передня і задня серединні щілини ділять пуповину на дві симетричні частини, які з'єднуються поперечними передньою і задньою спайками. По обидва боки спинного мозку передня латеральна і задня латеральна щілини являють собою точки, де з нього виходять вентральні і дорсальні корінці (пізніші корінці), що утворюють спинномозкові нерви. На відміну від головного мозку, у спинному мозку сіра

речовина оточена білою речовиною по всьому периметру. Білу речовину умовно поділяють на дорсальний, дорсолатеральний, латеральний, вентральний і вентролатеральний канатики. Кожна половина сірої речовини спинного мозку має форму півмісяця, хоча розташування сірої речовини та її співвідношення з білою речовиною змінюються на різних рострокаудальних рівнях. Сіру речовину можна розділити на дорсальний ріг, проміжну сіру речовину, вентральний ріг і центромедіальну область, що оточує центральний канал (центральна сіра речовина) Біла речовина поступово зникає в кінці спинного мозку, а сіра речовина зливається в єдину масу (кінський мозок), де паралельні спинномозкові корінці утворюють так званий кінський хвіст.[1]

Спинні корінці залишають дорсальний ріг і дорсолатеральну білу речовину, об'єднуються у два пучки і входять у дорсальний корінцевий ганглії (DRG) у міжхребцевому отворі. Безпосередньо дистальніше від ганглія дорсальний і вентральний корінці об'єднуються і утворюють стовбур - спинномозковий нерв. Спинномозкові нерви, які тепер знаходяться за межами хребетного стовпа, сходяться і утворюють сплетіння, а з них виходять периферичні нерви. Кількість спинномозкових нервів і спинномозкових сегментів здебільшого відповідає кількості хребців, за деякими винятками: у людини є вісім шийних, 12 грудних, п'ять поперекових, п'ять крижових і один куприковий спинномозкові сегменти. Кількість цих сегментів дещо варіюється у різних видів. [2]

Спинний мозок, як інтегральна частина центральної нервової системи, забезпечує зв'язок між головним мозком та периферичною нервовою системою, і є відповідальним за багато рефлексорних дій та передачу сенсорної інформації. Спинний мозок укладений у хребтовий канал, обмежений хребцями, і захищений трьома шарами менінг—дурою матер,

арахноїдою та піа матер, які утворюють захисний бар'єр і підтримують стабільний мікроенвіронмент. [3] [4]

Анатомічно спинний мозок поділяється на декілька сегментів, кожен з яких відповідає певній групі спинномозкових нервів. Ці нерви мають коріння, що виходять із спинного мозку і мають сенсорні та моторні компоненти. Сенсорні волокна надсилають сигнали до спинного мозку, тоді як моторні волокна передають команди від мозку до м'язів. [5]

Спинний мозок містить сіру та білу речовину, де сіра речовина складається з нервових клітин і розташовується в центрі, утворюючи метеликоподібну форму з рогами, які містять моторні та сенсорні нейрони. Біла речовина, зосереджена навколо сірої речовини, складається з нервових волокон, що забезпечують комунікацію між різними частинами спинного мозку та головним мозком, передаючи сенсорну інформацію і моторні сигнали вгору і вниз по хребту. [6]

Важливим аспектом анатомії спинного мозку є його васкуляризація, забезпечена сегментальними спинними артеріями, що відходять від вертебральних артерій. Це дозволяє підтримувати постійний кровообіг та доставку кисню до нервової тканини, що є критично важливим для підтримання її функцій та відновлення через травми чи захворювання. [4]

Особливе значення має розуміння анатомії хребетного каналу, який захищає спинний мозок і містить різноманітні структури, такі як міжхребцеві диски та зв'язки, що стабілізують хребетну колону та допомагають уникнути компресії нервових структур. Структурна інтеграція цих елементів забезпечує механічну підтримку та дозволяє рухливість хребта без ушкодження спинного мозку. [4]

Під час розробки стратегій фізичної терапії для осіб з травмами спинного мозку критично важливим є глибоке розуміння анатомії спинного мозку, оскільки це дозволяє адаптувати терапевтичні підходи з урахуванням конкретних травм та індивідуальних потреб пацієнта. Відновлення моторних та сенсорних функцій, а також запобігання подальшим ушкодженням, є основними цілями у фізичній терапії після травми спинного мозку, що вимагає деталізованого планування та втручання з боку фахівців у цій області. [4]

Знання про особливості кровопостачання та нервової іннервації спинного мозку також має велике значення при плануванні операційних втручань та управлінні наслідками травм, оскільки неправильне розуміння цих процесів може призвести до серйозних і незворотних наслідків. [4]

Зв'язки спинного мозку з іншими відділами ЦНС

Спинний мозок має власні внутрішні шляхи, які називаються пропріоспінальними зв'язками. Решта системи волоконних шляхів з'єднує спинний мозок з іншими частинами ЦНС і описується тут як низхідні та висхідні шляхи. Звичайно, існують помітні видові відмінності, найвідоміші з яких стосуються кортикоспінальної системи.

Внутрішні шляхи. Ці шляхи не тільки встановлюють зв'язки між різними групами нейронів і сегментами спинного мозку, але також діють як реле між низхідними шляхами і власними нейронами спинного мозку. Відповідно, чітко визначені висхідні та низхідні пучки білої речовини відповідають за пропріоспінальні функції.

Тракт Ліссауера може бути локалізований між вхідними дорсальними корінцями і пластинкою I. Він в основному складається з немієлінізованих низхідних і висхідних волокон, і обидва типи простягаються на кілька

сегментів. Більшість цих волокон походить від дорсальних корінців, тоді як решта має власну природу і закінчується на маргінальних клітинах і клітинах желатинозної речовини. Коматозний тракт - це тонкий пучок волокон у формі коми, розташований між клиновидним і грацильним пучками. Він містить низхідні волокна від шийних дорсальних корінців. Септомаргінальний тракт розташований у дорсальній білій речовині і його положення змінюється на рівні різних сегментів. Він складається з низхідних дорсальних корінців і власних волокон. Мозолисто-зв'язковий тракт знаходиться вздовж дорсальної спайки і містить низхідні та висхідні пропріоспінальні волокна, що проходять іпсилатерально. Передній і латеральний спинномозкові пучки присутні по всьому спинному мозку, найбільш розвинуті на рівнях розширень. Вони містять як висхідні, так і низхідні довгі та короткі волокна. Вони беруть початок в іпсилатеральному гемікорді і закінчуються в сірій речовині.

Висхідні шляхи утворені центральними аксонами гангліозних клітин дорсального корінця, що входять у спинний мозок через дорсальні корінці. Вони або вступають у висхідний волокнистий тракт (висхідні шляхи спинного мозку), або закінчуються в сірій речовині спинного мозку. Близько двох третин цих волокон є тонкими, немієлінізованими, повільно провідними С-волоконнами. Мієлінізовані компоненти волокон можна класифікувати як швидкопровідні, великі, мієлінізовані А β -волоконна та повільнопровідні, тонкомієлінізовані А δ -волоконна. Первинні сенсорні волокна закінчуються або в ядрах дорсального стовпа довгастого мозку, або в поверхневому дорсальному розі відповідно до сегрегованої схеми. Тонкі волокна, пов'язані з температурою і болем, закінчуються в пластинках I і II, тоді як грубі волокна закінчуються в більш глибоких шарах (пластинки III-V), а також у вентральному розі (пропріоцептивні аференти). Крім того, первинні аферентні

волокна, що йдуть від шкірних рецепторів, закінчуються майже виключно в пластинці II у щурів і котів, тоді як вісцеральні та м'язові аферентні закінчення в основному обмежуються пластинками I і V.[5,6]

Шляхи дорсального стовпа включають медіально розташований *fasciculus gracilis* (Goll) і латерально розташований *fasciculus cuneatus* (Burdach). У граціозному пучку містяться дорсальні корінцеві аференти від нижніх кінцівок і нижньої частини тіла, а в клиноподібному пучку - від верхніх кінцівок і верхньої частини тулуба. Волокна синапсують на нейронах *nucleus gracilis* і *nucleus cuneatus* відповідно. Ці шляхи відіграють важливу роль у дискримінативних сенсорних завданнях, таких як розрізнення двох точок, визначення швидкості та напрямку рухів і оцінка шкірного тиску.[7] Спіноталамічний тракт бере початок від нейронів у пластинках I, V, VII і VIII, [8] однак розподіл нейронів спіноталамуса демонструє значні видові відмінності. У людини аксони перетинають вентролатеральну колонку і закінчуються у вентральному задньолатеральному і центральному латеральному ядрах таламуса. В інших ссавців вони закінчуються переважно в задньому ядерному комплексі таламуса. Функціонально цей тракт передає точну локалізацію больових і температурних стимулів. Вентролатеральна кордотомія надала докази того, що інші шляхи також можуть передавати больові стимули.[9] Спіноретикулярний тракт бере свій початок від клітин, розташованих білатерально по всій сірій речовині спинного мозку. Висхідні волокна у вентральних і латеральних колінчастих тілах закінчуються в декількох ядрах ретикулярної формації. Багато висхідних волокон спіноталамуса також дають колатералі до ретикулярних ядер. Цей шлях відповідає за передачу різноманітної сенсорної інформації. Спіноцервікоталамічний шлях використовує проміжне ядро в спинному

мозку, латеральне шийне ядро, яке є у нижчих ссавців, але часто відсутнє в спинному мозку людини. Аферентні волокна до цього ядра йдуть від іпсилатеральної пластинки IV у всіх сегментах спинного мозку. Нейрони з латерального шийного ядра проектуються до контралатерального таламуса через медіальний лемніск. Ця система бере участь у тактильних умовних рефлексах, тактильному і пропріоцептивному розміщенні та розрізненні розмірів. Спіноцеребелярні шляхи (дорсальний і вентральний) несуть інформацію, що надходить переважно від нижніх кінцівок. Дорсальний спинномозочковий шлях утворений аксонами іпсилатерального ядра Кларка (присутнього в сегментах Th1-L2 у людини) і проектується на черв'як і паравермальні ділянки мозочка. Він передає інформацію від м'язових веретен, сухожильних органів Гольджі, суглобів і механорецепторів нижніх кінцівок. Аксони клітин, розташованих у V та VII пластинках попереково-крижового відділу спинного мозку, утворюють вентральний спіноцеребелярний тракт. Він проектується на мозочок і паравермальну область мозочка і, ймовірно, несе інформацію про взаємозв'язок різних груп м'язів. Аналогічну інформацію від верхніх кінцівок передають кунеоцеребелярний і ростральний спіноцеребелярний тракти спинного мозку.

Низхідні шляхи. Кортико-спинномозковий шлях найбільш розвинений у вищих приматів, і видові відмінності для цього шляху найбільш виражені. Клітини походження розташовані в руховій корі, а їх аксони утворюють пірамідний тракт. У більшості ссавців волокна від нейронів постцентральної звивини також беруть участь у формуванні цього тракту. У людини основна маса волокон перехрещується в нижньому мозку і формує латеральний кортикоспінальний тракт, тоді як неперехрещені волокна залишаються у вентральному фунікулусі, а потім перехрещуються у вентральній спайці. У

деяких видів організація цього шляху відрізняється. [10] Функціонально кортикоспінальний шлях здійснює тонкий і посилений руховий контроль, впливаючи на інші низхідні шляхи.[11] Волокна ретикулоспінальних шляхів беруть початок від дорсальної і центральної частин довгастого мозку і мостоподібного тіла. Кінцевий розподіл медіальних ретикулоспінальних волокон дуже щільний у вентральному розі збільшеного мозку, тоді як волокна латерального ретикулоспінального тракту закінчуються в пластинках I і V.[12] Волокна вестибулоспінального тракту беруть початок від латерального і медіального вестибулярних ядер. Як латеральні, так і медіальні волокна тракту закінчуються іпсилатерально в пластинках VII і VII і утворюють моно- або полісинаптичні гальмівні зв'язки з мотонейронами, особливо з мотонейронами м'язів шиї і спини. Руброспінальний тракт добре розвинений у нижчих ссавців і менш розвинений у людини. Його волокна беруть початок від каудальної магноклітинної частини червоного ядра і проектується відповідно до соматотопічної картини контралатерально до пластинок V-VII. Тракт здійснює збуджуючий вплив на мотонейрони згиначів і пригнічує мотонейрони розгиначів. Тектоспінальний тракт бере початок від верхнього колінчастого тіла і закінчується контралатерально у вентральному розі верхнього відділу шийного відділу спинного мозку, де його волокна встановлюють мультисинаптичні зв'язки з мотонейронами м'язів шиї.

Крім основного низхідного шляху, є багато другорядних пучків волокон, що походять з інтерстиціального ядра Каджала, одиночних і ретроамбіотичних ядер, а також паравентрикулярного ядра гіпоталамуса. Норадренергічні волокна спускаються від блакитної плями та латеральних ядер моста до сірої речовини та проміжного ядра відповідно. Серотонінергічні проекції виходять з великого і білого колінчастих тіл та ядер смугастого тіла і закінчуються або

в пластинках I і V (волокна великого колінчастого тіла), або у вентральному розі (решта волокон).

Функції спинного мозку. Спинний мозок - це високоорганізована і складна частина центральної нервової системи. Його складність зумовлена роллю, яку він відіграє у 3 найважливіших функціях людини: чутливості, вегетативному та моторному контролі. Якби вона просто передавала мозку інформацію, яку він отримує від великої кількості та різноманітності аферентних входів, і передавала мотонейронам і прегангліонарним нейронам результат обробки, виконаної супраспінальними центрами, ситуація була б більш простою. Однак, як добре відомо, це не так, і спинний мозок, окрім передачі інформації від решти тіла до головного мозку та отримання еферентних команд від різних ділянок мозку, має здатність інтегрувати та модифікувати як аферентні сигнали з периферії, так і еферентні сигнали від сегментарних аферентів та супраспінальних центрів. Таким чином, існує складна мережа нейронів, яка зазвичай працює у взаємодії з рештою ЦНС, що дозволяє досконало контролювати сенсорні, вегетативні та моторні функції. Ця складна схема критично залежить від зв'язку з мозком і не може функціонувати належним чином, коли вона повністю або навіть частково від'єднана від нього. На превеликий жаль, ми так мало розуміємо потенціал складної внутрішньої схеми спинного мозку, що коли він втрачає зв'язок з головним мозком, ми не можемо використати його потенційну функцію і відновити дефіцит, спричинений ураженням спинного мозку.

Незважаючи на те, що фізіологія спинного мозку інтенсивно досліджується вже щонайменше століття, вона продовжує відкривати нові дивовижні явища.

У цьому розділі ми лише коротко розповімо про основні функції спинного мозку.

Сенсорна обробка. Дуже спрощено можна сказати, що соматичні аферентні функції, які обробляються в спинному мозку, включають в себе наступні: (а) біль і температура, (б) дотик і (с) пропріоцепція. Різні органи чуття в периферичних структурах ініціюють ці сенсорні модальності, але їх обробка зазвичай здійснюється мережею нейронів у спинному мозку, які є спільними для декількох з цих різних модальностей відчуттів.

Біль і температура. Периферичні рецептори для різних модальностей відчуттів - це спеціалізовані органи чуття, з якими контактують аксони від нейронів дорсального корінцевого ганглія. Ці нейрони мають периферичний відросток і центральну гілку, яка входить у спинний мозок, де вони розгалужуються. Ці нейрони, які безпосередньо пов'язані з периферичними структурами, називаються нейронами першого порядку, і їхня роль в обробці сенсорної інформації значною мірою визначається їхньою схемою розгалуження. На рисунку 1а показані деякі органи чуття нейронів першого порядку, які беруть участь у відчутті болю і температури, а також показано, що основна мішень відростків центральної частини цього нейрона першого порядку закінчується і синапсує з нейронами в желатиновій речовині. Саме з цієї частини спинного мозку нейрони другого порядку дають початок своїм відросткам, які передають інформацію в інші частини спинного і головного мозку. Однак існують висхідні та низхідні гілки нейронів другого порядку, які

синапсуються з клітинами в різних сегментах спинного мозку та з більш вентральними інтернейронами, які відповідають за контроль руху та інтеграцію соматичних аферентних входів з іншими частинами центральної нервової системи.[13] Таким чином, ці нейрони другого порядку відіграють вирішальну роль в обробці сенсорної інформації в спинному мозку. Не тільки соматичні аферентні волокна сходяться до нейронів у желатиновій оболонці, але й вісцеральні відчуття та біль також сходяться до цієї групи нейронів другого порядку. Крім того, існує сильний вплив з боку різних структур мозку, які впливають на нейрони в желатиновій оболонці, модифікуючи вхідні сигнали з периферії і, таким чином, результат відчуття. Частково через таку конвергенцію входів до цієї частини спинного мозку відчуття не є просто результатом певних периферичних входів.

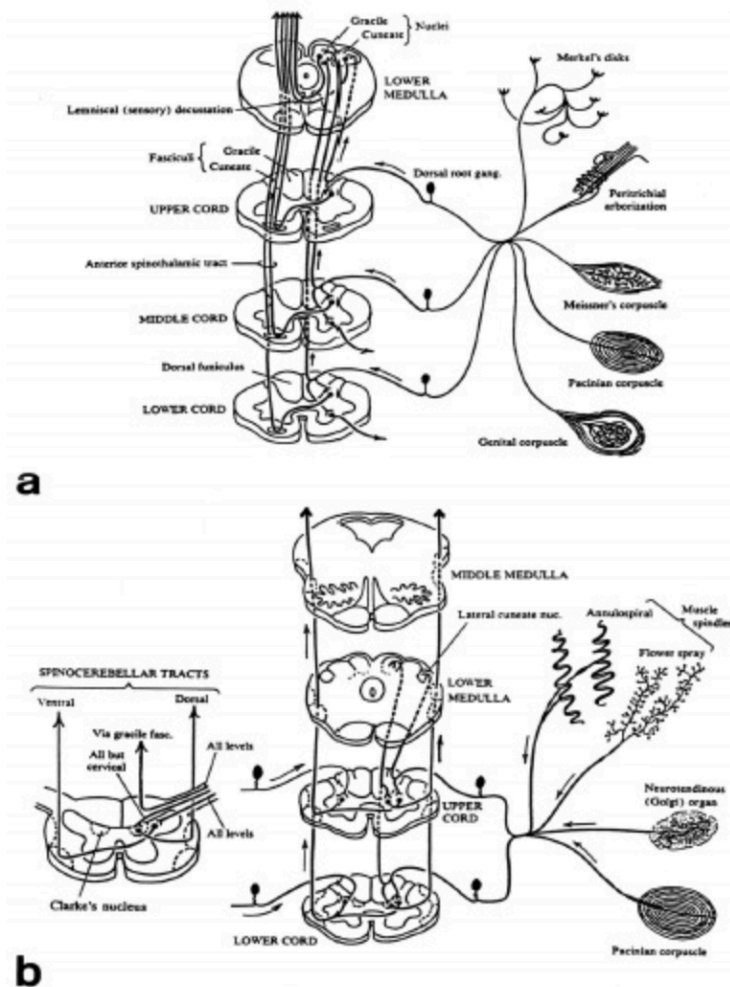


Рисунок 1.1 – схема типів чутливих нервових закінчень у периферичних тканинах, що іннервуються чутливими нервами (периферичні відростки).

На Рисунку 1.1 також показані центральні відростки та їх шаруватість у спинному та головному мозку. Вставка зліва показує розташування ядра Кларка по відношенню до вентрального і дорсального спинномозкового тракту і дорсальних стовпів.

Дотик і тактильна дискримінація. Відчуття легкого дотику ініціюється спеціалізованими органами чуття в шкірі чи сполучній тканині або вільними

нервовими закінченнями в дермі. До органів чуття ведуть аксони від клітин спинномозкових корінців, а інформація надходить до спинного мозку через центральну гілку нейронів клітин спинномозкових корінців. Ці центральні гілки утворюють довгі відростки, які дають відростки до інтернейронів заднього рогу в пластинках VI і VII. Таким чином, нейрони другого порядку в спинному мозку, які обробляють інформацію про дотик, знаходяться в пластинках VI і VII.

Ті самі структури, що відповідають за відчуття дотику, також беруть участь у більш складних сенсорних функціях, таких як розрізнення двох точок, усвідомлення руху частин тіла, а також положення різних частин тіла відносно одна одної. Однак ці функції також критично залежать від пропріоцепції.

Пропріоцепція. Органи чуття, які передають цю модальність відчуттів, розташовані в м'язах, сухожиллях і суглобах (рис 1.1, рис.1.2). Їх будова досить складна і вказує на їх важливу функцію в передачі початкового сигналу. У м'язах кільцеподібні та квіткоподібні закінчення веретена контролюють довжину м'яза, і це завдання ускладнюється тим, що самі веретена являють собою групу м'язових волокон, огорнутих сполучнотканинною капсулою і контактують з 2 типами сенсорних волокон. На додаток до сенсорної іннервації м'язові волокна всередині веретена отримують власну рухову іннервацію від невеликих мотонейронів і аксонів, які називаються гамма-еферентними. Таким чином, при розслабленні або скороченні м'язових волокон у веретеноподібному тілі повідомлення про стан м'яза змінюється ще до того, як воно досягне спинного мозку. У сухожиллях м'язів є органи (сухожилльні органи Гольджі), які контролюють розтягнення сухожилля, а тільця Пачіні в суглобах і поблизу кісткових структур контролюють тиск, що чиниться на ці структури. Аксони чутливих нервів, які несуть інформацію від

веретена до спинного мозку, є одними з найбільших і найшвидших провідних нервів в організмі. Центральна гілка утворює медіальний відділ спинномозкового корінця при входженні в спинний мозок. Після входу в спинний мозок центральна гілка розгалужується, і деякі з них входять в передній ріг, де вони синапсують безпосередньо на мотонейрони, ініціюючи моносинаптичний рефлекс, або на інтернейрони, щоб здійснювати через інтернейрони більш складний контроль над руховою активністю.[14] Ці моносинаптичні зв'язки досить унікальні, оскільки вони мають високий ступінь специфічності, і аферентні волокна від даного м'яза контактують тільки з мотонейронами, які іннервують м'яз, що є джерелом цього аферентного входу. Інші гілки входять у задній фунікул і піднімаються до ядра Кларка в задньому сірому розі. Деякі низхідні та висхідні гілки синапсують на інтернейронах у пластинках V, VI та VII. Аксони цих клітин перетинають середню лінію і піднімаються у вентральному спіноцеребеллярному тракті для зв'язку з церебело-оливною системою.

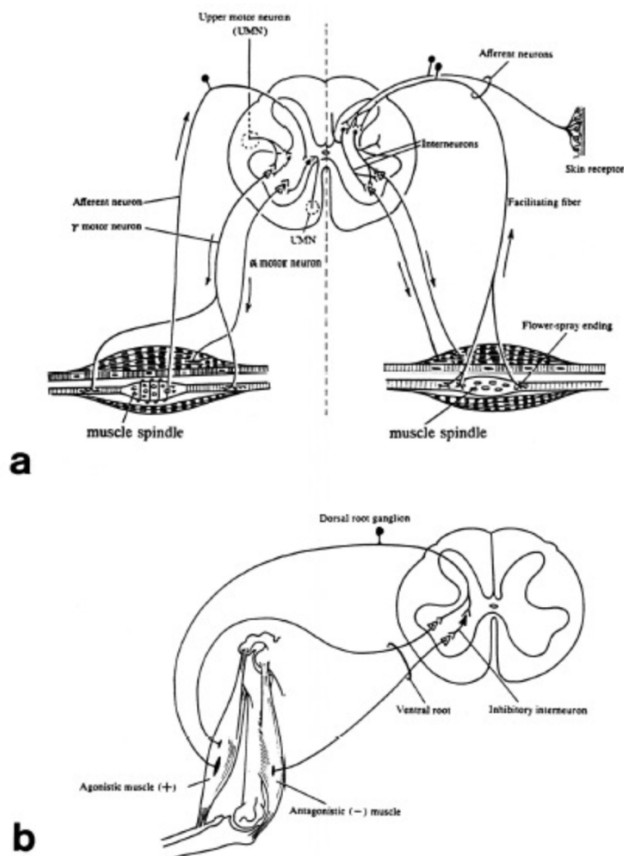


Рисунок 1.2 – Сенсорна і моторна іннервація м'язового веретена ссавців.

На цьому рисунку також показано схематичне зображення поперечного перерізу спинного мозку з різними входами до γ -мотонейронів (ліворуч) і α -мотонейронів (праворуч). В б показано реципрокне гальмування антагоністичних м'язів під час моносинаптичного рефлексу розтягування.

Таким чином, різні частини сенсорної системи інформують мозок про зовнішні та внутрішні подразники, що впливають на кінцівки та тулуб. Однак ця інформація проходить значну обробку схемами спинного мозку і постійно модифікується ним. [15]

Наше розуміння фізіології спинного мозку донедавна базувалося на спостереженнях Шеррінгтона [16] (1910) та його колег про те, що структури спинного мозку здатні виробляти стереотипні реакції на зовнішні подразники. Ці реакції були названі рефlekсами, їх ретельно визначили і спостерігали за ними. Найпростішим з цих рефлексів є моносинаптичний рефлекс розтягування, що викликається активацією аферентних волокон ІА, які беруть початок від м'язового веретена, і при активації викликає скорочення синонімічного м'яза. Однак навіть вивчення цього простого рефлексу виявило великий ступінь складності в схемі спинного мозку. Сила скорочення м'язів у відповідь на один і той самий стимул не завжди однакова і залежить від попередньої активності спинного мозку. Для того, щоб пояснити деякі результати, пов'язані з мінливістю рефлекторної активності, необхідно було враховувати такі явища, як часова і просторова сумація збуджуючих впливів, а також гальмівні впливи з інших джерел.[16] Таким чином, навіть найпростіший "рефлекс" виявляв значну варіабельність. Тим не менш, інформація про поведінку структур, які опосередковують відповіді на різні стимули в спинному мозку, отримана в результаті вивчення рефлекторної активності, мала величезне значення. Вона навчила нас, що спостереження часової і просторової сумації збуджуючих входів зумовлене здатністю нейронів підсумовувати збуджуючі постсинаптичні потенціали (ЗПСП), і тому, коли 2 входи, кожен з яких занадто слабкий, щоб викликати відповідь самостійно, впливають на нейрон одночасно або з невеликою затримкою, він може викликати відповідь, оскільки деполяризація клітини досягає порогового рівня, який запускає потенціал дії. Ці правила діють навіть у випадку найпростішої рефлекторної реакції, наприклад, рефлексу розтягування, який є моносинаптичним, а інтеграція здійснюється лише однією клітиною - мотонейроном. Всі інші рефлекси є полісинаптичними, і тому кожен нейрон,

що бере участь у відповіді, може зробити свій внесок у кінцевий результат, тобто рухову реакцію на певний стимул (див. рис. 2). Вивчення цих відносно простих спинномозкових рефлексів виявило й інші особливості системи, а саме: нейрони не тільки збуджуються, але й можуть бути пригнічені певними входами. Таке гальмування може бути або постсинаптичним, коли мембранний потенціал постсинаптичного нейрона підвищується і, таким чином, той самий збудливий вхід не може деполяризувати нейрон достатньо, щоб ініціювати потенціал дії, або пресинаптичним, коли зменшується кількість збудливого трансмітера, що вивільняється з пресинаптичної терміналі.

На додаток до моносинаптичного рефлексу розтягування, схема спинного мозку може генерувати структуровані відповіді, які включають рух декількох суглобів. Найбільш вивченим рефлексом цього типу є згинальний рефлекс, або рефлекс відведення у відповідь на різні сенсорні подразники, зокрема, у відповідь на біль. Під час цього рефлексу кінцівка відводиться від місця дії подразника. Згинальний рефлекс - це складний рух, який включає в себе високоорганізовану послідовність активації та гальмування мотонейронів до певних м'язів. Він впливає на м'язи контралатеральної кінцівки, завдяки чому тварина підтримується в той час, коли кінцівка задіяна у згинальному рефлексі і відривається від землі. Ще одна закономірна реакція, яка може бути організована спинним мозком, - це крокування. Браун [17] (1911) показав, що у гостроспинальних тварин спинний мозок може викликати ритмічні рухи при ходьбі. Ці рухи представляють інтерес, оскільки вони не залежать повністю від сенсорних входів і генеруються нейронами, розташованими в спинному мозку. Група нейронів, відповідальних за організацію цих рухів, отримала назву центрального генератора патернів (CPG). [18]

Більшість інформації про спинний мозок ссавців було отримано на експериментальних тваринах, таких як щури або коти. Однак питання про те, чи здатен спинний мозок приматів і людей виробляти однакові реакції, коли він від'єднаний від головного мозку, менш задокументоване. Поки що наявна інформація свідчить про те, що ізольований спинний мозок приматів або людини не здатний генерувати такі примітивні крокові рухи, як ті, що описані для kota. Тим не менш, деякі спинномозкові рефлекси зберігаються після повного ураження спинного мозку у людей. До них відносяться рефлекс розтягування, який часто перебільшують, і рефлекс згинання. Однак ці реакції не є стереотипними і змінюються, коли їх викликають повторно.[19] Таким чином, навіть спинний мозок людини здатен генерувати складні реакції, які формуються під впливом повторної активності, за допомогою механізмів, які ми не розуміємо.

Локалізація супраспінальних локомоторних областей добре відома в тому сенсі, що електрична стимуляція таких областей може викликати ходьбу або навіть галоп у декортикальних котів, підвішених над біговою доріжкою.⁶¹ Стимуляція цих областей у приматів, підготовлених так само, як і у котів, також викликала ходьбу і біг. [20] Таким чином, як і у котів, у мавп мезенцефалічний локомоторний центр активував рухову функцію спинного мозку. Однак мавпи ходили на всіх 4 кінцівках. Таким чином, як і у котів, мезенцефальний локомоторний центр був здатний активувати локомоторну функцію спинного мозку приматів, але без зв'язку з цим центром стимули, які викликали локомоторну активність у спинного kota, не могли зробити цього у спинномозкової мавпи.

До цього часу в цьому розділі описувався потенціал спинного мозку виробляти інтегровані відповіді, не залежачи від впливів головного мозку.

Однак важливо підкреслити, що така ситуація зустрічається рідко, і навіть після травми спинного мозку у людини відділення спинного мозку від головного рідко буває повним. Тому важливо розглядати функцію спинного мозку у взаємозв'язку з системами контролю, які зазвичай регулюють його роботу. На рисунку 1.3 узагальнено різні впливи з боку вищих центрів, які можуть впливати на роботу схеми спинного мозку.

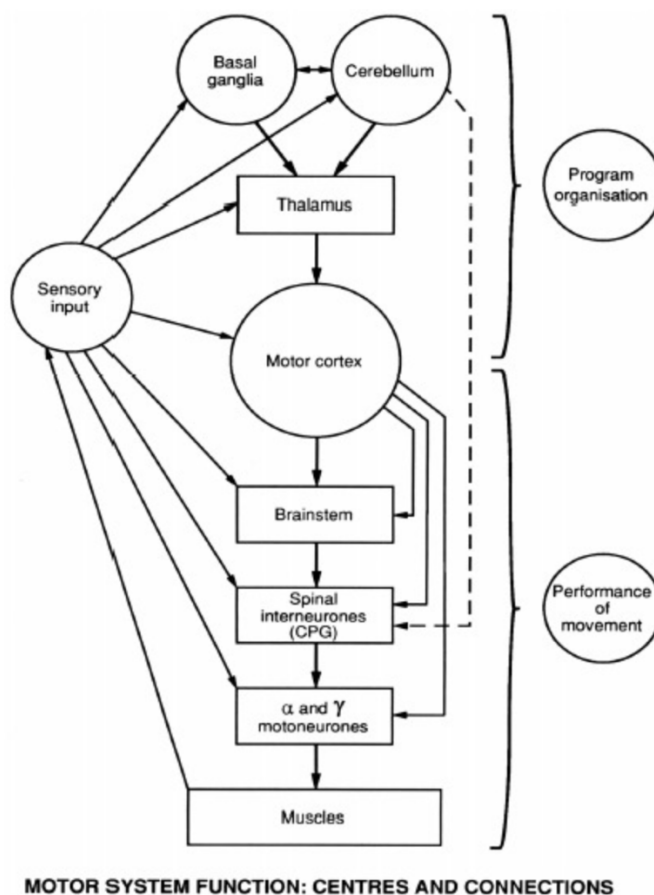


Рисунок 1.3 – Схема структур, що беруть участь у контролі рухової функції.

Оскільки дана робота присвячена відновленню пацієнтів з неповним ураженням спинного мозку. Здається доречним згадати спостереження, які

стосуються важливості різних низхідних шляхів для відновлення локомоторної активності. Виявляється, що у пацієнтів з травмами спинного мозку збереження вентральних фунікулів найкраще корелює з відновленням ходи,[21] тоді як пацієнти з добре збереженим відчуттям дотику і положення, але важким пошкодженням передньої частини спинного мозку мають низькі шанси на відновлення здатності ходити.[22] **Вегетативна функція**

У спинному мозку ссавців є важливі структури, які регулюють різні вегетативні функції організму і можуть серйозно постраждати, якщо спинний мозок від'єднати від головного. Загалом вегетативна нервова система поділяється на симпатичну та парасимпатичну частини. Клітини, які контролюють ці два окремі відділи, займають типове положення в спинному мозку ссавців. Це проілюстровано на рисунку 1.4. На малюнку видно, що прегангліонарні нейрони симпатичної системи локалізовані в грудному і поперековому відділах спинного мозку, в той час як нейрони, які контролюють парасимпатичні ганглії, беруть свій початок в крижовому відділі.

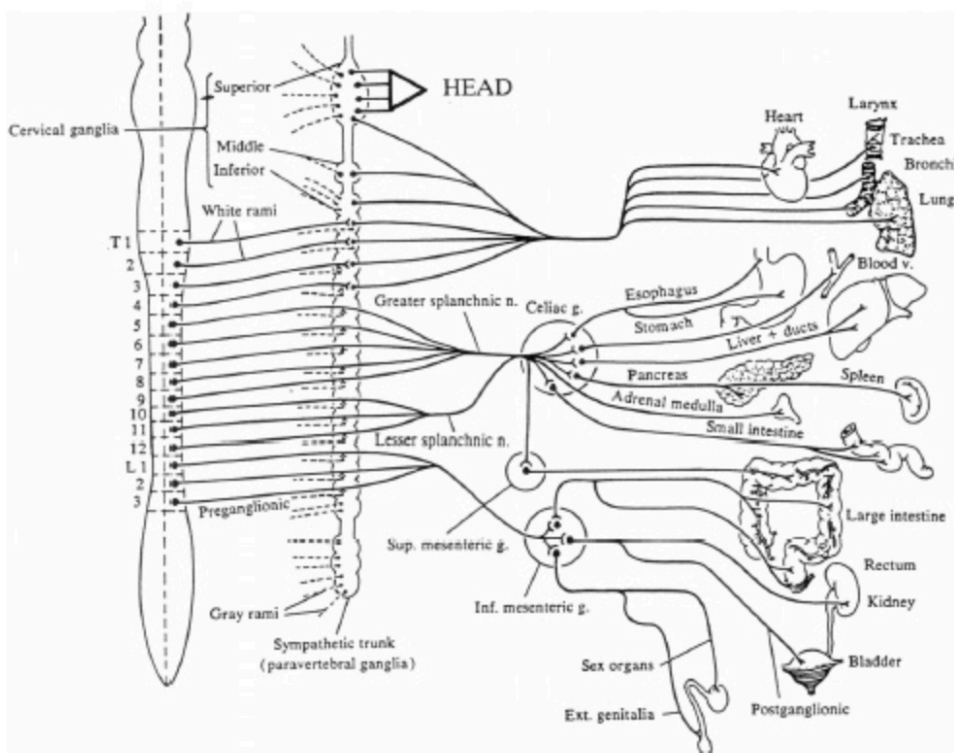


Рисунок 1.4 – Симпатичні нейрони у спинному мозку та мішені, які вони іннервують.

Ці клітини, які регулюють важливі вегетативні функції, тісно контролюються та інтегруються сегментарними аферентними входами та супраспінальними входами. Після їх порушення вегетативний контроль таких функцій, як контроль сечового міхура, дефекації та сексуального збудження, може бути серйозно змінений, і важливо, щоб ці функції організму були відновлені. Значна частина інформації про механізми контролю, який здійснюють центри спинного мозку над цими функціями, стосується тих, що пов'язані з сечовипусканням. Центральні шляхи, що контролюють функцію нижніх сечових шляхів, організовані у вигляді простих схем увімкнення та вимкнення, як показано на рис 1.5. Основний контроль пов'язаний з переходом від режиму зберігання сечі до режиму сечовипускання.

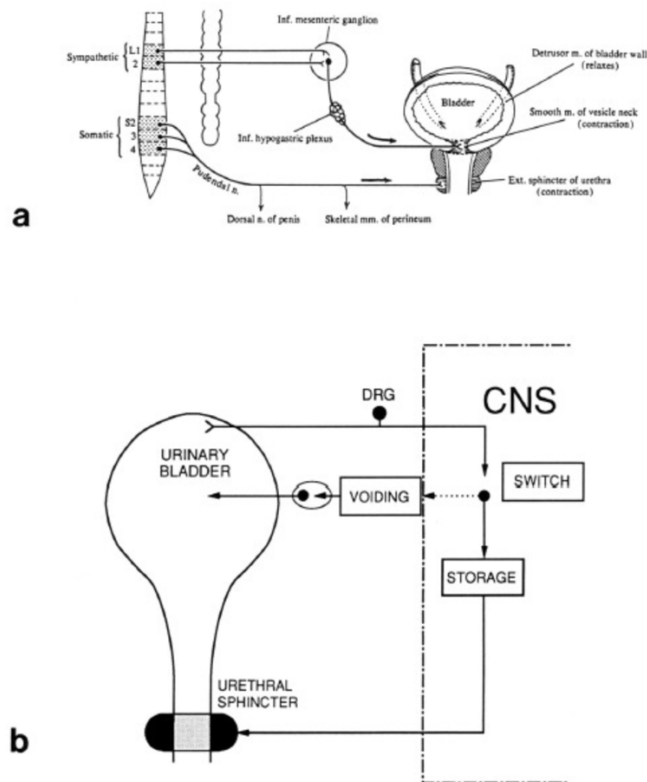


Рисунок 1.5 – Схема розташування симпатичних і парасимпатичних нейронів у попереково-крижовому відділі спинного мозку та мішені, які вони іннервують. Схема контролю функції сечового міхура, де ЦНС може ініціювати перехід сечового міхура від стану зберігання до стану випорожнення.

Зазвичай це перемикання здійснюється супраспінальними структурами, але після травми спинного мозку може відбуватися мимовільне рефлексорне випорожнення.

Ця детальна інформація про анатомічні особливості спинного мозку формує основу для розуміння механізмів травм та розробки ефективних стратегій лікування та реабілітації, що є критично важливим для поліпшення якості життя пацієнтів з неповними ураженнями спинного мозку.

1.2 Загальна характеристика ХСМТ

Хребетно-спинномозкові травми (ХСМТ) - це складні медичні стани, що виникають внаслідок пошкодження спинного мозку, часто спричинені травмами, як-от автомобільні аварії та падіння, а також нетравматичними причинами, такими як злоякісні новоутворення та дегенерація. Ураження спинного мозку може призвести до тяжкої захворюваності та постійної інвалідності. Ураження високих відділів хребта часто є причиною невідкладної допомоги через кардіореспіраторний компроміс.

Патологічні механізми, що спричиняють ХСМТ, класифікуються як первинні або вторинні. Первинна травма, часто незворотна, виникає внаслідок прямого пошкодження спинного мозку. Вторинне ушкодження виникає як наслідок змін, викликаних первинним ушкодженням, наприклад, запалення. Порушення нервових аксонів призводить до втрати рухових і чутливих функцій нижче рівня травми. Діагноз залежить від поєднання клінічного обстеження та діагностичних тестів, зокрема, візуалізаційних досліджень. Варіанти лікування включають консервативне, оперативне, реабілітаційне або поєднання цих методів. Нові методи лікування, такі як терапія стовбуровими клітинами, все ще перебувають на стадії дослідження.

Спинномозкова травма (ХСМТ) - це багатовимірний розлад, що виникає внаслідок прямого або опосередкованого пошкодження спинного мозку. Найпоширенішою причиною ХСМТ є гостра травма, отримана в результаті дорожньо-транспортних пригод (ДТП), хоча цей стан може також виникати внаслідок підступних етіологічних чинників, таких як злоякісні новоутворення та хронічна туберкульозна інфекція. Ураження спинного мозку може призвести до постійної інвалідності, значної захворюваності і навіть

смертності. Високі травми хребта часто порушують кардіореспіраторну функцію, що вимагає невідкладних втручань.

Порушення нервових аксонів призводить до втрати моторної та сенсорної функції нижче рівня ХСМТ.[22] ХСМТ непропорційно вражає людей молодше 30 років, призводячи до значних функціональних порушень на все життя і, можливо, викликаючи численні медичні, фінансові та психосоціальні ускладнення.[23] Втручання варіюються від початкової невідкладної стабілізації до лікування стовбуровими клітинами, що вимагає довгострокових інвестицій. Тому терапевтичний підхід є важливим для клініцистів у широкому спектрі медичної допомоги.

Спинний мозок містить кілька окремих ділянок, що відповідають рівням хребцевих сегментів. Шийні нерви С1 - С8 забезпечують шию, плечі, руки та кисті. Грудні нерви Т1-Т12 іннервують ліктьову сторону верхньої кінцівки, а також м'язи тулуба і живота. Поперекові нерви L1-L5 іннервують нижню частину спини, сідниці та нижні кінцівки. Крижові нерви S1-S5 іннервують органи малого тазу, сідниці, геніталії та нижні кінцівки. Куприковий нерв С0 забезпечує чутливу іннервацію шкіри над куприком та прилеглими ділянками, а також сприяє руховій функції м'язів тазового дна. Розподіл спинномозкових нервів найкраще представлений на дерматомних картах (див. Зображення. Дерматомна карта).

Кінський хвіст складається з корінців спинномозкових нервів L2-S5, що відходять від нижнього кінця спинного мозку. Кінцевий мозок являє собою кінцеву частину спинного мозку, зазвичай розташовану на рівнях від L1 до L2. Кінцева нитка закріплює спинний мозок і дуральний мішок до куприка і відходить від мозолистого тіла, забезпечуючи структурну підтримку спинного мозку.

ХСМТ призводять до безлічі клінічних проявів, що вимагають різних стратегій лікування. Розуміння анатомії та організації спинного мозку, включаючи розташування важливих нервових шляхів, має важливе значення для діагностики та лікування неврологічних станів, що впливають на рухові та сенсорні функції.

Патофізіологія

Механізми ХСМТ

ХСМТ виникає внаслідок складних механізмів, що спричиняють різний ступінь неврологічного дефіциту залежно від локалізації та обсягу травми. Процеси, що спричиняють ХСМТ, класифікуються як первинні або вторинні. Ураження спинного мозку може призвести до виникнення унікальних, клінічно ідентифікованих синдромів. Ці поняття пояснюються нижче.

Первинна травма

Первинна ХСМТ розвивається внаслідок механічних сил, що безпосередньо пошкоджують спинний мозок. Найпоширенішим механізмом первинної ХСМТ є пряма травма пуповини, за якою слідує постійна компресія внаслідок патологій, що займають простір, таких як переломи хребців, злоякісні пухлини, гематоми та абсцеси. На відміну від переломів і вивихів, пошкодження при перерозтягненні зазвичай є наслідком тимчасового стиснення, а не лише удару.

Інші поширені механізми первинної ХСМТ включають дистракційні травми та рвані рани. Дистракційна травма виникає внаслідок розтягнення та розриву спинного мозку в його осьовій площині, як правило, коли 2 сусідні хребці розтягуються. Рвана або розсічена травма може бути спричинена гострими кістковими уламками, важкими вивихами та проникненням снаряда.

Вторинна ХСМТ виникає внаслідок низки біологічних явищ, які починаються за лічені хвилини після первинної травми і тривають тижнями або місяцями. Фаза гострої вторинної травми охоплює пошкодження судин, іонний дисбаланс, утворення вільних радикалів, початкову запальну реакцію та накопичення нейромедіаторів (екситотоксичність)[24].

Етапи перебігу ХСМТ підсумовані в табл.1 нижче.

Таблиця 1.1 – Етапи перебігу хребетно спинно-мозкової травми

Фаза	Час і тривалість після травми	Характерні риси
Рання гостра фаза	Перші 2 до 48 годин	<ul style="list-style-type: none"> • Зростаюче запалення, • набряк, • крововилив
Гостра фаза	Перші 2 години до 2 тижнів	<ul style="list-style-type: none"> • Генерація вільних радикалів, • іонна дисрегуляція, • ексайтотоксичність, • нейротоксичність, • судинні порушення, • некроз клітин
Підгостра фаза	2-й день до кінця 2-го тижня	<ul style="list-style-type: none"> • Фагоцитоз, • початок аксонального росту, • набряк та некроз астроцитів, • відновлення іонного гомеостазу, • утворення рубця

Проміжна фаза	2 тижні до 6 місяців	<ul style="list-style-type: none"> • Загоєння рубця, • початок аксонального росту
Хронічна фаза	6 місяців і більше	<ul style="list-style-type: none"> • Далі загоєння рубця, • утворення кіст, • мієломаляція

Повне ураження спинного мозку зазвичай демонструє повну двосторонню втрату рухової функції, а також больової, температурної, пропріоцептивної, вібраційної та тактильної чутливості нижче рівня пошкодження. Попереково-крижові ушкодження супроводжуються сенсомоторним дефіцитом нижніх кінцівок, порушенням функції кишківника, сечового міхура та статевої функції. Пошкодження грудного відділу призводять до тих самих порушень, що й попереково-крижові травми, і, крім того, можуть спричинити слабкість м'язів тулуба, що призводить до порушення постави. Пошкодження шийного відділу хребта призводять до тих самих порушень, що й ушкодження грудного відділу, але з додатковою втратою функцій верхніх кінцівок, що може призвести до тетраплегії. Пошкодження хребта вище С5 також можуть спричинити порушення дихання через втрату іннервації діафрагми[25].

ХСМТ може призвести до наступних проблем, які потребують лікування [36]:

- Проблеми з диханням - близько третини людей зі спинномозковою травмою потребують тимчасової або постійної допомоги з диханням, і їм може знадобитися дихальна трубка. Будь-яка травма спинного мозку між сегментами С1-С4 може призвести до

зупинки дихання, оскільки нерви в цій ділянці змушують діафрагму рухатися, а легені розширюватися. Може знадобитися спеціальне навчання диханню та ковтанню як для людини з ТСІ, так і для тих, хто за нею доглядає.

- Пневмонія - респіраторні ускладнення є основною причиною смерті людей з ТСІ, найчастіше в результаті пневмонії. Особи, які використовують апарат штучної вентиляції легень для підтримки дихання (інтубація), мають підвищений ризик розвитку пневмонії. Людина з ТЧМТ повинна перебувати під ретельним наглядом і лікуватися антибіотиками, якщо з'являються симптоми пневмонії. Пневмонії можна запобігти, якщо прочистити горло і вжити заходів, щоб уникнути всмоктування їжі та рідини в легені (аспірації).
- Проблеми з кровообігом - зміни в кровообігу можуть призвести до нестабільного артеріального тиску, порушення серцевого ритму (аритмії) та утворення тромбів, які можуть з'явитися через кілька днів після травми. Постраждалий повинен перебувати під ретельним наглядом для виявлення кожної з цих поширених післяспинномозкових проблем. Люди з травмами спинного мозку мають підвищений ризик утворення тромбів через застій кровотоку у великих венах на ногах. Антикоагулянтні препарати та компресійні панчохи для збільшення кровотоку в гомілках і стопах і зменшення ризику утворення тромбів.
- Скутість і зміна м'язового тону - з часом рефлекси можуть посилюватися, спричиняючи скутість м'язів і підвищення м'язового тону (спастичність), що може потребувати

спеціального лікування. М'язи нижче місця травми можуть погіршитися, якщо їх не використовувати.

- **Вегетативна дисрефлексія** - вегетативна дисрефлексія є небезпечною для життя рефлекторною дією, яка в першу чергу впливає на тих, хто отримав травму шиї або верхньої частини спини. Симптоми можуть включати почервоніння або пітливість, головний біль, неспокій, раптове підвищення артеріального тиску, зміни зору або мурашки на руках і ногах. Якщо можливо, людині слід перебувати в сидячому положенні, щоб забезпечити приплив крові до ніг і стоп і допомогти знизити артеріальний тиск.
- **Пролежні** (також відомі як пролежні) - пролежні - це ділянки шкіри, які зруйнувалися через постійний тиск на шкіру та зменшення кровотоку в цій ділянці. Люди з параплегією і тетраплегією схильні до пролежнів. Як наслідок, вони повинні періодично рухатися і змінювати своє положення самостійно, за допомогою допоміжних пристроїв або доглядальника.
- **Біль** - у деяких людей з ТСІ розвивається нейрогенний біль - інтенсивне відчуття печіння або поколювання. Цей біль може бути постійним або з'являтися і зникати. Він може бути спровокований різними факторами і навіть відчуватися в тих частинах тіла, які раніше були нечутливими. Лікування хронічного болю включає медикаментозні препарати, акупунктуру, електростимуляцію спинного або головного мозку та хірургічне втручання. Однак жоден з цих методів не є повністю ефективним для довготривалого полегшення нейрогенного болю.
- **Проблеми з сечовим міхуром і кишечником** - людям може знадобитися використання катетера для спорожнення сечового

міхура і навчання нових способів випорожнення кишечника. Можливо, людині доведеться змінити свій раціон харчування.

- Статева функція - залежно від тяжкості та локалізації травми, а також відновлення людини після травми, може постраждати її статеві функція та фертильність. Уролог та інші спеціалісти можуть запропонувати різні варіанти підтримки сексуальної функції та здоров'я.
- Депресія - у багатьох людей, які живуть із ССІ, може розвинути депресія через зміну способу життя після травми. Терапія та ліки можуть допомогти в лікуванні депресії та інших психічних розладів.

Декілька патернів ССІ добре описані (див. Рис.6 Синдроми спинного мозку). Походження та прояви цих різних синдромів спинного мозку пояснюються нижче.

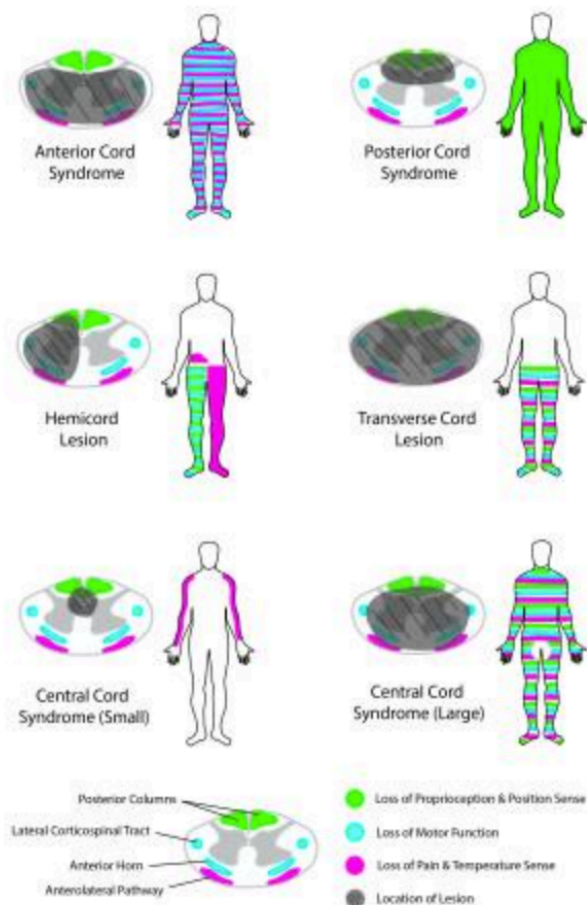


Рисунок 1.6 – Синдроми ураження спинного мозку

Синдром центрального ураження спинного мозку - це найчастіша неповне ураження спинного мозку. Цей тип травми розвивається внаслідок перерозгинання шиї, що стискає шийний відділ спинного мозку і пошкоджує його центр. Ця травма частіше спричиняє слабкість верхніх кінцівок, ніж нижніх. Така закономірність виникає через будову кортикоспінальних трактів, де аксони, що живлять верхні кінцівки, розташовані ближче до центру спинного мозку, в той час як ті, що обслуговують нижні кінцівки, знаходяться ближче до периферії. Втрата больової та температурної чутливості може спостерігатися нижче рівня травми.

Синдром переднього рогу спинного мозку. Цей стан класично пов'язаний з порушенням кровотоку в передній спинномозковій артерії. Двосторонні пошкодження спинного мозку призводять до двостороннього болю та втрати температурної чутливості нижче рівня пошкодження. Двосторонні пошкодження спинного мозку паралізують м'язи нижче рівня пошкодження. Тактильні та вібраційні відчуття, а також пропріоцепція залишаються інтактними, оскільки спинні стовпи не ушкоджені.

Синдром заднього рогу спинного мозку. Цей тип пошкодження частіше виникає внаслідок інфекційних, токсичних або метаболічних, ніж травматичних причин. Пошкодження спинного мозку послаблює тактильне, вібраційне та пропріоцептивне сприйняття. Больова та температурна чутливість, а також моторна функція збережені завдяки відсутності залучення спіноталамічного та кортикоспінальних трактів.

Синдром Брауна-Секара. Цей стан виникає внаслідок право- або лівобічної гемісекції спинного мозку. Ураження кортикоспінальних трактів та стовбуру спинного мозку призводить до іпсилатеральної втрати рухової функції, пропріоцепції, тактильних і вібраційних відчуттів нижче рівня пошкодження. Порушення спіноталамічних трактів спричиняє контралатеральний дефіцит больової та температурної чутливості нижче рівня травми[26].

Синдром конуса мозолистого тіла. Ця травма розвивається внаслідок кінцевого пошкодження спинного мозку в ділянці, проксимальній від кінського хвоста. Синдром конусоподібного мозоля характерний дисфункцією крижового нерва, що проявляється втратою рефлексів ахіллового сухожилля, а також кишківника, сечового міхура та статевої функції.

Нейрогенний шок. Високі травми шийного відділу можуть пошкодити шийні ганглії. Ці травми призводять до втрати симпатичного тону, що спричиняє нейрогенний шок - стан, що характеризується гіпотензією та брадикардією[27].

Неврологічні симптоми, про які зазвичай повідомляють пацієнти, включають слабкість, поколювання або втрату чутливості в певних ділянках тіла нижче рівня травми. Також може спостерігатися біль, від локального дискомфорту до іррадіюючого болю, залежно від тяжкості та локалізації травми. Крім того, пацієнти можуть відзначати рухову слабкість, що проявляється у труднощах при русі кінцівками або виконанні звичної діяльності. Скарги на нетримання сечі або калу, утруднене випорожнення або втрату контролю над кишечником часто зустрічаються після ХСМТ. Респіраторні симптоми, такі як тахіпное, утруднений кашель або порушення дихання, можуть виникати через ураження шийного або грудного сегментів хребта.

Хронічна ХСМТ може виникати внаслідок невирішених травматичних уражень спинного мозку або таких етіологічних чинників, як злоякісні пухлини та інфекції. Можуть спостерігатися конституціональні симптоми, такі як незрозуміла втрата ваги, періодична лихоманка, анорексія та загальна слабкість. Спина може відчуватися скутою і мати обмежену рухливість. Сенсомоторна слабкість прогресує в міру зростання ураження. Спочатку пацієнти можуть відчувати парестезії в ділянці поширення ураженого нерва, а згодом розвивається рухова слабкість. На пізніх стадіях може з'явитися втрата хватки, здатності пересуватися, а також функції сечового міхура і кишечника. Кардіореспіраторний компроміс може бути наслідком високого рівня травми хребта. Фактори ризику включають хронічне куріння, попереднє лікування

раку, міграцію з місць, де туберкульоз є ендемічним, нещодавнє хірургічне втручання та імуносупресію.

При фізичному обстеженні лікарі зазвичай спостерігають неврологічний дефіцит нижче рівня травми, включаючи зниження рухової сили, зміну чутливості (гіпестезія або анестезія) та аномалії рефлексів. У деяких людей можуть розвинути класичні ознаки одного із спинномозкових синдромів, залежно від локалізації та тяжкості ушкодження. Пацієнти з гострою травмою можуть мати ознаки множинних ушкоджень, таких як переломи кісток черепа та кінцівок, садна, синці, кровотечі, порушення чутливості, болючість у грудній клітці, гіпотензія та дихальні розлади.

З іншого боку, у пацієнтів з хронічною ХСМТ може спостерігатися виснаження або атрофія м'язів у ділянках, уражених паралічем або невикористанням, а також ознаки деформації хребта, такі як аномальне викривлення, болючість або пальпаторні кісткові аномалії. Можуть спостерігатися зміни шкіри, що вказують на пролежні, такі як почервоніння, пухирі або руйнування над кістковими виступами через нерухомість. Характер пошкодження пуповини залежить від місця та обсягу пошкодження.

Найчастіше ХСМТ виникають на фоні значної травми. Таким чином, на момент звернення необхідна комплексна клінічна оцінка супутніх ушкоджень. Розпізнавання вищезгаданих патернів травми може допомогти локалізувати місце та тип пошкодження. Ретельне клінічне обстеження, включаючи точну оцінку рухових і сенсорних функцій, є обов'язковим для точної класифікації.

Травми спинного мозку оцінюються за шкалою пошкоджень Американської асоціації спинальної травми (ASIA). Система оцінювання варіюється залежно від тяжкості травми від літер А до Е (див. рисунок 1.7 – Лист оцінювання пошкоджень спинного мозку за шкалою ASIA) [34].

ASIA INTERNATIONAL STANDARDS FOR NEUROLOGICAL CLASSIFICATION OF SPINAL CORD INJURY (ISNCSCI) **ISCOS** INTERNATIONAL SPINAL CORD SOCIETY

Patient Name _____ Date/Time of Exam _____
Examiner Name _____ Signature _____

RIGHT

MOTOR KEY MUSCLES

Upper Extremity Right (UER)

Elbow flexors C5

Wrist extensors C6

Elbow extensors C7

Finger flexors C8

Finger abductors (little finger) T1

Lower Extremity Right (LER)

Hip flexors L2

Knee extensors L3

Ankle dorsiflexors L4

Long toe extensors L5

Ankle plantar flexors S1

(VAC) Voluntary Anal Contraction (Yes/No)

RIGHT TOTALS (MAXIMUM)

(50) (56) (56)

Dorsum

Palm

• Key Sensory Points

SENSORY KEY SENSORY POINTS

Light Touch (LTR) Pin Prick (PPR)

C2

C3

C4

C5

C6

C7

C8

T1

T2

T3

T4

T5

T6

T7

T8

T9

T10

T11

T12

L1

L2

L3

L4

L5

S1

S2

S3

S4-5

LEFT

MOTOR KEY MUSCLES

Upper Extremity Left (UEL)

C5 Elbow flexors

C6 Wrist extensors

C7 Elbow extensors

C8 Finger flexors

T1 Finger abductors (little finger)

Lower Extremity Left (LEL)

L2 Hip flexors

L3 Knee extensors

L4 Ankle dorsiflexors

L5 Long toe extensors

S1 Ankle plantar flexors

(DAP) Deep Anal Pressure (Yes/No)

LEFT TOTALS (MAXIMUM)

(56) (56) (50)

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

MOTOR SUBSCORES

UER + UEL = UEMS TOTAL LER + LEL = LEMS TOTAL

MAX (25) (25) MAX (50) (50)

SENSORY SUBSCORES

LTR + LTL = LT TOTAL PPR + PPL = PP TOTAL

MAX (56) (56) MAX (112) (56) (56)

NEUROLOGICAL LEVELS

1. SENSORY R L

2. MOTOR R L

3. NEUROLOGICAL LEVEL OF INJURY (NLI)

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

Incomplete = Any sensory or motor function in S4-5

6. ZONE OF PARTIAL PRESERVATION (AIS) R L

Most caudal levels with any innervation

Page 12 ISNCSCI Worksheet © 2019 by ASIA is licensed under CC BY-NC-ND 4.0 (see <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>). Cite: Rupp et al.: ISNCSCI: Revised 2019. <https://doi.org/10.46292/sci2702-1> REV 04/19

Рисунок 1.7 - Лист оцінювання пошкоджень спинного мозку за шкалою

ASIA

ASIA A: Повна травма з втратою рухової та чутливої функції

ASIA B: Неповна травма зі збереженою чутливою функцією, але повною втратою рухової функції

ASIA C: Неповна травма зі збереженою руховою функцією нижче рівня травми. Менше половини цих м'язів мають 3-й клас міцності за шкалою Medical Research Council (MRC).

ASIA D: Неповна травма зі збереженою руховою функцією нижче рівня травми. Щонайменше половина цих м'язів мають 3-й ступінь міцності за класифікацією MRC.

ASIA E: Нормальне моторне та сенсорне обстеження [28].

Візуалізація є життєво важливою для точної ідентифікації ушкоджень. Традиційно використовують звичайні рентгенограми. Однак, більш чутливі сучасні методи візуалізації, зокрема комп'ютерна томографія (КТ-сканування) та магнітно-резонансна томографія (МРТ), стали більш поширеними, ніж звичайна рентгенографія, в оцінці пошкоджень хребта. КТ виявляє переломи з кращою роздільною здатністю, ніж рентген. КТ може виявити переломи хребців і викликати підозру на пошкодження спинного мозку. Однак, КТ має нижчу чутливість до травм м'яких тканин.

МРТ є більш надійною, ніж КТ, при пошуку патології м'яких тканин, включаючи ХСМТ. Ця методика може точно визначити рівень ХСМТ.[29] МРТ також може допомогти у прогнозуванні. Ранні результати МРТ включають компресію спинного мозку, забій, набряк, розсічення та крововилив, а також випинання зв'язок зв'язкового апарату.[30] Підгострі результати включають набряк спинного мозку, підгостру прогресуючу висхідну мієлопатію.

Травматична грижа міжхребцевого диска спостерігається при вивихах хребцевих дисків і травмах з перерозтягненням. Грижа включає пульпозне ядро та фіброзне кільце. Супутні результати МРТ можуть включати епідуральну гематому, псевдоменінгоцеле, екстрадуральні скупчення рідини, пошкодження краніо-цервікальних артерій (наприклад, сонної та хребетної) та переломи хребців[31].

1.3 Сучасні підходи фізичних заходів відновлення рухової функції у пацієнтів з ХСМТ з неповним рівнем ураження

Лікування ХСМТ залежить від основної етіології. Лікування має бути спрямоване на усунення неврологічного дефіциту та первинного розладу. Необхідно також враховувати такі ускладнення, як пролежні, вторинна бактеріальна інфекція та порушення сечовипускання. Реабілітація та підтримуюча терапія мають важливе значення для оптимізації якості життя та функціональних результатів у людей з хронічною ХСМТ, незалежно від основної етіології. Таким чином, комбіновані методи та безперешкодна міжпрофесійна співпраця часто є необхідними при лікуванні хронічних ХСМТ.

Першочергові профілактичні заходи щодо ХСМТ зосереджені на підвищенні обізнаності про фактори ризику, такі як травми та падіння, просуванні заходів безпеки, таких як використання ременів безпеки та носіння шоломів, а також на адвокації дотримання законодавства з метою дотримання стандартів безпеки. Модифікації середовища, такі як встановлення поручнів і покращення освітлення, ще більше знижують ризик нещасних випадків у громадських місцях, на робочих місцях і вдома. Профілактичні центри можуть допомогти пом'якшити фактори, що призводять до травматичних ушкоджень, такі як підвищення безпеки на дорогах, контроль над зброєю та програми, спрямовані на запобігання насильству. Відмова від куріння, охорона праці та регулярні медичні огляди мінімізують ризик хронічних ХСМТ.

Стратегії вторинної профілактики включають негайну медичну допомогу та належну іммобілізацію хребта для запобігання загостренню ХСМТ. Навчання пацієнтів є невід'ємною частиною клінічного менеджменту.

Необхідно надавати консультації щодо прогнозу, ускладнень та результатів. Ранній початок реабілітаційних програм, таких як фізична терапія та ерготерапія, сприяє функціональному відновленню та мінімізує інвалідність [32].

Пильний моніторинг, проактивне лікування ускладнень, таких як пролежні та інфекція сечовивідних шляхів, доступ до допоміжних пристроїв і потужних мереж підтримки підвищують мобільність, незалежність і загальне благополуччя людей з ХСМТ. Групи підтримки допомагають вирішувати соціальні та емоційні проблеми, такі як тривога, розчарування, самотність і депресія, гарантуючи, що пацієнти отримують всебічну підтримку і настанови протягом усього свого шляху з ХСМТ. Впроваджуючи ці профілактичні заходи, медичні працівники та громади можуть спільно працювати над зниженням захворюваності та тяжкості ХСМТ, що в кінцевому підсумку покращує безпеку та якість життя людей, які страждають на цю патологію.

Оптимізація догляду за пацієнтами з ХСМТ вимагає міждисциплінарної співпраці. Огляд нейрохірурга під час травми може допомогти мінімізувати ступінь початкового ураження. Сестринський догляд може запобігти катетер-асоційованим інфекціям сечовивідних шляхів, пролежням та аспіраційній пневмонії. Фізичні терапевти та ерготерапевти можуть допомогти максимізувати рівень функціонування пацієнта. Соціальні працівники можуть координувати послуги з інвалідності та відшкодування. Психіатр повинен бути доступний, щоб допомогти пацієнту впоратися з депресією, яка є поширеною після травм спинного мозку. Фахівці з управління болем можуть допомогти впоратися з хронічним болем. Спільна командна робота дозволяє обмінюватися знаннями, навичками та ресурсами, що призводить до більш точних діагнозів, ефективних планів лікування та покращення результатів лікування[33, 34].

Надання реабілітаційної допомоги при ХСМТ. Існує 3 етапи надання реабілітаційної допомоги:

Етап 1. Реабілітаційні заходи в гострому періоді травми: Переведення з відділення нейрореанімації до багатопрофільного нейрохірургічного або травматологічного стаціонару.

Етап 2. Реабілітація в ранньому та проміжному періодах травми: Спеціалізований реабілітаційний центр для пацієнтів з порушеннями функцій центральної нервової системи, периферичної нервової системи та опорно-рухового апарату. Може тривати за показаннями до 90 днів.

Етап 3. Реабілітація у віддаленому періоді: Включає динамічне спостереження з періодичними курсами медичної реабілітації. Клініка повинна знаходитися за місцем проживання пацієнта. Мобільні бригади реабілітаційних центрів соціального захисту можуть організувати довготривалий медико-соціальний патронаж.

Маршрутизація пацієнтів з травмою хребта по етапах медичної реабілітації потребує чіткої організації. На медичну реабілітацію пацієнтів направляють лікарі-спеціалісти, а також дільничні терапевти, лікарі загальної практики (сімейні лікарі). Визначає лікар:

- медичні показання та протипоказання, етап та реабілітаційну установу (амбулаторну, стаціонарну або санаторно-курортну);
- кількісну оцінку реабілітаційного потенціалу (РП) та оцінку РП в динаміці за єдиною рівнозваженою шкалою відповідно до Міжнародної класифікації функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я [37].

У клінічній практиці для визначення РП та функціональних можливостей пацієнтів, які перенесли ХСМТ, також використовуються: шкала Американської асоціації спинальної травми (ASIA), тест PULSES Profile, опитувальник функціональної амбулаторної активності при травмі спинного мозку, індекс ходьби Хаузера, тест на рівновагу стоячи, шкала оцінки інвалідності, шкала FIM, індекс Бартел, модифікована шкала Ашворта, шкала Тардье (табл. 2) [38-41].

Таблиця 1.2 – Шкали, що використовуються в клінічній практиці для визначення реабілітаційного потенціалу та функціональних можливостей пацієнтів з ХСМТ

Шкала	Опис
ASIA Scale	Опубліковано в 1973 році як Міжнародні стандарти для неврологічної класифікації травми спинного мозку (ISNCSCI), це неврологічне обстеження широко використовується для документування сенсорних та моторних порушень після травми спинного мозку
PULSES profile test	Розроблено з канадської армії, призначено для оцінки функціональної незалежності
Spinal Cord Injury Functional Ambulation Inventory (SCI-FAI)	Інструмент спостереження за ходьбою, що вимірює функціональну здатність до ходьби

Index Hauser's walk	Шкала оцінки, що використовується для оцінки мобільності шляхом оцінки часу та ступеня допомоги, необхідної для ходьби на 25 футів
Standing balance test	Клінічний тест для оцінки балансу та координації
Disability Assessment Scale (DAS)	Інструмент для оцінки та рейтингу труднощів у підтримці особистої гігієни, виконанні робочих завдань та функціонуванні у відношенні до сім'ї та ширшого соціального контексту
Functional Independence Measure (FIM)	Інструмент вимірювання, що досліджує фізичну, психологічну та соціальну функції особи
Barthel Index (BI)	Вимірює, наскільки людина може функціонувати самостійно та має мобільність у своїх повсякденних діях
modified Ashworth Scale (mAS)	Вимірює опір під час пасивного розтягування м'яких тканин і використовується як простий захід спастичності

Кінезіотерапія: Одним з головних завдань медичної реабілітації пацієнтів з пацієнт-специфічною терапією мобільності (PSMT) є активація рухів та часткове або повне відновлення локомоції, тому поряд з іншими реабілітаційними заходами основна роль в реабілітаційному процесі відводиться активним фізичним вправам [34].

Застосування моторизованого пасивного велотренування нормалізує електрофізіологічну активність мотонейронів, знижує рівень спастичності [42].

Повторні вправи в ходьбі з допомогою лікарів або за допомогою керованих ортезів при ходьбі на біговій доріжці з розвантаженням ваги тіла сприяють відновленню ходьби після неповного ушкодження спинного мозку [43].

Ходьба на біговій доріжці з розвантаженням вагою тіла (bodyweight-supported treadmill training, BWSTT), на думку багатьох дослідників, є одним з основних методів формування навичок ходьби, тренування цілеспрямованої, специфічної дії [44]. Кінезіотерапія або система BWSTT допомагає відновити здатність ходити більш ніж у 90% пацієнтів з рівнем ураження С.

Рівень функціонального відновлення та незалежності, досягнутий у повсякденному житті, рекреаційній діяльності та працевлаштуванні, залежить від рівня та тяжкості травми. Показник функціональної незалежності (FIM) - це інструмент оцінки, який має на меті оцінити функцію пацієнтів протягом усього процесу реабілітації після травми спинного мозку або іншого серйозного захворювання чи травми [45]. Він дозволяє відстежувати прогрес та ступінь незалежності пацієнта під час реабілітації [45]. Людям із ТСІ може знадобитися використання спеціалізованих пристроїв та модифікація навколишнього середовища для того, щоб займатися повсякденними справами та функціонувати незалежно. Слабкі суглоби можна стабілізувати за допомогою таких пристроїв, як гомілковостопні ортези (AFO) або колінно-гомілковостопні ортези (KAFO), але ходьба все одно може вимагати значних зусиль [46]. Збільшення активності підвищить шанси на одужання.

Для лікування рівня паралічу в нижньому грудному відділі хребта або нижче перспективним є початок терапії ортезом з проміжної фази (через 2-26 тижнів після інциденту). У пацієнтів з повною параплегією (ASIA A) це стосується висоти ураження між T12 і S5. У пацієнтів з неповною параплегією (ASIA B-D) ортези підходять навіть для висоти ураження вище T12. В обох

випадках, однак, необхідно провести детальне дослідження функції м'язів, щоб точно спланувати конструкцію ортеза [47].

1.4 Характеристика та особливості фізичної терапії військовослужбовців з ХСМБТ

ХСМБТ, зазвичай пов'язані з конфліктом, є більш небезпечними та складними, ніж інші ХСМТ. Вибухи, вогнепальні поранення та зіткнення транспортних засобів є найпоширенішими причинами такого роду травм. В останні десятиліття кілька країн пережили руйнівні конфлікти, включаючи Ірак, Афганістан, Сирію, В'єтнам, Україну та багато інших, з численними тяжкими наслідками для людського населення. Вважається, що більшість населення зазнала серйозних хірургічних і неврологічних наслідків, але ретельна оцінка цих проблем значно ускладнена приховуванням інформації. Більшість робіт, присвячених ХСМБТ, пов'язаним з конфліктом, в основному зосереджені на військовослужбовцях.

Залежно від конфлікту і типу оцінюваних даних, оцінки поширеності ХСМБТ серед комбатантів у зонах бойових дій можуть суттєво відрізнитися. Наприклад, дослідження виявило, що близько 11% солдатів, поранених в Афганістані та Іраку, перенесли травму спинного мозку [48]. Інше дослідження, проведене в Іраку, показало, що на насильство припадає 64% випадків ТСКІ, що більше, ніж на всі інші причини разом узяті[49]. Хоча занижені дані в таких регіонах не дають повної картини, очікується, що такі ж висновки стосуються й інших регіонів, що перебувають у стані конфлікту. У країнах, охоплених війною, лікування ХСМБТ може бути складним через

безліч факторів, включаючи погіршення стану системи охорони здоров'я через масові руйнування медичної інфраструктури, відсутність або обмежений доступ до медичної допомоги, надзвичайно високе навантаження на пацієнтів, недостатню кількість медичних працівників, особливо хірургів, і неякісні реабілітаційні послуги. Ці висновки узгоджуються з нинішнім становищем України з масовими випадками травм і смертності в умовах надзвичайно крихкої системи охорони здоров'я[50]. Незважаючи на велику кількість травматичних і хірургічних випадків, таких як ЧМТ, переломи і черепно-мозкові травми, в Україні гостро бракує хірургічної допомоги та реабілітаційних послуг. Гослінг та ін.[50]у своїй роботі підкреслили, що українці майже не мають національної стратегії надання реабілітаційних послуг, незважаючи на величезні потреби в них. Неякісні реабілітаційні послуги в зонах бойових дій можуть призвести до значного тягаря інвалідності через довгострокові руйнівні ускладнення, які можуть спричинити травми, пов'язані з конфліктом.

Крім того, військовослужбовці та цивільні особи з інвалідністю, пов'язаною з ХСМТ та іншими руйнівними ускладненнями, страждають від серйозних проблем з психічним здоров'ям, особливо від ПТСР, у країнах, що перебувають у стані війни. Це також має значний негативний вплив на сім'ї та громади, оскільки людям з ХСМТ важко підтримувати стосунки та мережі підтримки [51]. За даними одного дослідження, опублікованого в журналі *Community Mental Health Journal*, 54% американських ветеранів війни в Іраку/Афганістані, які пройшли обстеження на наявність проблем з психічним здоров'ям, мали ПТСР і депресію [52]. Інше дослідження, опубліковане Американською психіатричною асоціацією, виявило, що ветерани війни у В'єтнамі, які отримували психіатричну допомогу, відчували когнітивні

труднощі, такі як проблеми з пам'яттю, концентрацією уваги і прийняттям рішень [53]. Особи з ПТСР в Афганістані стикаються з довгостроковими ускладненнями, які посилюються значними соціальними і культурними бар'єрами, такими як дискримінація [51].

Майже в усіх країнах з низьким рівнем доходу бракує досліджень і даних щодо ТСКІ, що спричиняє інформаційну прогалину і ускладнює точну оцінку поширеності та впливу ТСКІ в цих країнах, а також розробку ефективних стратегій профілактики та лікування. ТСКІ також можуть мати значний і багатогранний вплив на суспільство, особливо на економіку, через високий рівень проблем, пов'язаних з інвалідністю. Щорічні прямі та непрямі витрати на ТСКІ в країнах з високим рівнем доходу, таких як Канада, оцінюються в 2,67 мільярда доларів США [54]. Хоча прямі та непрямі витрати на ТСКІ в країнах з низьким та середнім рівнем доходу недостатньо задокументовані, варто зазначити, що ТСКІ мають значні економічні та соціальні наслідки для окремих осіб та їхніх сімей, а також ширший вплив на суспільство в цілому.

Незважаючи на значний прогрес, досягнутий за останнє століття, солдати, які зазнали ХСМТ, стикаються з високим рівнем захворюваності та смертності. Досягнення у військовій допомозі та лікуванні ХСМТ дозволили більшій кількості солдатів вижити після первинної травми, але необхідно докласти зусиль для покращення неврологічного відновлення та інтеграції військовослужбовців у цивільне життя. Оскільки характер бойових дій продовжує змінюватися, слід шукати нові методи лікування, а керівні принципи лікування переоцінювати і переглядати.

Необхідно створювати мультидисциплінарні бригади для надання допомоги при складних політравмах, які спостерігаються у солдатів з ХСМБТ. Після стабілізації гемодинаміки солдатам із СЧМТ слід провести візуалізацію для оцінки локалізації та траєкторії пошкоджень. Рання ламінектомія та

декомпресія повинні бути виконані у випадку неповної травми, спричиненої не вибуховою хвилею, коли є ознаки триваючої компресії нервів або нестабільності хребта. Ефективність може бути обмежена при повних травмах від вибухів або ракет. Після операції слід проводити ранню агресивну реабілітацію з залученням мультидисциплінарних команд, включаючи нейропсихологів, фізичних терапевтів та ерготерапевтів, а також слід подбати про запобігання пролежнів. Важливо пам'ятати, що солдати з ЧМТ живуть з хронічним захворюванням на все життя. Рівень посттравматичного стресового розладу є високим у ветеранів з ХСМБТ, тому допомога повинна бути спрямована на надання підтримки після повернення солдатів до своїх громад [55].

У дослідженні фізіотерапевтичної допомоги, яке може мати важливе значення для військовослужбовців показали, що, незважаючи на відсутність значущих відмінностей у фізичних клінічних результатах між групами раннього і пізнього лікування через 3 і 6 місяців після травми, пацієнти з групи раннього лікування мали меншу тривожність, депресивні симптоми і дистрес при більш довгостроковому спостереженні. Крім того, було виявлено, що раннє фізіотерапевтичне лікування було пов'язане з меншим вживанням опіоїдних препаратів. Враховуючи задокументовані проблеми, з якими стикаються військові ветерани з болем, вживанням опіоїдів, психічним здоров'ям [56], загальним станом здоров'я і благополуччям після закінчення служби, а також зв'язок між травмою і звільненням або виснаженням, ці висновки можуть мати важливе значення для військових організацій, які повинні враховувати їх при прийнятті рішень щодо часу початку фізіотерапевтичного лікування [57].

Роль військової фізичної терапії у воєнний час глибоко обґрунтована величезною кількістю постраждалих з нехірургічними ортопедичними травмами, відкритими ранами та опіками.

Висновки до розділу 1

На основі аналізу літератури, сучасних підходів та методів фізичної терапії, у цьому розділі ми детально розглянули основні аспекти реабілітації військовослужбовців з хребетно-спинномозковою травмою поперекового відділу з неповним ураженням. Спинний мозок, як невід'ємна частина центральної нервової системи, виконує критичні функції в передачі сенсорної та моторної інформації між головним мозком і периферичною нервовою системою. Анатомічні особливості спинного мозку, такі як його розташування в хребтовому каналі, васкуляризація та структура з білої і сірої речовини, формують основу для розуміння механізмів травм та розробки ефективних стратегій лікування.

Травми спинного мозку можуть призвести до значних функціональних обмежень, і їх класифікація за шкалою ASIA дозволяє точно оцінити ступінь пошкодження та планувати реабілітаційні заходи. Сучасні підходи до фізичної терапії включають використання різних методів, таких як терапія стовбуровими клітинами, електростимуляція та інші технологічні нововведення, що сприяють підвищенню ефективності відновлювальних процесів. Зокрема, застосування мультидисциплінарних команд для лікування складних політравм, рання декомпресійна ламіномія та агресивна реабілітація є критично важливими для відновлення рухових функцій та покращення якості життя пацієнтів.

Особлива увага приділяється реабілітації військовослужбовців, оскільки специфіка їхніх травм і потреб вимагає індивідуалізованого підходу. Враховуючи високу інцидентність хребетних травм серед військових та їхній

значний вплив на військову готовність, розробка ефективних методів фізичної терапії для цієї групи пацієнтів є надзвичайно актуальною. Інтеграція фізичної терапії в медичну практику військових госпіталів значно покращує результати реабілітації, знижуючи час відновлення та підвищуючи ефективність відновлювального процесу.

Таким чином, комплексний підхід до реабілітації військовослужбовців з хребетно-спинномозковими травмами поперекового відділу з неповним ураженням, заснований на глибокому розумінні анатомії, патофізіології та сучасних методів фізичної терапії, є запорукою успішного відновлення їхньої функціональної здатності та покращення якості життя.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ І ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Методи дослідження

Згідно з сформованою метою і завданням дослідження використовували наступні методи: аналіз і узагальнення наукової та науково-методичної літератури з тематики дослідження та клінічні методи оцінювання (функціональні тестування навичок ходи тест «Встань та йди», тест «Чотирьох квадратного кроку», тест «10 метрової ходи», тест «6 хвилинної ходи», тестування рівня та ступеня ураження за шкалою ASIA, тест анаеробної спроможності «Wingate test», тест балансу Берга), відповідні методи математичної статистики для обробки даних.

2.1.1 Аналіз та узагальнення наукової та науково-методичної літератури

Результати вивчення спеціалізованої, науково-методичної літератури використовувалися для аналізу стану досліджуваного питання та узагальнення

теоретичних та емпіричних даних, що забезпечать основу алгоритму при складанні плану втручання фізичного терапевта для військовослужбовців з ХСМБТ у поперековому відділі з неповним рівнем ураження.

Аналіз наукових та науково-методичних джерел проводився за такими напрямками:

- Огляд сучасної літератури щодо поширеності ХСМБТ у військовослужбовців та доказових засобів відновлення.
- Підбір методів та алгоритмів втручання терапевта для відновлення втрачених функцій внаслідок ХСМБТ у поперековому відділі з неповним рівнем ураження.
- Вибір методів дослідження, що дозволять оцінити ефективність проведеної фізичної терапії.
- Визначення факторів ризику та впливу шкідливих чинників, що провокують ускладнення ефективного відновного процесу військовослужбовців з ХСМБТ у поперековому відділі з неповним рівнем ураження.
- У ході роботи над кваліфікаційною роботою фахівця (магістра) було проаналізовано ... інформаційних іноземних джерел.

2.1.2 Клінічні методи дослідження

Першим завданням фізіотерапевтичного щодо обстеження пацієнта з ХСМТ є класифікація пацієнта відповідно до Американської асоціації травми спинного мозку, рекомендованого в міжнародних стандартах з відновлення осіб з травмою спинного мозку. Оцінка стану пацієнта з ХСМТ є важливим

початковим етапом в управлінні фізіотерапевтичним лікуванням. Цей крок важливий не тільки для постановки реалістичних цілей, але й для виявлення ключових проблем. Часто оцінки, що проводяться з цією метою, є суб'єктивними. Наприклад, фізіотерапевт може суб'єктивно оцінити здатність пацієнта пересісти з крісла колісного на ліжку, намагаючись виявити будь-які основні проблеми. Оцінка може включати спостереження та аналіз спроб пацієнта пересісти, щоб визначити, яку частину пересування пацієнт має труднощі виконати, і виокремити основні проблеми. Цей тип оцінки допомагає спрямувати лікування.

Оцінки також використовуються для забезпечення об'єктивного способу моніторингу покращення з плином часу. Для цього потрібні більш стандартизовані та об'єктивні оцінки. Так, замість того, щоб спостерігати за спробами пацієнта перенестися, терапевт може кількісно оцінити обсяг допомоги, необхідної пацієнтові для перенесення, або виміряти час, необхідний для перенесення, використовуючи стандартизовану оцінку, яка фіксує ці конструкції. Звичайно, деякі стандартизовані та об'єктивні оцінки також можуть бути використані для виявлення основних проблем і спрямування лікування, зокрема оцінки порушень.

Стандартизовані оцінки порушень подібні до тих, що використовуються у всіх сферах фізіотерапії, хоча є й такі, що є специфічними для ХСМТ. Наприклад, оцінка чутливості виконується відповідно до Міжнародних стандартів неврологічної класифікації ХСМТ і є специфічною для спинальної травми [58]. У цій оцінці тестується лише одна точна точка, яка представляє кожну дерматому. Таким чином, щоб визначити, чи дерматома С6 не пошкоджена, тестується дуже маленька і точна ділянка на тильній стороні великого пальця, дистальніше п'ястково-фалангового суглоба. Легкий дотик і укол оцінюються окремо за 3-бальною шкалою, де оцінка 0 означає відсутність

чутливості, оцінка 1 - змінена чутливість, а оцінка 2 - нормальну чутливість. Відчуття всіх 56 дерматомів необхідно порівняти з відчуттями на обличчі як при легкому дотику, так і при уколi. Тому тест є дуже трудомістким. Дослідження свідчать про достатню надійність сенсорних тестів, причому надійність тесту на легкий дотик вища, ніж тесту на укол [59,60].

Оцінка порушень представляє обмежений інтерес для фізіотерапевта без супровідної оцінки обмежень активності для кількісної оцінки здатності людини рухатися і виконувати цілеспрямовані рухові завдання. Існує так само багато різних стандартизованих оцінок обмежень активності, як і оцінок порушень, і знову ж таки, деякі з них є загальними оцінками, тоді як інші є специфічними для ХСМТ. До найбільш часто використовуваних оцінок, які є специфічними для ТСМ та фізичної терапії, відносяться шкала незалежності спинного мозку (Spinal Cord Independence Measure (SCIM))[61], та Індекс ходьби для ТСМ (WISCI) [62]. SCIM еквівалентна шкалі функціональної незалежності та надає оцінку за 100-бальною шкалою, яка відображає здатність людини жити та пересуватися незалежно [63]. Вона включає в себе пункти, які стосуються здатності людини пересуватися, ходити, одягатися, харчуватися, дихати та підтримувати нетримання сечового міхура та кишечника. Існує версія SCIM для самостійного заповнення, яка має високу надійність і проста в застосуванні [64]. WISCI - це 21-бальна шкала, яка підсумовує здатність людини ходити з урахуванням потреби в сторонній допомозі, ортезах або допоміжних засобах для ходьби [65]. WISCI також включає 10-метровий тест на ходьбу з таймером. Як SCIM, так і WISCI мають проблеми з алгоритмами підрахунку балів, але, незважаючи на це, вони широко використовуються в більшості випадків ХСМТ по всьому світу.

Незважаючи на очевидну важливість оцінок для фізіотерапевтів, не існує загального міжнародного консенсусу щодо найбільш підходящого набору

специфічних для фізіотерапії оцінок [66]. Однак представники Групи з травм спинного мозку Американської асоціації фізичної терапії склали список своїх рекомендацій, [67] а міжнародна спільнота SCI розробила базові набори даних для людей з SCI [68]. Деякі з базових наборів даних мають відношення до фізіотерапевтів [69], і включають в себе оцінки, які можуть бути використані як для керівництва лікуванням, так і для спостереження за поліпшенням з часом.

Зважаючи на дослідження, у якому розглядається ХСМБ на поперековому відділі з неповним рівнем ураження, автор зупиняється на тестуваннях, що найкраще будуть відображати динаміку такого контингенту пацієнтів (оцінювання за шкалою ASIA, тест Встань та йди, тест Чотирьох квадратів, тест 10-метрової ходи, тест 6-хвилинної ходи) [72-75].

2.1.3 Методи математичної статистики

Статистичне оброблення результатів дослідження проводили за допомогою програми Statistic 6.0 (StatSoft, USA). Визначали середнє \pm стандартне відхилення ($M \pm SD$). Оцінка статистичної значимості різних груп здійснювалась по t-критерію Стьюдента і вважалась вірогідною при $p < 0,05$.

2.2 Організація дослідження

Дослідження було здійснено протягом 2022-2024 р. на базі Західного реабілітаційно-спортивного центру НКСІУ. У дослідженні взяли участь 10 осіб (10 чоловіків, військовослужбовців), середній вік яких складав (25,0-55,0) років, що отримали ХСМБТ у ході російсько-української війни 2022-2024р. Воїни отримували реабілітацію протягом 8,5 тижнів (60 днів).

Особи, які брали участь у дослідженні, були ознайомлені із завданнями та основними положеннями та підписали інформовану форму згоди. Дослідження пацієнтів відбувалося за дотриманням міжнародних принципів Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації [70], та згідно з Закон України «Основи законодавства України про охорону здоров'я» [71] щодо етичних норм і правил проведення медичних досліджень за участю людини.

Для проведення спостереження було сформовано дві групи:

Група №1, що складала військовослужбовців з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням, які проходили реабілітаційний процес за розробленим алгоритмом комплексної ФТ з використанням освіти пацієнта, НІГТ високоінтенсивні тренування ходьби, фізичні та терапевтичні вправи (базові силові вправи, вправи на покращення моторного контролю, вправи на баланс та координацію) склали основну групу (ОГ), n=5;

Група №2 – це контрольна група (КГ), n=5 – військовослужбовців з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням, яким проводилося терапевтичне втручання комплексом відновлювальних заходів за програмою лікувального закладу, використовуючи терапевтичні вправи (базові силові вправи, вправи на витривалість, вправи на розтяг). Тривалість лікування склала 2 місяці. Дослідження було проведено до та після процесу терапевтичного втручання.

Дослідження проводили в три наступних етапи:

Перший етап (жовтень – грудень 2022 р.) був направлений на аналіз сучасних наукових джерел інформації за темою кваліфікаційної роботи, що дало змогу в загальному оцінити стан питання, допомогло визначити мету і завдання даного дослідження, узагальнити принципи алгоритмів фізичної терапії в комплексній реабілітації військовослужбовців з хребетно-спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням.

Другий етап (січень-квітень 2023-2024 р.) складав обґрунтування і розроблення алгоритму використання заходів ФТ для о військовослужбовців з хребетно-спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням, корекцію завдання дослідження, вдосконалення комплексної програми фізичної терапії, яка мала на меті впровадження освіти пацієнта, використання занять із застосування НІГТ, вправ на вдосконалення сили, кінезіотерапії, пропріоцептивних та ізокінетичних завдань для даного контингенту пацієнтів на відновному етапі терапії.

На *третьому (завершальному) етапі* (квітень 2024р.) було підсумовано раціональність використаних методів фізіотерапевтичного втручання, проаналізовано отриманні результати, проведено необхідне статистичне оброблення даних, скомпоновано висновки та завершено оформлення кваліфікаційної роботи студента. За матеріалами кваліфікаційної роботи зроблена публікація [79].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Алгоритм застосування засобів фізичної терапії для відновлення рухових функцій поперекового відділу хребта та нижніх кінцівок військовослужбовців з ХСМБТ поперекового відділу з неповним ураженням

Характерною особливістю військовослужбовців з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням є руховий дефіцит у нижніх кінцівках, тобто обмеження своєї повсякденної активності за рахунок загальної слабкості та відсутності достатньої сили аби забезпечувати діяльність пов'язану з ходьбою та переміщенням. Внаслідок ТСМ зменшується сила, витривалість та гнучкість м'язів нижніх кінцівок та кору, а також обмежується активна амплітуда рухів. За рахунок даного механізму розвитку самообмеження, пацієнт потрапляє в коло інвалідизації. Тому, враховуючи вище наведенні аргументи, можна стверджувати, що одним із завданням фізичного терапевта є скерування пацієнта на раціональний шлях відновлення та повернення до повсякденної активності.

Основні критерії при створенні програми терапевтичного втручання фізичного терапевта:

- Зміцнення м'язів (зростання основних фізичних якостей: сили, витривалості та гнучкості і т.д.)
- Зменшення та/або усунення больового синдрому

- Підвищення активної та пасивної амплітуди рухів (відповідно до норми)
- Підвищення загального рівня денної активності
- Надання рекомендацій стосовно особливостей перебігу травми
- Освіта пацієнта (пояснення механізму впливу патології на внутрішні органи, так як: сечовий міхур, кишківник, статеві органи і т.д.)
- Висвітлення прогнозу відновлення пацієнта (орієнтованих на доказовій медицині, метааналізах досліджень пацієнтів з ТСМ, оцінка за шкалою ASIA)

Аналіз результатів досліджень відновлення пацієнтів з ХСМТ, показує, що програму ФТ потрібно формувати за рахунок наступних методичних принципів:

1. Характер використаних вправ, періодизація фізичного навантаження, послідовність та різноманітність виконання вправ.
2. У ході проведення заняття використовувати принцип поступовості і послідовності.
3. Під час вибору вправ основне значення надавалося посилення ключових м'язових груп на тлі залучення в тренувальний процес інших м'язових груп.
4. Кожен рух повинен виконуватися спокійно і сконцентровано.
5. Вибрана вправа обов'язково має на меті наблизити пацієнта до виконання цілей, що були поставленні міждисциплінарною чи мультидисциплінарною командою.

На базі наукової літератури засобів та методів фізичної терапії, що застосовуються в Західному реабілітаційно-спортивному центрі НКСІУ в

програму ФТ осіб зі кінезіофобією при болях у попереку, було відібрано наступні методи:

1. Базові вправи на силу та моторний контроль
2. HIGT
3. Освіта пацієнта

Базові вправи на силу

Фізична сила - це здатність впливати на фізичні об'єкти за допомогою м'язів. Вона включає в себе різні аспекти, такі як м'язова витривалість, потужність та максимальна сила. Сила – це основна фізична якість. При заняттях з військовослужбовцями з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням, дане правило не є винятком. Розвиток сили м'язів нижніх кінцівок та м'язів поперекового відділу сприяв підвищенню показників швидкості та тривалості ходьби, що підтверджувалося показниками функціонального тестування. У додаток, впевненість у відповідних рухах, таких як статичний та динамічний баланс також збільшувалася. Важливою складовою при дозуванні вправ була підготовленість та спроможність виконання певної активності в заданому об'ємі навантаження . Розподіл також відбувався залежно від основних цілей пацієнта.

Дозування вправ, зазвичай, залежить від рівня підготовленості пацієнта та типом ураження за мотонейроном. Так як ураження поперекового відділу відповідає пошкодженню нижнього типу мотонейрону, то і навантаження вибирається відповідно. Вправи силового напрямку, зазвичай, складають 3-4 підходи з кількістю повторень від 6 до 12 разів, або тривалістю навантаженням від 20 до 45 секунд в одному підході і становить 50-60% від 1ПМ. Відпочинок

може складати від 60 до 120 секунд. Даний діапазон є оптимальним для гіпертрофії м'язів та збільшення силових показників.

Терапія при ураженні нижнього мотонейрона

- Задіяно менше рухових одиниць
- Втомлюваність є більш вираженою
- Інтенсивність повинна бути (50-60% 1МП)
- Кількість повторень під час вправи (7-10 раз)
- Уникайте перенапруження і зайвої втоми
- Модифікуйте навантаження при появі больового відчуття

Високоінтенсивне тренування ходьби (HIGT)

TSM призводить до втрати сенсорних та моторних функцій нижче рівня травми, що може призвести до паралічу та обмеження рухових функцій. Тому люди зі спинномозковою травмою стикаються з різними проблемами під час регулярної фізичної активності, що призводить до зниження фізичної форми, збільшення жирової маси, погіршення фізичного та психічного стану здоров'я. Безперервні тренування помірної інтенсивності рекомендуються для покращення фізичної форми та загального стану здоров'я в цій групі населення, але вони не завжди є ефективними для досягнення цих переваг.

Високоінтенсивні інтервальні тренування (HIT) були запропоновані як альтернатива для осіб з ХСМТ через їхню задокументовану ефективність у здорових працездатних людей, а також у людей з хронічними захворюваннями. Однак обсяг знань щодо її застосування в цій популяції обмежений і в основному складається з досліджень з невеликими та однорідними вибірками. Застосування HIT є надзвичайно привабливим з огляду на її подібну ефективність порівняно з тренуванням помірної інтенсивності у осіб з TSM

[77, 78] та мінімальні часові витрати, оскільки брак часу є бар'єром для фізичної активності у осіб з ХСМТ [79]. Крім того, швидке покращення толерантності до фізичних навантажень і кардіореспіраторної придатності, продемонстроване у відповідь на НІТ, може знизити економічну вартість тренувань при застосуванні в рамках стаціонарної або амбулаторної реабілітації за рахунок зменшення кількості відвідувань (і часу), необхідних для покращення функції. Майбутні дослідження інтервальних тренувань необхідні для того, щоб визначити, чи покращують такі протоколи тренувань прихильність до фізичних навантажень, і підтвердити, чи призводять пов'язані з ними адаптації до стійкого покращення біомаркерів кардіометаболічних захворювань.

Освіта пацієнта

Сутність освітнього процесу полягає у впевненості пацієнтів, у їх переконаннях та розуміннях патологічного стану. Особливо важливим є якомога швидше повернення до звичної повсякденної діяльності та активності. Тому пацієнти повинні використовувати поступову прогресію терапії, аби впевнено підвищувати рівень активності та діяльності.

Пацієнтам надавалися поради та інформація, пристосовані до їхніх потреб і можливостей, щоб допомогти їм самостійно впоратися з труднощами на всіх етапах лікування.

Будьте об'єктивними. Хоча обговорення "рівний-рівному" може породити відчуття конфлікту та розчарування, не варто дозволяти дозволяти емоціям диктувати розмову, вона навряд чи буде продуктивною. Замість цього, витратьте час на те, щоб переконатися, що ви добре розумієте справу, і

спробуйте об'єктивно поглянути на речі до того, як розпочнете обговорення за принципом "рівний-рівному".

Клінічні настанови:

- **ПРОЛЕЖНІ**

Внаслідок ХСМТ людина може наражатися на позиттєвий ризик розвитку пролежнів. Пролежень - це ураження, рана або травма, зазвичай спричинена надмірним тиском, що призводить до пошкодження підшкірних тканин. Після ТСМ людина має підвищений ризик розвитку пролежнів.

- **ДЕПРЕСІЯ**

Депресія може бути викликана багатьма причинами. Це можуть бути наслідки ХСМТ, життєві події, особисті обставини, інші медичні захворювання, деякі ліки, алкоголь, наркотики ПТСР. Депресія піддається лікуванню, але якщо її не лікувати, вона може мати серйозний вплив на емоційне, психічне, духовне та фізичне здоров'я людини. Важливо розпізнати тривожні ознаки депресії і якнайшвидше звернутися по допомогу.

- **ФУНКЦІЯ СЕЧОВОГО МІХУРА ТА КИШКІВНИКА**

Залежно від рівня та тяжкості ХСМТ може мати значний вплив на роботу кишківника та сечового міхура. Нейрогенний кишківник і сечовий міхур - це клінічні назви станів, на які часто страждають люди, що перенесли ТСМ. Іноді людям дуже важко говорити про це з іншими, тому для них важливо мати багато інформації, щоб зменшити дискомфорт і тривогу, пов'язані з цими проблемами. Програма догляду за кишечником і сечовим міхуром дуже важлива після ХСМТ, і кожній людині потрібно розробити програму, яка підходить саме їй. Важливо, щоб розробка програми догляду за кишечником і сечовим міхуром здійснювалася спільно з вами, вашими медичними

працівниками та особами, які здійснюють догляд за вами. Часто людині може знадобитися принаймні деяка допомога у догляді за кишечником і сечовим міхуром. Тому важливо, щоб той, хто допомагає доглядати за ними, також мав достатню інформацію.

Програма фізичної терапії

Програма ФТ мала основні складові: покращити тривалість та швидкість ходьби (за рахунок високоінтенсивних тренувань ходи) спілкування з пацієнтом (основний акцент виконувався на освітньому процесі та формуванні здорових переконань та уявлень про саму травму) та виконанням пацієнтом фізичних та терапевтичних вправ (здійснювався вплив на фізіологічному та біологічному рівні). Терапевтичні/фізичні вправи та освітня робота для військовослужбовців з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням були поділені на 2 періоди, що сумарно склали 9 тижнів втручання. Програма ФТ варіювалася в залежності від функціональних можливостей, рухової збереженості, та толерантності до фізичних навантажень. Заняття відбувалися двічі на добу з тривалістю в 1 годину п'ять днів на тиждень. У процесі реабілітації пацієнт отримував рекомендації для самостійного менеджменту ХСМБТ, пояснення природи відновлення та перебігу його стану та набір прав домашніх вправ за для збереження досягнутих результатів відновлення.

Комплекс вправ, що застосовувався з 1 по 3 тиждень втручання.

Мета вправ на цьому етапі полягає у адаптації пацієнта до фізичної активності за допомогою фізичних вправ, що виконуються без больових відчуттів і супроводжується періодизацією навантаження. Через присутній страх рух, на даному етапі ефективно застосовувався метод фасилітації при

розучуванні нових рухів або за присутності невпевненості у старих. У разі виникнення болю чи фобії, здійснюється регресія у складності вправи або відбувається заміна на більш легкий аналог.

Заняття 1 (відбувалося у першу половину дня)

1. Велоергометр 15 хв 50% від ЧСС МАХ за формулою Танаки
2. HIGT 5 інтервалів по 2 хв з відпочинками 5хв між інтервалами, 70-85% від ЧСС МАХ за формулою Танаки. – пацієнт виконує ходу в тредмолі, знаходячись у підвісній системі, яка слугує страхувальним елементом. За рахунок збільшення швидкості руху та рівня кута нахилу терапевт керує ступінь зростання ЧСС

Заняття 2 (відбувалося у другу половину дня)

1. Гребний тренажер concept2 10хв роботи. У пульсовій зоні 40% від макс
2. Сідничний міст 4*10 – пацієнт займає положення лежачи на спині, ноги зігнуті у колінних суглобах на 90*, далі виконує підйом тазу догори, здійснюючи натиск стопами у підлогу
3. Розгинання ніг у колінних суглобах в тренажері 3*8 – пацієнт займає положення сидячи, далі виконує розгинання у колінних суглобах за рахунок долання супротиву тренажеру.
4. Підтягування у гравітроні 4*12 – класичні підтягування на перекладині, що полегшені тренажером, який зменшує безпосередню вагу пацієнта
5. Відтискання на брусах у гравітроні 4*12

Комплекс вправ з 4 по 6 тиждень.

Даний період є перехідним у реабілітаційному втручанні. Основним завданням є закріплення попередньо сформованих механізмів адаптації і перехід до основного об'єму навантаження на ЦНС та скелетні м'язи. Тому досить непоганим вибором будуть вправи, що будуть виконуватися з додатковою вагою та з нестабільними опорами. Також ми продовжуємо протокол занять з HIGT

Заняття 1 (у першій половині дня)

1. Rogue echo bike інтервальна робота 30/30с 10 раундів ЧСС 50% від макс
2. HIGT 5 інтервалів по 4хв з відпочинками 5хв між кожним інтервалом, інтенсивність 70-85% від ЧСС макс за формулою Танаки – Робота здійснюється за допомогою високоінтенсивної ходьби з обтяженням еластичними резинами, що акцентовано вдосконалює пропульсію.

Заняття 2 (у другій половині дня)

1. Лижний тренажер concept2 2 підходи по 5хв роботи на ЧСС 50% від макс
2. Присідання класичні 4*8
3. Розгинання тулубу у тренажері «Гіперекстензія» 3*10
4. Відвідна планка 3*30секунд
5. Жим штанги лежачи 4*12 70% від 1ПМ
6. Горизонтальна тяга блоку 3*15 70% від 1ПМ

Комплекс вправ з 6 по 9 тиждень.

Вправи на даному етапі слід виконувати з оптимальним навантаженням. В першу чергу їх спрямованість має збігатися з основними завданнями та труднощами заняттєвої активності. Допустимою межею є поріг у 3 бали за візуально-аналоговою шкалою або 17 балів за шкалою Борга. У разі

виникнення труднощів у виконанні завдання слід спробувати простіший варіант виконання і застосувати метод фасилітації.

Заняття 1 (перша половина дня)

1. Ходьба у тредмілі з інтенсивністю 40-50% від ЧСС макс з 5% нахилу доріжки т тривалістю 10хв

2. HIGT 5 інтервалів по 5 хвилин з відпочинками у 5хв між кожним інтервалом, інтенсивність 70-85% від ЧСС макс за формулою Танаки – На даному етапі використовується смуга перешкод, що включає поверхні з різним типом покриття, бар'єри висотою до 15 см, баланс-платформи, а також поверхні з позитивним та негативним рівнем нахилу.

Заняття 2 (друга половина дня)

1. Велоергометр зі ступінчастим зростанням навантаження 12хв, з інтенсивність 60% від ЧСС макс за формулою Танаки
2. Випади назад з використанням TRX 4*6 на кожну ногу
3. Привідна планка 3*30 секунд
4. Плантарне згинання з обтяженням еластичною резиною 4*10
5. Поштовх гирі за повним циклом 3*6 інтенсивність 70% від 1ПМ
6. Австралійські підтягування 4*10

Клініцисти не повинні перебільшувати значення техніки виконання вправ при оцінці майбутнього стану пацієнта. Більш важливим є забезпечення наявності руху та його поступового ускладнення.

3.2 Оцінка ефективності дослідження та обговорення розробленого алгоритму

Аналізування та оцінювання ефективності застосування ФТ для військовослужбовців з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням відбувалося за рахунок проведення оцінки зміни результатів тестування швидкості ходи, тривалості ходи, та ризику падіння

Критерій покращення показників швидкості ходи вважається кращим, якщо зменшився час проходження тестів Встань та йди, 10-м ходи. Продемонстровано, що з початку здійснення ФТ результати тестів супроводжувалися відхиленнями від норми, а також використовувалися допоміжні засоби як в ОГ, так і в КГ.

Під час оцінювання результатів тестування тематичних пацієнтів виявлено позитивну динаміку збільшення швидкості ходи в обох групах після проведеного 2 місячного курсу ФТ.

Так, швидкість ходьби військовослужбовців з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням ОГ до ФТ складала $0,78 \pm 0,38 \text{ м/с}$ і $18,12 \pm 5,41 \text{ с}$ проти $1,6 \pm 0,38 \text{ м/с}$ ($p < 0,001$) і $9,14 \pm 2,08 \text{ с}$ ($p < 0,001$) після ФТ, відповідно. Швидкість ходи в тематичних пацієнтів з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням КГ до ФТ складала $0,69 \pm 0,23 \text{ м/с}$ і $20,02 \pm 5,15^\circ$ проти $1,04 \pm 0,54 \text{ м/с}$ ($p < 0,05$) і $14,4 \pm 2,03 \text{ с}$ ($p < 0,05$) після ФТ, відповідно.

Динаміка змін амплітуди рухів у поперековому відділі хребта у осіб з кінезіофобією при болях у попереку в досліджуваних групах в процесі ФТ представлена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Динаміка показників швидкості ходи у військовослужбовців з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням, (м/с та секунди, M±SD)

Тест	ОГ (n=5)		КГ (n=5)	
	До ФТ	Після ФТ	До ФТ	Після ФТ
10-м ходьби	0,78±0,38м/с	1,6±0,38м/с*	0,69±0,23м/с	1,04±0,54м/с***
Встань та йди	18,12±6,41с	9,14±2,08с*	20,02±5,15с	14,4±2,03с***

Примітка: ОГ- основна група, КГ – контрольна група; * – $p < 0,05$ порівняно з початком ФТ, *** – $p < 0,001$ порівняно з початком ФТ.

При аналізі отриманих даних виявлено, що швидкість ходи у військовослужбовців з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням в ОГ після проведеної терапії збільшилася на 0,82м/с та 8,98с у порівнянні з КГ, в якій ці показники збільшилися на 0,35м/с та 5,62с відповідно.

Отже, швидкість ходи та переміщення тематичних пацієнтів в КГ за період проведеної ФТ помітно покращилась, але не досягла рівня ОГ, в якому спостерігалась краще виражена позитивна динаміка у відношенні з результатами КГ. При цьому варто зазначити, що початкове тестування проводилося з допоміжними засобами (2 канадськими милиціями), а кінцеве без, що свідчить про потужну позитивну динаміку в обох групах

Головною скаргою при зверненні пацієнтів був підвищений ризик падіння, що значно посилювався під час активності повсякденного життя.

При первинній оцінці пацієнтів за тестом 4 квадратного кроку, у всіх пацієнтів був підвищений ризик падіння в ОГ 27,4±5,34с в КГ – 28,7±4,43с, відповідно.

Після проведення курсу ФТ спостерігалось зменшення показнику ризику падіння у обох групах військовослужбовців з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням в ОГ $13,4 \pm 4,23$ с ($p < 0,05$), в КГ – $16,1 \pm 3,22$ с, відповідно (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Динаміка показників тесту 4 квадратного кроку у процесі ФТ у військовослужбовців з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням, (секунди, $M \pm SD$)

Тест	ОГ (n=5)		КГ (n=5)	
	До ФТ	Після ФТ	До ФТ	Після ФТ
Тест 4 квадратного кроку	$27,4 \pm 5,34$ с	$13,4 \pm 4,23$ с*	$28,7 \pm 4,43$ с	$16,1 \pm 3,22$ с*

Примітка: ОГ- основна група, КГ – контрольна група; * – $p < 0,05$ порівняно з початком ФТ.

Таким чином, при оцінюванні результатів ризику падіння та швидкості переміщення військовослужбовців з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням виявлено позитивну динаміку в обох групах після проведеного 2-місячного курсу ФТ. Так, ризик падіння тематичних пацієнтів під час повсякденної активності у ОГ зменшилося на 51,1% , а у КГ – на 44%, відповідно. Взввши до уваги позитивні зміни рівня ризику падіння в обох групах, варто відмітити, що позитивна динаміка більше виражена в ОГ після запровадженої нами програми ФТ.

Оцінювання рівня витривалості ходи та потенційно можливої пройденої дистанції тематичних пацієнтів проводилося за тестом 6 хвилинної ходьби. На початку дослідження під час проведення тест 100% досліджуваних осіб користувалися допоміжними засобами у вигляді 2 канадських милиць.

Після 8-го тижня фізіотерапевтичних втручання показник використання допоміжних засобів у ОГ і КГ становив 0%, тобто свідчив про їх відсутність.. Наприкінці дослідження 100% позитивну динаміку в кількості пройдені дистанції мали обидві групи, відповідно (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Динаміка показників тесту 6 хвилинної ходьби у процесі ФТ у військовослужбовців з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням, (метри, $M \pm SD$)

Тест	ОГ (n=5)		КГ (n=5)	
	До ФТ	Після ФТ	До ФТ	Після ФТ
Тест 6 хвилинної ходьби	186,2±9,54м	303,5±15,48м*	193,8±8,48м	275,0±9,89м*

Примітка: ОГ- основна група, КГ – контрольна група; * – $p < 0,05$ порівняно з початком ФТ.

Таким чином, пройдена дистанція військовослужбовців з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураження у ОГ збільшилася на 63% , а у КГ – на 42%, відповідно. Взявши до уваги позитивні зміни рівня ризику падіння в обох групах, варто відмітити, що позитивна динаміка більше виражена в ОГ після запровадженої нами програми ФТ.

Таким чином, застосування НІГТ в поєднанні з вправами на силу дозволяють досягнути кращого результату відновного лікування даної категорії пацієнтів, дозволяючи вже на 8 тижні ФТ розпочинати заняттєву активність без використання допоміжних засобів, що значно покращить функціонування та якість життя.

Використовуваний метод освіти пацієнта в комбінації з фізичними та терапевтичними вправами точно спрямований на подолання самообмежень та зменшення інвалідизації. Основною умовою є збільшення толерантності до фізичного навантаження. Низький рівень активності та високий ризик падіння є негативним для пацієнтів не тільки з точки зору їх якості життя, але є чинником сповільнення та/або затримання реабілітаційного процесу. Велика увага в комплексному методі відновлення звертається на головну участь пацієнта у ФТ, а роль клініциста – направляти та координувати в ході реабілітації.

Незважаючи на те, що у КГ військовослужбовців з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням відмічалася позитивна динаміка у процесі ФТ, наш комплексний, індивідуальний підхід, є значно ефективнішим, що проявляється у скороченні термінів процесу відновлення втрачених функцій тематичних пацієнтів у ОГ, що, як наслідок, засвідчує ефективність застосування запропонованого алгоритму ФТ та дозволяє рекомендувати його до запровадження у практичну діяльність лікувально-реабілітаційних закладів.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження було практично та теоретично обґрунтовано алгоритм використання засобів та методів ФТ для відновлення рухової функції нижніх кінцівок, а саме покращення показників швидкості та тривалості ходьби, а також зниження ризику падіння військовослужбовців з хребтно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням.

1. Розглянуто і засвоєно анатомічні особливості будови спинного мозку, охарактеризовано фізіологічні механізми хребтної спинно-мозкової травми, узагальнено сучасні підходи фізичних заходів відновлення рухової функції у пацієнтів з ХСМТ з неповним рівнем, висвітлено характеристика та особливості фізичної терапії військовослужбовців. Обґрунтовано, що ХСМБТ у військовослужбовців потребує досить збалансованого підходу ФТ і повинна розглядатися виключно у біопсихосоціальній моделі втручання.

Цей підхід матиме вплив на побутову, соціальну та психологічну сфери особи, яка на певний час стикається з обмеженою працездатністю та утрудненнями в самообслуговуванні. Аналіз актуальних методів і засобів ФТ сьогодення дозволив виділити найефективніші з них для відновлення функцій поперекового відділу хребта та використання нових, що зменшують ризик появи ускладнень даної патології, а також допомагають відновленню швидкості та тривалості ходи з зменшеним ризиком падіння у військовослужбовців з хребтно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням.

2. Виявлено, що швидкість ходи у військовослужбовців з хребтно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним

ураженням в ОГ до ФТ складала $0,78 \pm 0,38$ м/с і $18,12 \pm 5,41$ с проти $1,6 \pm 0,38$ м/с ($p < 0,001$) і $9,14 \pm 2,08$ с ($p < 0,001$) після ФТ, відповідно. Швидкість ходи в тематичних пацієнтів з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням КГ до ФТ складала $0,69 \pm 0,23$ м/с і $20,02 \pm 5,15^\circ$ проти $1,04 \pm 0,54$ м/с ($p < 0,05$) і $14,4 \pm 2,03$ с ($p < 0,05$) після ФТ, відповідно. Таким чином, швидкість ходьби тематичних пацієнтів в КГ за період проведеної ФТ значно покращилась, але не досягнула рівня ОГ, у якому динаміка спостерігалася більш позитивно у відношенні з результатами КГ.

3. Досліджено, що при первинній діагностиці ризику пацієнтів за тестом 4 квадратного кроку у тематичних пацієнтів склав в ОГ $27,4 \pm 5,34$ с в КГ – $28,7 \pm 4,43$ с, відповідно.. Наприкінці курсу ФТ визначалося зниження показника рівня ризику падіння у обох групах військовослужбовців з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням: ОГ $13,4 \pm 4,23$ с ($p < 0,05$), в КГ – $16,1 \pm 3,22$ с, відповідно. Таким чином, ризик падіння тематичних пацієнтів під час повсякденної активності у ОГ зменшилося на 51,1% , а у КГ – на 44%, відповідно. Незважаючи на позитивну динаміку зміни в обох групах, більш ефективніший результат був виражений в ОГ після запровадженою нами програми ФТ.

4. За оцінкою рівня витривалості ходи та потенційно можливої пройденої дистанції з використанням тесту 6 хвилинної ходьби було виявлено позитивну динаміку у здійснених результатах та позбавлення допоміжних засобів після проведеного процесу ФТ. Показано, що під час первинного тестування у 100% досліджуваних осіб були використані допоміжні засоби у вигляді 2 канадських милиць. Після 8-го тижня фізіотерапевтичних втручання показник використання допоміжних засобів у ОГ і КГ становив 0%, тобто свідчив про їх відсутність.. Наприкінці дослідження 100% позитивну динаміку в кількості пройденої дистанції мали обидві групи, відповідно. Таким чином, пройдена

дистанція військовослужбовців з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураження у ОГ збільшилася на 63% , а у КГ – на 42%, відповідно. Взявши до уваги позитивні зміни рівня ризику падіння в обох групах, варто відмітити, що позитивна динаміка більше виражена в ОГ після запровадженої нами програми ФТ. Отже, застосування НІГТ в поєднанні з вправами на силу дозволяють досягнути кращого результату відновного лікування даної категорії пацієнтів, дозволяючи вже на 8 тижні ФТ розпочинати заняттєву активність без використання допоміжних засобів, що значно покращить функціонування та якість життя

5. У ході аналізу загальної цілісності оцінюваних даних, було доведено, що розроблений алгоритм втручання ФТ для відновлення втрачених функцій спинного мозку, а саме забезпечення швидкості та витривалості ходьби у військовослужбовців з хребетно спинно-мозковою бойовою травмою поперекового відділу з неповним ураженням на всіх реабілітаційних етапах є продуктивнішим за своїми характеристиками у порівнянні з алгоритмом, що застосовується в Західному реабілітаційно-спортивному центрі НКСІУ, і може бути застосований у роботі фізичних терапевтів та лікарів у закладах оздоровлення та реабілітації з метою підвищення якості та результативності інтегрованих програм фізичної терапії, а також інтеграції новітніх науково підтверджених досягнень і методик у процес лікування цільових пацієнтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Weibl H. Zur Topographie der Medulla spinalis der Albinoratte (*Rattus Norvegicus*). *Adv Anat Embryol Cell Biol.* 1973;47:6. [[Reference list](#)]
2. Rexed B. A cytoarchitectonic atlas of the spinal cord in the cat. *J Comp Neurol.* 1954;100:297–379. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]
3. Francisco de Assis Aquino Gondim et al., *Topographic and Functional Anatomy of the Spinal Cord*, Medshape, 2015
4. Moore KL, Agur AM, Dalley AF. *Essential Clinical Anatomy*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002 Mar.
5. Cervero F. Dorsal horn neurons and their sensory inputs. In: Yaksh TL, ed. *Spinal Afferent Processing*. New York: Plenum Press, 1986;197–216. [[Reference list](#)]
6. Molander C, Grant G. Spinal cord projections from hindlimb muscle nerves in the rat studied by transganglionic transport of horseradish peroxidase, wheat germ agglutinin conjugated horseradish peroxidase, or horseradish peroxidase with dimethylsulfoxide. *J Comp Neurol.* 1987;260:246–255. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]
7. Giuffrida R, Rustioni A. Dorsal root ganglion neurons projecting to the dorsal column nuclei of rats. *J Comp Neurol.* 1992;316:206–220. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]
8. Smith MC. Retrograde cell changes in human spinal cord after anterolateral cordotomies. Location and identification after different period of survival. *Adv Pain Res Ther.* 1976;1:91–98. [[Reference list](#)]

9. Willis WD, Coggeshall RE. 1978 . Sensory Mechanisms of the Spinal Cord. New York: Plenum Press. [[Reference list](#)]
10. Molander C, Grant G. The cytoarchitectonic organization of the spinal cord in the rat. 1st ed. The lower thoracic and lumbosacral cord. J Comp Neurol. 1984;230:133–141. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]
11. Proudlock F, Spike RC, Todd AJ. Immunocytochemical study of somatostatin, neurotensin, GABA and glycine in the rat spinal cord. J Comp Neurol. 1993;327:289–297. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]
12. Holstege G, Kuypers HGJM. The anatomy of brainstem pathways to the spinal cord in the cat. A labelled amino acid tracing study. Prog Brain Res. 1982;57:145–175. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]
13. Jankowska E, Lundberg A. Interneurones in the spinal cord. Trends Neurosci. 1981;4:230–233. [[Reference list](#)]
14. Jankowska E. Intraneuronal organisation in reflex pathways from proprioceptors In: Garlik DG, Kormer PJ, eds. Frontiers in Physiol Res Australia AC of Science 1984:228–237. [[Reference list](#)]
15. Schomburg ED. Spinal sensorimotor systems and their supraspinal control. Neurosci Res. 1990;7:265–340. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]
16. Sherrington CS. Flexion reflex of the limbs, crossed extension reflex and reflex stepping and standing. J Physiol. 1910;40:28–121. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]
17. Brown TG. The intrinsic factors in the act of progression in the mammal. Proc Roy Soc London. 1911;84:308–319. [[Reference list](#)]

18. Grillner S. Locomotion in vertebrates. Central mechanisms and reflex interaction. *Physiol Rev.* 1975;55:247–304. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]
19. Dimitrijevic MR, Nathan PW. Studies of spasticity in man. 6. Habituation, dishabituation and sensitisation of tendon reflexes in spinal man. *Brain.* 1973;96:337–354. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]
20. Nathan PW, Smith MC. Effects of two unilateral cordotomies on the motility of the lower limbs. *Brain.* 1973;96:471–494. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]
21. Eidelberg E. Consequences of spinal cord lesions repair motor function, with special reference to locomotor activity. *Prog in Neurobiol.* 1981;17:185–202. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]
22. Eckert MJ, Martin MJ. Trauma: Spinal Cord Injury. *Surg Clin North Am.* 2017 Oct;97(5):1031-1045. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]
23. Spinal Cord Injury (SCI) 2016 Facts and Figures at a Glance. *J Spinal Cord Med.* 2016 Jul;39(4):493-4. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]
24. Alizadeh A, Dyck SM, Karimi-Abdolrezaee S. Traumatic Spinal Cord Injury: An Overview of Pathophysiology, Models and Acute Injury Mechanisms. *Front Neurol.* 2019;10:282. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]
25. Waters RL, Adkins RH, Yakura JS. Definition of complete spinal cord injury. *Paraplegia.* 1991 Nov;29(9):573-81. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]
26. Roth EJ, Park T, Pang T, Yarkony GM, Lee MY. Traumatic cervical Brown-Sequard and Brown-Sequard-plus syndromes: the spectrum of

presentations and outcomes. Paraplegia. 1991 Nov;29(9):582-

9. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]

27. Dave S, Dahlstrom JJ, Weisbrod LJ. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Oct 29, 2023. Neurogenic Shock.

[[PubMed](#)] [[Reference list](#)]

28. Roberts TT, Leonard GR, Cepela DJ. Classifications In Brief: American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale. Clin Orthop Relat Res. 2017 May;475(5):1499-1504. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]

29. Ellingson BM, Salamon N, Holly LT. Imaging techniques in spinal cord injury. World Neurosurg. 2014 Dec;82(6):1351-8. [[PMC free article](#)]

[[PubMed](#)] [[Reference list](#)]

30. Liu Q, Liu Q, Zhao J, Yu H, Ma X, Wang L. Early MRI finding in adult spinal cord injury without radiologic abnormalities does not correlate with the neurological outcome: a retrospective study. Spinal Cord. 2015 Oct;53(10):750-

3. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]

31. Kumar Y, Hayashi D. Role of magnetic resonance imaging in acute spinal trauma: a pictorial review. BMC Musculoskelet Disord. 2016 Jul

22;17:310. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]

32. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560721/>

33. Tate DG, Kalpakjian CZ, Forchheimer MB. Quality of life issues in individuals with spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil. 2002 Dec;83(12

Suppl 2):S18-25. [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]

34. Kirshblum SC, Biering-Sorensen F, Betz R, Burns S, Donovan W, Graves DE, Johansen M, Jones L, Mulcahey MJ, Rodriguez GM, Schmidt-Read M, Steeves JD, Tansey K, Waring W. International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury: cases with classification challenges. *J Spinal Cord Med.* 2014 Mar;37(2):120-7. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Reference list](#)]

35. Sandrow-Feinberg HR, Houlé JD. Exercise after spinal cord injury as an agent for neuroprotection, regeneration and rehabilitation. *Brain Res.* 2015;1619:12–21. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)] [[Ref list](#)]

36. <https://www.ninds.nih.gov/health-information/disorders/spinal-cord-injury>

37. World Health Organization . *International classification of functioning, disability and health.* Geneva (Switzerland): World Health Organization; 2001. p. 342. [[Google Scholar](#)] [[Ref list](#)]

38. Akpınar P, Atıcı A, Özkan FU, et al. Reliability of the Modified Ashworth Scale and Modified Tardieu Scale in patients with spinal cord injuries. *Spinal Cord.* 2017;55:944–9. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)] [[Ref list](#)]

39. Morris SL, Williams G. A historical review of the evolution of the Tardieu Scale. *Brain Inj.* 2018;32:665–69. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)] [[Ref list](#)]

40. Zhang JL, Chen J, Wu M, et al. Several time indicators and Barthel index relationships at different spinal cord injury levels. *Spinal Cord.* 2015;53:679–81. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)] [[Ref list](#)]

41. Prodinger B, O'Connor RJ, Stucki G, et al. Establishing score equivalence of the Functional Independence Measure motor scale and the Barthel Index, utilising the International Classification of Functioning, Disability and

Health and Rasch measurement theory. *J Rehabil Med.* 2017;49:416–

22. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

42. Stinear JM, Bydlow WD. Disinhibition in the human motor cortex is enhanced by synchronous upper limb movements. *J Physiol.* 2002;543(part 1):307–16. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)] [[Ref list](#)]

43. Dietz V, Harkema SJ. Locomotor activity in spinal cord-injured persons. *J Appl Physiol.* 2004;96:1954–60. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)] [[Ref list](#)]

44. 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.* 2014;37:371–9. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)] [[Ref list](#)]

45. Chumney D, Nollinger K, Shesko K, Skop K, Spencer M, Newton RA (2010). "[Ability of Functional Independence Measure to accurately predict functional outcome of stroke-specific population: systematic review](#)". *Journal of Rehabilitation Research and Development.* **47** (1): 17–29. [doi:10.1682/JRRD.2009.08.0140](#). [PMID 20437324](#)

46. del-Ama AJ, Koutsou AD, Moreno JC, de-los-Reyes A, Gil-Agudo A, Pons JL (2012). "[Review of hybrid exoskeletons to restore gait following spinal cord injury](#)". *Journal of Rehabilitation Research and Development.* **49** (4): 497–514. [doi:10.1682/JRRD.2011.03.0043](#). [PMID 22773254](#).

47. Janda, Vladimir (2016). *Manuelle Muskelfunktionsdiagnostik*. U.C. Smolenski, J. Buchmann, L. Beyer. pp. 195–242. [ISBN 978-3-437-46431-7](#).

48. Schoenfeld AJ, Dunn JC, Belmont PJ. Pelvic, spinal and extremity wounds among combat-specific personnel serving in Iraq and Afghanistan (2003-

2011): a new paradigm in military musculoskeletal medicine. *Injury* 2013;44:1866–70. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

49. <https://nahrainuniv.edu.iq/ar/node/1903> Epidemiology and rehabilitation outcomes of traumatic spinal cord injury in Iraq. Accessed 31 December 2022.

50. Gosling J, Golyk V, Mishra S, et al.. We must not neglect rehabilitation in Ukraine. *EClinicalMedicine* 2022;50:101537. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

51. Michael M, Roth K. Against all odds: a qualitative study of rehabilitation of persons with spinal cord injury in Afghanistan. *Spinal Cord* 2012;50:864–88. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

52. Keeling M, Barr N, Atuel H, et al.. Symptom severity, self-efficacy and treatment-seeking for mental health among US Iraq/Afghanistan Military Veterans. *Commun Ment Health J* 2020;56:1239–47. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

53. Rizzo AS, Koenig ST, Talbot TB. Clinical virtual reality: emerging opportunities for psychiatry. *Focus* 2018;16:266–78. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

54. Singh A, Tetreault L, Kalsi-Ryan S, et al.. Global prevalence and incidence of traumatic spinal cord injury. *Clin Epidemiol* 2014;6:309–31. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

55. Hersh, A. M., Davidar, A. D., Weber-Levine, C., Raj, D., Alomari, S., Judy, B. F., & Theodore, N. (2022). Advancements in the treatment of traumatic spinal cord injury during military conflicts. *Neurosurgical focus*, 53(3), E15.

56. Productivity Commission . *A Better Way to Support Veterans*. Productivity Commission; Canberra, Australia: 2018. Draft Report. [[Google Scholar](#)] [[Ref list](#)]
57. Department of Veterans Affairs . *Healthcare Inspection: VA Patterns of Dispensing Take-Home Opioids and Monitoring Patients on Opioid Therapy*. Department of Veterans Affairs; Washington, DC, USA: 2014. [[Google Scholar](#)] [[Ref list](#)]
58. www.asia-spinalinjury.org/elearning/elearning.php InSTeP; online training for The International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injuries. Accessed 18 September, 2015.
59. R.J. Marino, L. Jones, S. Kirshblum, J. Tal, A. Dasgupta. Reliability and repeatability of the motor and sensory examination of the international standards for neurological classification of spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.*, 31 (2008), pp. 166-170
60. L. Harvey, D. Graves. International Standards for the Neurological Classification of Spinal Cord Injury. *J Physiother.*, 57 (2011), p. 129
61. M. Itzkovich, I. Gelernter, F. Biering-Sorensen, C. Weeks, M.T. Laramée, B.C. Craven, *et al.* The Spinal Cord Independence Measure (SCIM) version III: reliability and validity in a multi-center international study. *Disabil Rehabil.*, 29 (2007), pp. 1926-1933
62. J.F. Ditunno Jr., P.L. Ditunno, G. Scivoletto, M. Patrick, M. Dijkers, H. Barbeau, *et al.* The Walking Index for Spinal Cord Injury (WISCI/WISCI II): nature, metric properties, use and misuse. *Spinal Cord.*, 51 (2013), pp. 346-355

63. L.A. Harvey, K.D. Anderson. The spinal cord independence measure. *J Physiother.*, 61 (2015), p. 99
64. C. Fekete, I. Eriks-Hoogland, M. Baumberger, A. Catz, M. Itzkovich, H. Luthi, et al. Development and validation of a self-report version of the Spinal Cord Independence Measure (SCIM III). *Spinal Cord.*, 51 (2013), pp. 40-47
65. L. Harvey, R. Marino. The Walking Index for Spinal Cord Injury. *Aust J Physiother.*, 55 (2009), p. 66
66. M.S. Alexander, K.D. Anderson, F. Biering-Sorensen, A.R. Blight, R. Brannon, T.N. Bryce, et al. Outcome measures in spinal cord injury: recent assessments and recommendations for future directions. *Spinal Cord.*, 47 (2009), pp. 582-591
67. www.neuropt.org/professional-resources/neurology-section-outcome-measures-recommendations/spinal-cord-injury American Physical Therapy Association Spinal Cord Injury Special Interest Group. Professional resources. Neurology Section Outcome Measures Recommendations for Spinal Cord Injury. Accessed 13 July, 2015.
68. F. Biering-Sørensen, A. Bryden, A. Curt, J. Friden, L.A. Harvey, M.J. Mulcahey, et al. International Spinal Cord Injury Upper Extremity Basic Data Set. *Spinal Cord.*, 52 (2014), pp. 652-657
69. F. Biering-Sørensen, A.S. Burns, A. Curt, L.A. Harvey, M. Jane Mulcahey, P.W. Nance, et al. International Spinal Cord Injury Musculoskeletal Basic Data Set. *Spinal Cord.*, 50 (2012), pp. 797-802

70. Всесвітня медична асоціація. Гельсінська декларація: етичні принципи проведення медичних досліджень за участю людини. JAMA. 2013;310(20).

71. Верховна Рада України. Закон України «Основи законодавства України про охорону здоров'я» [Internet]. Закон України № 2802-ХІІ. 1992 Лист 19. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text>.

72. <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/timed-and-go>

73. Shirley Ryan Ability Lab. Rehabilitation measure: four square step test. www.sralab.org/rehabilitation-measures/four-step-square-test (accessed 12 March 2018).

74. Academy of Neurologic Physical Therapy. [Core Set of Outcome Measures for Adults with Neurologic Conditions](#). [Accessed 6 May 2022]

75. https://www.physio-pedia.com/Six_Minute_Walk_Test_/6_Minute_Walk_Test

76. Graham K, Yasar-Fisher C, Li J, McCully KM, Rimmer JH, Powell D, et al. Effects of high-intensity interval training versus moderate-intensity training on cardiometabolic health markers in individuals with spinal cord injury: a pilot study. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*. 2019;25:248–59.

77. McLeod JC, Diana H, Hicks AL. Sprint interval training versus moderate-intensity continuous training during inpatient rehabilitation after spinal cord injury: a randomized trial. *Spinal Cord*. 2020;58:106–15.

78. van den Akker LE, Holla JFM, Dadema T, Visser B, Valent LJ, deGroot S, et al. WHEELS-study group. Determinants of physical activity in wheelchair users with spinal cord injury or lower limb amputation: perspectives of rehabilitation professionals and wheelchair users. *Disabil Rehabil*. 2020:1–8. <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1577503>. [Online ahead of print].

79. Конотопенко О.О., Брушко В.В. Особливості фізичної терапії військовослужбовців з ХСМТ на поперековому відділі з неповним ураженням. ЗБІРНИК ТЕЗ VII Всеукраїнської молодіжної науково-практичної конференції з міжнародною участю «Молодий вчений: сучасні тенденції формування та збереження здоров'я людини». 29 березня 2024 року, с 129-133