

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка
Факультет здоров'я, фізичного виховання і спорту
Кафедра фізичної терапії та ерготерапії

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ ПІСЛЯ АМПУТАЦІЇ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ У ВІЙСЬКОВИХ

«Допущено до захисту»

завідувач кафедри фізичної терапії
та ерготерапії

Протокол засідання кафедри

« ____ » _____ 2025 р.

Виконавець магістерської роботи:

здобувач 2 курсу другого
(магістерського) рівня вищої освіти
групи ФТм-1-23-1.4д

спеціальності: 227.01 Фізична терапія
освітньої програми: 227.00.05 Фізична
терапія

ХОЛОД БОГДАНА ГРИГОРІВНА

Науковий керівник:

доктор медичних наук професор,
професор кафедри фізичної терапії та
ерготерапії Факультету здоров'я,
фізичного виховання і спорту
Хорошуха Михайло Федорович

Київ 2025

РЕФЕРАТ

Холод Богдана Григорівна

Фізична терапія після ампутації нижньої кінцівки у військових. – К.: Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Факультет здоров'я, фізичного виховання і спорту, 2025.

Науковий керівник - Хорошуха Михайло Федорович, доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри фізичної терапії та ерготерапії Факультету здоров'я, фізичного виховання і спорту.

Обсяг роботи – 80 сторінки.

Кількість використаних джерел – 84.

Ключові слова: нижня кінцівка, ампутація, кукса, протез, фантомні болі, фізична терапія.

Структура роботи: робота містить вступ, три розділи, список використаних джерел та додатки.

АНОТАЦІЯ

Холод Б. Г. «Фізична терапія після ампутації нижньої кінцівки у військових».

Спеціальність: 227.01 Фізична терапія, ерготерапія. Освітня програма другого (магістерського) рівня вищої освіти: 227.00.05 Фізична терапія. Київський університет імені Бориса Грінченка. Київ, 2023.

Мета дослідження – оцінити ефективність впливу фізичної терапії з включенням фізичних вправ для військових з ампутацією нижньої кінцівки.

Матеріал і методи дослідження: 15 пацієнтів після ампутації нижньої кінцівки в наслідок бойових дій, антропометричне обстеження, тест Тінеля для оцінки чутливості нервових закінчень, шкала впевненості балансу залежно від діяльності (ABC), шкала прогнозу мобільності пацієнтів з ампутацією, індекс опорно-рухових можливостей (LCI), шкала досвіду ампутації та протезування Трініті (TAPES), а також індекс Бартел для визначення рівня самостійності у повсякденному житті.

Застосовано програму фізичної терапії, яка включала: відновлення патерна ходьби, нейром'язову активацію за методом Neurac із використанням підвісної системи redcord, а також вправи на платформі Huber 360.

Головні результати. Розроблена програма фізичної терапії для пацієнтів після ампутації нижньої кінцівки, яка включала заняття для відновлення патерну руху, занять на redcord за програмою Neurac та заняття на Huber 360. Встановлено, що застосування запропонованої програми позитивно впливає на пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки, що виявляється у збільшенні сили м'язів, покращенні мобільності, рухливості, рівноваги, здатності ходити та спроможності пацієнтів до самообслуговування.

Ключові слова: нижня кінцівка, ампутація, кукса, протез, фантомні болі, фізична терапія.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ I. МЕТОДИ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ В РЕАБІЛІТАЦІЇ ХВОРИХ З АМПУТАЦІЄЮ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	10
1.1. Соціально-медичне значення ампутації нижньої кінцівки	10
1.2. Етіологія, патогенез, клініка ампутації нижньої кінцівки	11
1.3. Основні методи дослідження людей з ампутацією нижньої кінцівки	16
1.4. Методи фізичної терапії в реабілітації людей з ампутацією нижньої кінцівки	26
1.4.1. Підготовка фізичних терапевтів	27
1.4.2. Навчання пацієнта та осіб, які здійснюють догляд	28
1.4.3. Догляд за залишковою кінцівкою (куксою)	29
1.4.4 Терапевтичні вправи	30
1.4.5 Відновлення відчуття контролю	31
РОЗДІЛ II. МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	34
2.1. Матеріал дослідження	34
2.2. Методи дослідження	35
2.3. Методи фізичної терапії	46
2.4. Статистичні методи обробки результатів дослідження	62
РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ЗАСТОСУВАННЯ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ПІСЛЯ АМПУТАЦІЇ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ	64
3.1. Відновлення паттерна ходьби, як основний метод реабілітації пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки	64
3.2. Вплив підвісної системи redcord на відновлення правильних моделей руху у пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки за нейром'язовою активацією по методиці Neurac	66

3.3. Вплив Huber 360 на відновлення пропріорецепції та координації у пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки	69
ВИСНОВКИ	73
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

Neurac - Neuromuscular Activation (нейром'язова активація)

ОРА - опорно-руховий апарат

См - сантиметр

ФР - фізична реабілітація

РФ - реабілітаційна фізкультура

ТБС - тазостегновий суглоб

МКФ - Міжнародна класифікація функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я

ЕМГ - електроміографія

ЦНС - центральна нервова система

ПНС - периферична нервова система

ВСТУП

Актуальність теми

У наш час актуальність вивчення проблем людей з ампутацією нижньої кінцівки зумовлена зростанням кількості постраждалих під час бойових дій. Ампутація кінцівки, призводить, крім інвалідизації, до соціальної дезадаптації пацієнтів внаслідок приєднання емоційних розладів (стресу, страху, тривоги, депресії) та неможливості адекватного протезування за наявності фантомного болю.

Проблема реабілітації осіб, які перенесли ампутацію нижньої кінцівки, одна з найскладніших. Відновлення функцій, втрачених внаслідок ампутації кінцівок, має не лише медико-соціальне, але й економічне значення. Під патронатом Міністерства охорони здоров'я людини України діє система для медичної й психологічної реабілітації бійців на базі госпіталів для ветеранів війни практично в усіх областях країни. Отже, реабілітація повинна бути спрямована на підвищення ефективності протезування та реабілітаційних заходів.[1]

Теоретичні основи загальновизнаних способів реабілітації осіб з ампутацією кінцівок вивчено на достатньому рівні. До них передусім, відносять різні форми терапевтичних вправ, фізіотерапію й масаж. Але в практичному вирішенні питання відзначається значне відставання від теорії.

Мета дослідження – оцінити ефективність впливу фізичної терапії з включенням фізичних вправ для військових з ампутацією нижньої кінцівки.

Завдання дослідження:

1. На основі аналізу наукової літератури встановити медико-соціальне значення, етіологію, патогенез, клінічні особливості перебігу ампутації нижньої кінцівки.

2. Вивчити клініко-функціональний стан пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки.

3. Розробити програму фізичної терапії з включенням фізичних вправ для пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки.

4. Оцінити ефективність впливу запропонованої програми фізичної терапії у пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки.

Об'єкт дослідження – фізична терапія ампутації нижньої кінцівки.

Предмет дослідження – функціональний стан пацієнтів, ефективність програми фізичної терапії після ампутації нижньої кінцівки.

Методи дослідження: антропометричне обстеження, методи оцінки функціонального стану органів кровообігу, дихання, центральної та периферичної нервової системи загальне обстеження фізичного стану, психологічні та соціологічні методи дослідження.

Наукова новизна полягає у доказі застосування запропонованого комплексу фізичної терапії у пацієнтів з наслідками отриманої бойової травми, з подальшою ампутацією нижньої кінцівки.

Практичне значення. Для пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки запропонована програма фізичної терапії, що включає різні завдання для виконання пацієнтом щоб зменшити наслідки від отриманої травми.

Апробація матеріалів магістерської роботи. Апробація проведена у вигляді доповіді на XI Всеукраїнській науково-практичній онлайн-конференції «Фізичне виховання, спорт та здоров'я людини: досвід, проблеми, перспективи» (12 грудня 2024 р., Київ). Опубліковані такі тези:

Холод Б.Г., Хорошуха М.Ф. ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ ПІСЛЯ АМПУТАЦІЇ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ У ВІЙСЬКОВИХ Фізичне виховання, спорт та здоров'я людини: досвід, проблеми, перспективи : матеріали XI Всеукр. наук.-практ. онлайн-конф., м. Київ, 12 грудня 2024 р. Київ : Київський столичний ун-т ім. Б.Грінченка, 2024. С. 226.

Структура та обсяг магістерської роботи: робота містить вступ, три розділи, список використаних джерел. Обсяг роботи - 80 сторінок. Кількість використаних джерел – 84.

РОЗДІЛ І

МЕТОДИ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ В РЕАБІЛІТАЦІЇ ХВОРИХ З АМПУТАЦІЄЮ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Проведено пошук в одній бібліотеках, використовуючи пошукові слова «ампутація» або «ампутація нижньої кінцівки» в поєднанні зі словом «реабілітація». Використані електронні бази даних Національної бібліотеки України ім. В.І.Вернадського (<http://nbuv.gov.ua>), Physiopedia (<https://www.physio-pedia.com>), PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>). Пошук проведено за останні 10 років.

За вказаними пошуковими словами було знайдено 225 літературних джерел (в бібліотеці – 120, в Physiopedia – 150 , в PubMed – 45). Багато літературних джерел за змістом не відповідали поставленій меті. Тому для подальшого аналізу було відібрано 81 літературне джерело.

1.1. Соціально-медичне значення ампутації нижньої кінцівки

За останні роки досить швидко зросла кількість осіб, ампутацій які виконуються на нижніх кінцівках. За статистичними даними в Україні виконується більше 10 тисяч ампутацій на різних сегментах.[2]

Значний період непрацездатності, інвалідизація хворих, висока летальність, все це обумовлює пошук нових засобів та методів фізичної реабілітації для осіб після ампутації нижньої кінцівки. Актуальною проблемою в Україні на сьогоднішній день є збільшення кількості військових, які внаслідок бойових дій і військових травм потребують протезування нижніх кінцівок і тривалої фізичної реабілітації, яка може дозволити їм повернутися до звичного життя у побуті. В цьому випадку основне місце займають травми опорно-рухового апарату (ОРА), які можуть призвести до інвалідності.[3]

Проблема фізичної реабілітації осіб працездатного віку, після ампутації нижньої кінцівки на рівні гомілки, визначається значними локомоторними порушеннями, що обмежують людину в пересуванні, самообслуговуванні,

порушенні постави, зниженні резервних можливостей організму, толерантності до фізичних навантажень та, як наслідок вираженим обмеженням життєдіяльності.

1.2. Етіологія, патогенез, клініка ампутації нижньої кінцівки

Втрату частини кінцівки, тулуба, обличчя, черепа, статевих органів внаслідок будь-якої травми називають травматичною ампутацією.[4]

Причинами щодо ампутації кінцівки є:[4]

- ❖ Травма з великим розмежуванням тканин, яке хірургічно неможливо відновити
- ❖ Змертвіння тканин після опіків чи відморожування
- ❖ Газова гангрена
- ❖ Суха гангрена, при якій присутня демаркаційна лінія, в такому випадку можлива самостійна ампутація (відсихання) частини кінцівки
- ❖ Волога гангрена, як наслідок занесеної інфекції при діабетичній стопі, чи інших трофічних виразках
- ❖ Облітеруючий атеросклероз судин нижніх кінцівок, важкий ступінь
- ❖ Остеомієліт, (нагноювання кісток)

Людина може зазнати психологічної травми та емоційного дискомфорту. Кукса залишиться зоною зниженої механічної стабільності. Втрата кінцівок може представляти значні або навіть критичні практичні обмеження.[5]

Велика частина людей з ампутуваними кінцівками (50–80 %) відчуває феномен фантомних кінцівок, вони відчують частини тіла, яких більше не має. Ці кінцівки можуть свербіти, боліти, горіти, бути напруженими, сухими або мокрими, затиснутими або притиснутими, або вони можуть відчувати, ніби вони рухаються. Деякі вчені вважають, що це пов'язано зі своєрідною нейронною картою тіла, яка надсилає решті мозку інформацію про кінцівки, незалежно від їх існування. Фантомні відчуття та фантомний біль також можуть виникати після видалення частин тіла, крім кінцівок, наприклад після ампутації молочної залози, видалення зуба (біль у фантомному зубі) або видалення ока (синдром фантомного ока).[5]

Подібним явищем є незрозуміле відчуття в частині тіла, не пов'язаної з ампутованою кінцівкою. Було висунуто гіпотезу, що частина мозку, відповідальна за обробку стимуляції від ампутованих кінцівок, будучи позбавленою вхідних даних, розширюється в навколишній мозок (Фантоми в мозку: В. С. Рамачандран і Сандра Блейкслі), так що людина, яка має ампутовану руку буде відчувати незрозумілий тиск або рух на обличчі чи голові.[5]

У багатьох випадках фантомна кінцівка допомагає адаптуватися до протеза, оскільки дозволяє людині відчувати пропріоцепцію протезної кінцівки. Щоб підвищити опірність або зручність використання, комфорт або загоєння, деякі типи куксових шкарпеток можна носити замість або як частину носіння протеза. Іншим побічним ефектом може бути гетеротопічна осифікація особливо коли травма кістки поєднується з травмою голови. Мозок сигналізує про зростання кістки замість утворення рубцевої тканини, а вузлики та інші утворення можуть заважати протезуванню і іноді вимагають подальших операцій. Цей тип травм був особливо поширеним серед солдатів, поранених саморобними вибуховими пристроями під час війни в Іраку.[6]

Завдяки технологічному прогресу в протезуванні багато людей з ампутованими кінцівками живуть активним життям з невеликими обмеженнями.[6]

Класифікації ампутацій:[7]

- Малі – ампутації пальців і часткові ампутації стопи
- Великі – коли видаляється більша частина кінцівки

Рівні ампутацій нижніх кінцівок

Ампутації стопи

❖ **Палець стопи[8]** – ампутація через фаланги або дезартикуляція плесновофалангового суглоба:

- це найпоширеніша ампутація нижньої кінцівки зазвичай через виразки
- ампутація великого пальця стопи впливає на рівновагу та пересування, оскільки пізня фаза стояння під час ходьби та відштовхування

порушується без першого пальця / плеснової кістки, який є кінцевою точкою перенесення ваги

- другий палець стопи служить бічною опорою для великого пальця стопи, і ампутація другого пальця стопи може призвести до вальгусної деформації першого пальця стопи.

Поперечне склепіння стопи порушується у разі видалення будь-якого пальця. Зазвичай пальці ампутують через проксимальну фалангу, ампутації пальців стопи не слід виконувати через суглоб, оскільки це призведе до оголення аваскулярного хряща.[8]

❖ **Ампутація «променя»[8]** – ампутація пальця стопи і відповідної плеснової кістки

- ампутація першого променя разом з ампутацією великого пальця стопи негативно впливає на рівновагу і ходьбу;

- ампутація 2-4-го променів порушує поперечне склепіння, оскільки зв'язкова структура видаляється;

- однопроменеві ампутації знижують «структурну цілісність склепіння»;

о коли видаляється п'ятий промінь, це негативно впливає на ходьбу від середньої до кінцевої позиції, оскільки змінюється переكات стопи.

❖ **Трансметарзальна[8]** - часткова ампутація стопи через плеснові кістки

- зазвичай через рани передньої частини стопи внаслідок гангрени або інфекції, іноді виконують гільйотинну ампутацію, щоб позбутися інфекції стопи;

- замість трансплантатів шкіри на підошовній стороні стопи використовують дорсальні трансплантати шкіри з розщепленою товщиною (split-thickness grafts), оскільки вони більш еластичні тильна контактна площа стопи зменшується, що призводить до підвищення тиску та може призвести до

мозолів, виразок і ран, має негативний вплив на поставноку стопи і ходу (відштовхування вперед), оскільки важіль стопи вкорочений;

- слід остерігатися підшовної згинальної контрактури – це може статися внаслідок переважання сили литкового і камбалоподібного м'язів над тильними згиначами стопи;

- якщо рана добре зажила, пацієнт може мати відмінну функцію.

- ❖ **Трансметатарзальна (за Лісфранком (Lisfranc))[8]** – ампутація передньої частини стопи по лінії передплесново-плеснового суглоба.

- ❖ **Середини передплесни (за Шопаром (Chopart))[8]** – ампутація між таранною та п'ятковою кістками проксимально та кубоподібною та човноподібною кістками дистально.

- ❖ **Дезартикуляція гомілковостопного суглоба (Сайма (Symes))[8]** – ампутація через гомілковостопний суглоб,

Переваги.[7]

Низка варіантів протезування, таких як устілки, наповнювачі для пальців ніг або ортези для гомілковостопного суглоба (за винятком дезартикуляції гомілковостопного суглоба)

Недоліки.[7]

- ❖ У майбутньому може знадобитися додаткова операція
- ❖ Може призвести до пошкодження шкіри та болю в суглобах
- ❖ Косметичний вигляд може не сприйматися пацієнтом

Транстібіальна / ампутація нижче колінного суглобу.[9]

Ця ампутація виконується через великогомілкову та малогомілкову кістки, проводяться вимірювання та намічаються лінії клаптя. Хірург розсікає шкіру, щоб потім ізолювати та перев'язати нерви та кровоносні судини. Щоб звести до мінімуму ризик нейропатичного болю (див. розділ «Ускладнення»), нерви відсікаються у натязі, щоб кінці втягнулися назад у тканини, де вони зможуть загоїтися за межами кінця кукси. Гомілку відсікають за допомогою осцилюючої пилки – оптимальна довжина кістки, що залишається становить приблизно 12-17 см; великогомілкова кістка має бути скошена під кутом приблизно 45°, щоб

видалити гострий передній край, малогомілкова кістка в ідеалі має бути приблизно на 1-2 см коротше великогомілкової кістки в перпендикулярній вісі. Потім для закриття рани та створення функціональної кукси використовується техніка клаптя за методикою, якій хірург віддає перевагу – варіанти включають косий клапот, довгий задній клапот, сагітальний або медіальний клапот.

Переваги.[8]

- ❖ Збереження колінного суглоба призводить до менших витрат енергії та ліпшої, ніж у разі ампутації вище коліна, пропріоцепції
- ❖ Кандидати на протез із навантаженням через власну зв'язку наколінка (з посадкою під наколінком)
- ❖ Близько до нормального рівня функції (більше витрат енергії, ніж у людини без ампутації)
- ❖ Зниження рівня смертності літніх людей та збільшення ймовірності їх пересування, порівняно з популяцією людей з ампутацією вище коліна

Недоліки.[8]

- ❖ Ризик згинальних контрактур колінного суглоба.
- ❖ Може знадобитися операція «кісткового мосту» («bone bridge») через біль у дистальному відділі малогомілкової кістки.

Трансфеморальна / Ампутація вище колінного суглоба.[10]

Ця ампутація виконується через стегнову кістку, проводяться вимірювання та намічаються лінії клаптя. Хірург розсікає шкіру, щоб потім відділити та перев'язати нерви та кровоносні судини. Щоб звести до мінімуму ризик нейропатичного болю (див. розділ «Ускладнення»), нерви відсікаються у натязі, щоб кінці втягнулися назад у тканини, де вони могли загоїтися на відстані від кінця кукси. Стегнову кістку розтинають по її перпендикулярній вісі за допомогою осцилюючої пилки.

Оптимальна довжина кістки, що залишається становить приблизно 7,5-10 см проксимальніше верхнього краю надколінка. Дуже короткі трансфеморальні кукси часто закінчуються вимушеним положенням відведення, оскільки існує дисбаланс між привідними та відвідними м'язами. У людини з ампутуваними

кінцівками рівень енерговитрат значно вищий. Він коливається від 60% до 110%, тому можна очікувати нижчий рівень активності та мобільності.[10]

У разі трансфеморальної ампутації втрачаються дистальні прикріплення м'язів стегна, щоб зберегти їх функцію та довжину, можна виконати міодез для закріплення привідних (і іноді підколінних) м'язів до кістки. Після цього підколінні сухожилля та чотириголовий м'яз можуть бути зшиті разом над дистальним кінцем стегнової кістки – ця техніка називається міопластикою. Це міопластика м'язів-антагоністів, з метою допомогти заповнити кінець кукси для виконання міодезу Gottchaltk (великий привідний м'яз фіксується через кістку та накриває дистальний кінець стегнової кістки).[10]

Інші види ампутації нижньої кінцівки

Дезартикуляція стегна.

Дезартикуляція стегна – це ампутація всієї нижньої кінцівки через кульшовий суглоб. Традиційна дезартикуляція стегна виконується шляхом відділення головки стегнової кістки від кульшової западини суглоба, тоді як модифікована версія зберігає невелику частину проксимальної (верхньої) частини стегнової кістки, щоб поліпшити контури стегна для сидіння. Дезартикуляція кульшового суглоба найчастіше виникає внаслідок травми, пухлини та у разі важких інфекцій, таких як некротичний фасциїт (зазвичай, так званий «плотоїдними» бактеріями). Рідше відбувається внаслідок захворювань судин і ускладнень цукрового діабету.[11]

Багато з прооперованих користуються кріслами колісними, але їх можна розглядати для протезування з опорою на сідничний горб. Ризик ускладнень ран і смертність у разі такого виду ампутації дуже високий.[8]

Геміпельвектомія (ампутація задньої чверті).[12]

Ампутація всієї нижньої кінцівки з половиною тазу з однойменного боку. Цей тип ампутації є найбільш рідкісним. Ймовірно, такі пацієнти користуються кріслом колісним, деякі розглядаються для використання протезів з опорою на тулуб та сідничний горб з протилежного боку.

1.3. Основні методи дослідження людей з ампутацією нижньої кінцівки

Суб'єктивне оцінювання.[13]

Минула історія хвороби:[13]

❖ Діабет та пов'язані з ним ускладнення: особливо ті, які можуть вплинути на функціональну здатність пацієнта та можливість використання протезів кінцівок, такі як нейропатія (верхніх і нижніх кінцівок), ретинопатія, поганий контроль глікемії та стан контралатеральної кінцівки.

❖ Серцева історія/толерантність до фізичних навантажень.

❖ Ниркова функція/діаліз потенційно може призвести до коливання об'єму кукси.

❖ Дихальна функція/толерантність до фізичного навантаження/задишка під час фізичного навантаження.

❖ Попередній інсульт і будь-які залишкові явища.

❖ Попередні травми та пов'язані з ними операції.

❖ Артрит і пов'язане з ним обмеження рухів, біль або слабкість.

❖ Попередня операція на суглобі.

❖ Попередні дослідження судин, такі як доплер, ангіографія, КТ або МРА, наприклад відео МРА показ оклюзії та колатерального кровообігу.

❖ Попередні судинні втручання, такі як ангіопластика, тромболізис, відновлення аневризми та шунтування.

❖ Алергія: може вплинути на лікування (особливо на перев'язки), терапію та використовувані протезні матеріали.

Ліки:[13]

❖ Контроль діабету.

❖ Статини.

❖ Антигіпертензивні.

❖ Антиагреганти.

❖ Аналгезія, вид і тривалість.

❖ Вазоактивне медикаментозне лікування, таке як нафтидрофурил оксалат – рекомендоване NICE для лікування болю в ногах, спричиненого

фізичними навантаженнями (переміжна кульгавість) у людей із захворюванням периферичних артерій.

Сучасна історія хвороби:[14]

- ❖ Дата ампутації або планована дата ампутації.
- ❖ Передопераційна: рівень і сторона запланованої ампутації.
- ❖ Причина ампутації: захворювання периферичних артерій, травма, пухлина, вроджена деформація.
- ❖ Супутні захворювання: виразки, переломи , пошкодження м'яких тканин.
- ❖ Погіршення стану кінцівки в анамнезі: гостре або хронічне.
- ❖ Стан шкіри, кровообіг, відчуття, біль у спокої.
- ❖ Стан інтактних кінцівок або контралатеральної ампутації та функції протезування, рівень рухливості, здатність ходити та знімати/надягати протези.
- ❖ Поточна функціональна можливість: самообслуговування, мобільність (використання допоміжних засобів, відстань, причини обмежень), повсякденна діяльність.
- ❖ Історія паління.
- ❖ Біль.
- ❖ Пізнавальні здібності.
- ❖ Історія кульгавості.
- ❖ Зір і слух.
- ❖ Вага пацієнта.
- ❖ Очікування пацієнтів щодо запланованої операції: для деяких це буде планова ампутація після тривалої непрацездатності або періоду лікування, для інших це може бути гострий епізод, що призведе до екстреної ампутації. Очікування пацієнтів можуть бути добре поінформованими та реалістичними, але не завжди. Іноді вони можуть бути надмірно оптимістичними щодо легкості та швидкості протезної реабілітації, відсутності дискомфорту, майбутнього рівня

мобільності, але в той же час вони можуть бути занадто песимістичними та реалістичними планами, і встановлення завдань є важливим.

❖ Психологічний та емоційний стан: під час реабілітації поради та підтримка, яку надає команда, сім'я та інші люди з ампутованими кінцівками, є дуже корисними. Це означає, що їм може не знадобитися консультація спеціаліста, але деякі пацієнти потребують додаткової підтримки. Реакція кожного пацієнта на ампутацію буде унікальною. Їхні стратегії подолання або реакції можуть змінюватися протягом періоду реабілітації та після нього, і як терапевти ми повинні знати про можливі реакції, які можуть викликати занепокоєння, такі як заперечення, відмова, придушення, регресія, проекція та витіснення. При необхідності необхідне своєчасне направлення до відповідного фахівця.

Попередня функціональна мобільність:[14]

❖ Мобільність у ліжку, переміщення, перехід з положення сидячи в положення стоячи.

❖ Використання допоміжних пристроїв, таких як милиці або крісло колісне.

❖ Хода або відстань/витривалість у кріслі колісному:

- Фактори, що обмежують мобільність.
- Обговорення факторів навколишнього середовища, таких як сходи, пандуси, нерівна місцевість, бордюри, натовп, перешкоди тощо.

Соціальна історія:[13]

❖ Співмешканці/утриманці: вік, стан здоров'я, здатність допомагати/доглядати/підтримувати пацієнта чи пацієнт доглядає?

❖ Житло: тип нерухомості, право власності, внутрішній і зовнішній доступ, попередні адаптації, планування, розташування ванної кімнати та спальні.

- ❖ Професія: Тип роботи, необхідна мобільність, доступність для крісел колісних, поїздки туди-сюди, тиск щодо повернення, потрібна адаптація, необхідна перекваліфікація.
- ❖ Хобі та інтереси: Сидячий, соціальний і більш активний, включаючи спорт.
- ❖ Водіння: ручна або автоматична коробка передач, тип автомобіля.
- ❖ Поточна підтримка соціальних служб/підтримка з боку родини та друзів.
- ❖ Існуюче використання крісла колісного, тривалість, з якою метою.

Об'єктивне оцінювання

Фізикальне оцінювання

Фізикальне оцінювання може проводитися до або після ампутації та має бути адаптовано до конкретного пацієнта.

- ❖ Обстеження органів грудної клітки та дихання (за потреби).[14]
- ❖ Огляд кінцівок, що залишилися, зон тиску та болю.[14]
- ❖ Оцінювання рани.[15]
 - Апроксимація рани
 - Еритема навколо рани – зазвичай через 72 години еритема внаслідок операції не зменшується, збільшення може бути ознакою інфекції
 - Дренаж рани – Зверніть увагу на будь-які зміни якості або кількості. Серозно-кров'яний дренаж є нормальним у фазі загоєння і з часом зменшується
 - Вологість області навколо рани: вологе середовище (наприклад, пов'язка) може схилити рану до інфекцій, тоді як дуже суха рана може стримувати процес загоєння.
- ❖ Наявність рубцевої тканини/шкіри.[15]
- ❖ Стан контралатеральної кінцівки/стопи.[15]
- ❖ Обстеження судин (якщо ампутація викликана васкулопатією, це обстеження слід проводити під час кожного візиту).[15]
 - Наявність та якість дистального пульсу на кінцівці.
 - Колір.

- Температура шкіри.
 - ❖ Цілісність та обсяг рухів суглобів, наявність контрактур, особливо згиначів кульшових і колінних суглобів.[15]
 - ❖ Сила м'язів і діапазон рухів верхніх і нижніх кінцівок, а також тулуба – особливо стабільність тулуба.[15]
 - Функція руки – чи зможуть одягати та знімати протези, користуватись кріслом колісним з ручним керуванням.[15]
 - ❖ Неврологічний.[15]
 - Периферійний
 - Захисне відчуття за допомогою 10-граммової мононитки Semmes-Weinstein (це являє собою поріг тиску для захисту шкіри від виразок)
 - Тест камертона 128 Гц на периферичну нейропатію
 - Тест на відчуття уколу (Pinprick sensation test)
 - Гомілковостопні рефлекси
 - Тест Тінеля (Tinel's Test), якщо є підозра на неврому
 - Когнітивний
 - ❖ Повсякденна діяльність.[15]
 - ❖ Функціональна мобільність.[15]
 - Рівновага сидячи і стоячи
 - Мобільність у ліжку
 - Здатність до переміщення та мобілізації
 - Толерантність стоячи
 - Хода – оцінити здатність пацієнта користуватися допоміжними засобами та здатність підніматися сходами
- Післяопераційне оцінювання також повинно включати:[16]
- ❖ Інформація про якість кінцівки, що залишилася (кукси), оскільки це матиме вплив на потенціал протезної реабілітації пацієнта.

❖ Слід враховувати стан рани, набряк, довжину кукси, розрізаний кінець кістки (виступаючий чи ні), перфузію шкіри, відчуття, чутливість, форму кукси, надлишок тканини, рухливість рубця та біль.

Міжнародна класифікація функціонування.[17]

Функціональні порушення впливають на багато аспектів життя, включаючи, але не обмежуючись ними, повсякденну активність, мобільність, функції та структуру тіла. Запровадження Всесвітньою асамблеєю охорони здоров'я у травні 2001 року Міжнародної класифікації функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я (МКФ) забезпечує загальновизнану структуру та систему класифікації для опису, оцінки та порівняння функцій та обмежених можливостей. Стаття Зображення ампутації нижніх кінцівок: підхід із використанням МКФ (Portraying the amputation of lower limbs: an approach using ICF) показує, як МКФ може керувати мультиспрямованим підходом під час реабілітації людини з ампутацією кінцівок.

Вимірювання результатів.[18]

Для того, щоб виміряти результат реабілітації після ампутації нижньої кінцівки, використовують вимірювальні прилади, що дозволяє кількісно оцінити результати, класифіковані за категорією функції або структури тіла за Міжнародною класифікацією функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я (МКФ).[18]

Важливо мати індивідуальний підхід (з урахуванням пацієнта та рівня його ампутації) для вибору відповідного валідованого інструменту вимірювання результату, оскільки деякі методи можуть не забезпечити конкретної оцінки або бути цінними для вашого пацієнта. Вибраний метод вимірювання результату може бути доповнений іншим інструментом. Використовуючи інструменти вимірювання результатів під час реабілітації людей з ампутуваними кінцівками, терапевт може продемонструвати цінність терапії для пацієнта, сім'ї, опікунів і медичного страхування.[18]

«Включаючи вимірювання результатів у повсякденну практику, клініцисти можуть мати можливість оцінити різні аспекти клінічної допомоги,

такі як рівень довіри до протеза, комфорт гільзи, функціональний рівень і якість життя з протезом. Результати оцінювання не тільки допомагають клініцистам визначити ефективність втручання, але вони також можуть виявити причину проблеми та в деяких випадках надати вказівки щодо потенційних рішень та терапевтичних втручань».[18]

Приклади інструментів вимірювання результатів:

- Шкала довірчої оцінки рівноваги за видами діяльності – Activities-specific Balance confidence scale (ABC-UK); ABC – Великобританія, це самооцінка, вимірювання результатів якості життя, що пов'язує баланс впевненості з функціональною діяльністю.[19]
- Прогноз мобільності пацієнта з ампутованими кінцівками (The Amputee Mobility Predictor)(AmpPro/AmpNoPro): це інструмент для оцінювання чинників здатності пацієнта з ампутованою нижньою кінцівкою пересуватися та оцінки функцій після реабілітації. Він був розроблений, щоб забезпечити більш об'єктивний підхід до оцінювання людей з ампутованими кінцівками за різними «Класифікаціями». Тест можна проводити як з протезом, так і без нього.[20]
- Анкета індексу опорно-рухових здібностей (Locomotor capability index questionnaire) : LCI — це вимірювання результатів самооцінки, яке є частиною анкети «Профіль протезування пацієнта з ампутованими кінцівками (Prosthetic Profile of the Amputee questionnaire)». LCI оцінює передбачувану здатність людини з ампутованою кінцівкою виконувати 14 різних рухових дій за допомогою протеза.[21]
- Шкала досвіду ампутації та протезування Trinity (Trinity Amputation and Prosthesis Experience Scale) (TAPES): вивчає психосоціальні проблеми, пов'язані з пристосуванням до протеза, специфічними вимогами до носіння протеза та потенційними джерелами непристосованості.[22]
- Шкала Бартела (The Barthel scale) або індекс ADL Бартела — це порядкова шкала, яка використовується для вимірювання продуктивності в повсякденній діяльності (ADL). Кожен елемент ефективності оцінюється за цією

шкалою із заданою кількістю балів, призначених кожному рівню чи рейтингу.[23]

- Профіль протезування пацієнта з ампутованими кінцівками (Prosthetic Profile of the Amputee-PPA) вимірює функцію дорослих осіб з односторонньою ампутацією нижньої кінцівки (користувачів протезами та тих, хто не користується протезами) з точки зору факторів схильності, сприяння та полегшення, пов'язаних із використанням протезів після виписки з лікарні.[24]

- Додаткові показники результатів; Тест “Встань та йди”, тест L (L Test of Functional Mobility), 2-хвилинний тест ходьби, 6-ти хвилинний тест ходьби. [25],[26]

Оцінка придатності для протезування.[27]

Багато людей з транстібіальною ампутацією зможуть використовувати протез, навіть якщо він призначений лише для переміщення або для підтримки рівноваги сидячи, або навіть з косметичних причин, але трансфеморальна кінцівка дуже відрізняється, тому потрібно ретельно оцінити, чи пацієнт матиме можливість скористатися протезом, особливо на цьому рівні.

Таблиця 1.1

Відмінності між транстібіальним і трансфеморальним протезуванням

Транстібіальний протез	Трансфеморальний протез
Може одягатися сидячи	Ідеально одягається стоячи, тому вимагає рівноваги та частого використання обох рук
Можна використовувати, щоб допомогти при переході з положення сидячи в положення стоячи	Не допомагає хворому встати
Допомагає зберігати рівновагу сидячи та пересуватися	Може ускладнити переміщення
Менші витрати енергії під час ходи порівняно з трансфеморальним рівнем (11)	Вищі витрати енергії під час ходи порівняно з транстібіальним рівнем
Низький ризик падінь	Високий ризик падінь

Зазвичай зручно сидіти	Тенденція відчувати дискомфорт при сидінні протягом тривалого періоду через високий рівень гільзи спереду
Може використовуватися виключно в косметичних цілях	

Найважливіші параметри, які слід враховувати при встановленні протеза:

1. Чи хоче людина з ампутацією ходити?
2. Чи зможе людина з ампутацією ходити? наприклад: Контрактура згинання стегна на 15 градусів або більше ускладнює встановлення протеза.
3. Де буде ходити людина з ампутацією?
4. Чи покращить протезування якість життя людини з ампутацією?

Після оцінювання команда прийматиме рішення про те, варто чи ні ставити протез, на балансі успішного результату з урахуванням різних параметрів, таких як патологія, рівень ампутації, довжина та стан кукси, навколишнє середовище та особисті побажання.[27]

Якщо пацієнти не можуть досягти наступного, вони непридатні для протезування:[27]

- ❖ Самостійно переміщуватися із положення сидячи на ліжку/крісло/туалет і назад використовуючи переміщення через поворот стоячи.
- ❖ Віджиматися від сидіння в кріслі колісному до самостійного стояння на брусах.
- ❖ Самостійно тримати рівновагу стоячи в межах паралельних брусів (пацієнтам може знадобитися можливість стояти до 5 хвилин для протезування).
- ❖ Когнітивні порушення, тобто здатність виконувати інструкції, обробляти нову інформацію та запам'ятовувати її протягом певного періоду часу. (За потреби можна організувати оцінювання CAPE).

❖ За допомогою допоміжних засобів для ранньої ходьби (таких як допоміжні засоби РРАМ або Femurette) рухатися в межах паралельних брусів. Пацієнт повинен мати можливість подолати 6-10 довжин, неодноразово, протягом сеансу терапії на регулярній основі на початковій фазі реабілітації.

Наступні області викликають занепокоєння та впливають на протезну реабілітацію:[27]

- ❖ Шкала сили м'язів 4 (Оксфорд) у всіх 4 кінцівках.
- ❖ Погана спритність рук, коли пацієнт не в змозі керувати застібкамилипучками, ремнями або механізмами фіксації колін.
- ❖ Пацієнт не може самостійно вмиватися та одягатися.
- ❖ Інші патології, наприклад CVA, RA, OA, респіраторні проблеми, поганий серцево-судинний стан.
- ❖ Погана мотивація.
- ❖ Проблеми соціальної підтримки та домашнього середовища.

1.4. Методи фізичної терапії в реабілітації людей з ампутацією нижньої кінцівки.

Процес реабілітації особи з ампутованою нижньою кінцівкою складається з дев'яти етапів, як показано в таблиці нижче (зі змінами за виданням Esquenazi & Meier cited in Esquenazi):[28]

Таблиця 1.2

Етап	Критерій
Передопераційний	Оцінювання фізичного стану, навчання пацієнта, обговорення хірургічного рівня, план післяопераційного протезування.
Операція з ампутації / реконструкція	Довжина, міопластичне закриття, покриття м'якими тканинами, нерв, обробка, жорстка пов'язка.

Гострий післяопераційний період	Загоєння ран, управління болем, рухи проксимальною частиною тіла, емоційна підтримка.
Перед протезуванням	Формування, напруження, збільшення м'язової сили, відновлення локус-контролю пацієнта.
Призначення протеза	Прийняття командою рішення про призначення та виготовлення протезів
Тренування з протезом	Збільшення терміну носіння та функціонального використання протезів
Інтеграція у громаду	Відновлення участі у сімейній та громадській діяльності. Емоційна рівновага та стратегії ефективного подолання труднощів. Заходи щодо організації дозвілля
Професійна реабілітація	Оцінити та спланувати професійну діяльність на майбутнє. Може знадобитися додаткова освіта, навчання або зміна професії
Подальше спостереження	Протезування протягом усього життя, функціональна, медична оцінка та емоційна підтримка

1.4.1. Підготовка фізичних терапевтів

Коли ви починаєте працювати з пацієнтом з ампутованою кінцівкою, ви повинні фізично та морально підготуватися до взаємодії з ним. Деякі питання, які слід розглянути, включають:[29]

- Що це за пацієнт? (молодий / літній)
- Що стало причиною ампутації? (після травми / з судинним захворюванням)

- Де (на якому рівні) було проведено ампутацію? (вплив на результат реабілітації)
- Яку мету ставить перед собою пацієнт? (Чи усвідомлює пацієнт існуючі можливості, наскільки реалістично він налаштований?)
- Які варіанти протезування доступні для цього конкретного пацієнта? (самостійне навчання та підготовка)

Усвідомлення етапів процесу переживання горя.[29]

Молодий пацієнт, який переніс ампутацію внаслідок травми, швидше за все, перебуватиме на певній стадії процесу переживання горя та відчуватиме гострий післяопераційний біль. Літній пацієнт, який переніс втрату кінцівки внаслідок судинного або нейропатичного захворювання, може бути готовий до втрати кінцівки з психологічної та фізичної точки зору. У будь-якому випадку, ваш пацієнт може бути психологічно та фізично пригнічений на початку процесу реабілітації, тому обговорення та інформування пацієнта щодо очікувань та цілей дуже важливе на ранньому етапі.

Визначення відповідних показників результатів та механізмів оцінки.[30]

Для оцінки потенціалу вашого пацієнта у використанні протеза необхідно мати відповідні інструменти та параметри оцінки результатів, при цьому намагайтеся не давати марних надій.

Обізнаність із відповідних доступних асистивних технологій.[30]

Пацієнт розраховуватиме на те, що ви надасте йому своєчасну інформацію про можливості протезування. Переконайтеся, що у вас є базові знання та розуміння технології протезування, яка є доступною і може підійти для вашого пацієнта.

1.4.2. Навчання пацієнта та осіб, які здійснюють догляд

Навчання пацієнта має починатися з обговорення процесу реабілітації та постановки цілей, орієнтованих на пацієнта.[29]

Пацієнт повинен бути поінформований про можливі варіанти використання допоміжних та протезних виробів.[31]

Управління болем.

Управління очікуваннями пацієнта щодо гострого післяопераційного болю, який він потенційно може відчувати у процесі реабілітації, сприятиме співпраці з пацієнтом та покращенню результатів реабілітації.[29],[31]

Профілактика ускладнень.

Навчання догляду за кінцівкою, чи то за куксою, чи то за здоровою кінцівкою, є життєво важливим для запобігання подальшим ускладненням та можливості повторної ампутації. Пацієнтів слід навчати догляду за діабетичною стопою та рекомендувати їм щодня оглядати хвору кінцівку на наявність будь-яких ознак почервоніння.[31]

Навчання осіб, які здійснюють догляд.

Особа, яка здійснює основний догляд за пацієнтом з ампутованою кінцівкою, повинна бути залучена до процесу реабілітації на ранній стадії та навчена всім реабілітаційним прийомам, яким навчають пацієнта, щоб забезпечити дотримання пацієнтом режиму після виписки зі стаціонару.[31]

1.4.3. Догляд за залишковою кінцівкою (куксою)

Перелік наступних факторів може безпосередньо впливати на успіх реабілітації при протезуванні та вимагає оцінки та усунення в процесі реабілітації: рана, набряк, рубець від розрізу, стан шкіри, довжина та форма кукси, больові відчуття, контрактура проксимального суглоба, дистальний край кістки, додаткові (надлишкові) тканини, інші рубці / фактори.[32]

Десенсибілізація кукси, масаж рубців і догляд за шкірою.

Лікування хірургічного рубця також є важливим при підготовці залишкової кінцівки до протезування. Надчутливий або нерівний рубець може викликати сильний біль або призвести до того, що навантаження на куксу стане неможливим. Після того як рана на курсі достатньо загоїться, терапевт повинен почати режим десенсибілізації кукси, щоб підготувати куксу до носіння протезу,

і масаж рубця, щоб запобігти склеюванню рубця з кістковими виступами і навчити пацієнта, як це робити самостійно.[29],[31]

Формування чи створення конусної форми кукси є життєво важливою частиною передпротезної реабілітації. Залишкова кінцівка неправильної форми або булавовидної форми (об'єм дистальної частини, виміряний на 5 см проксимальніше кінця кукси, більше об'єму проксимальної частини) не може бути забезпечена протезом або це може значно ускладнити протезування.[28],[29],[31]

Післяопераційний силіконовий лайнер:[33]

- ❖ накладається після зняття жорсткої зйомної пов'язки;
- ❖ до залишкової кінцівки застосовують той самий рівень стиснення, навіть якщо це роблять різні люди;
- ❖ зменшує набряк та формує куксу перед початком протезування;
- ❖ допомагає зняти біль;
- ❖ прискорює процес реабілітації;
- ❖ його можна стерилізувати;
- ❖ розмір лайнера призначається відповідно до об'єму кукси і його можна замінити при зменшенні набряку.

Недоліки: вартість, після спадання набряку необхідно використовувати силіконовий лайнер іншого розміру, лайнер потрібного розміру не завжди є в наявності.

1.4.4. Терапевтичні вправи

Вправи є важливим компонентом реабілітації перед протезуванням. Нижче наведено різні варіанти вправ перед протезуванням, які повинні бути включені в індивідуальну програму та відповідати потребам конкретного пацієнта.[31]

Базове тренування та навички:

- ❖ Зміцнення.
- ❖ Діапазон рухів.
- ❖ Функціональна активність.
- ❖ Загальний стан.

- ❖ Самостійна рухливість в ліжку.
- ❖ Переміщення.
- ❖ Просування крісла колісного.
- ❖ Рівновага в положенні стоячи без опори.
- ❖ Пересування за допомогою допоміжних пристроїв.

Навчання навичкам ходьби:[34]

- Баланс і координація
 - Рівновага на одній кінцівці
 - Баланс у положенні сидячи на гімнастичному м'ячі Bosu або на м'ячі для фітнесу
 - Тренування рівноваги під час переходу з положення лежачи, сидячи чи стоячи
 - Тренування повинні проходити в безпечних умовах, наприклад, між паралельними брусами
- Орієнтація на центр ваги та опорну основу
- Навички навчання ходьбі
- Тренування здорової кінцівки та протезованої кінцівки
- Руху тазу
- Варіації
- Негайне післяопераційне протезування
 - Рівновага стоячи на 2 кінцівках
 - Рухи тазу
 - Тренування ходьби
 - Перехід із положення сидячи у положення стоячи

1.4.5. Відновлення відчуття контролю

Пересування за допомогою допоміжного пристрою / крісла колісного.[29]

Рання післяопераційна мобілізація є обов'язковою умовою для запобігання погіршенню стану після операції з ампутації. В ідеалі пацієнти повинні бути мобілізовані за допомогою допоміжного пристрою, такого як ходунки або милиці з опорою під лікоть, але часто це досить складно для пацієнтів із супутніми захворюваннями. Використання пневматичного компресійного

шинного протезу рекомендується для пацієнтів з обмеженою фізичною активністю та рухливістю. Цей тип шин облягає куксу без створення тиску на рану, і може використовуватися для ранньої мобілізації та оцінки можливостей реабілітації під час протезування. Іншою альтернативою ранньої мобілізації для пацієнтів з високим ризиком є застосування негайного післяопераційного протезу (англ. immediate postoperative prosthesis, IPOR). Незйомна жорстка пов'язка, що використовується при IPOR, накладається протезистом у палаті і формується навколо кукси для перенесення ваги на сухожилля надколінка (пателлярну зв'язку), щоб уникнути тиску на рану під час ранньої мобілізації. Пацієнти повинні пройти обстеження, щоб з'ясувати, який допоміжний пристрій найбільше підходить для ранньої мобілізації, а потім навчитися безпечному пересуванню за допомогою цього пристрою.

Переміщення.[29]

Важливим кроком у процесі реабілітації є відновлення функціональної незалежності. Слід навчити пацієнта безпечно та по можливості самостійно переміщатися між зазначеними видами поверхонь, особливо якщо йдеться про пацієнта з двосторонньою ампутацією або ослабленого пацієнта.

- ❖ Від ліжка до закріпленого стільця.
- ❖ Від ліжка до крісла колісного.
- ❖ Від крісла колісного до ліжка.
- ❖ Пересадка з крісла колісного на підлогу – якщо у пацієнта достатньо м'язової сили для виконання цієї дії.
- ❖ Пересадка з підлоги в крісло колісне – якщо у пацієнта достатньо м'язової сили для виконання цієї дії.
- ❖ З інвалідного візка в туалет.
- ❖ З інвалідного візка в душ / ванну.
- ❖ З інвалідного візка в автомобіль.
- ❖ З автомобіля до інвалідного візка.

Висновки до розділу 1

За літературними джерелами встановлено, що ампутація нижньої кінцівки, особливо у військовослужбовців, є складним медико-соціальним викликом, який супроводжується значними функціональними обмеженнями, психоемоційною напругою та зниженням якості життя.

Ефективна фізична терапія з перших етапів післяопераційного періоду має принципове значення для успішного відновлення. Така фізична терапія повинна бути функціонально орієнтованою, спрямованою на відновлення втрачених рухових навичок, формування правильного патерна ходьби, профілактику вторинних ускладнень (контрактур, больового синдрому, порушень балансу) та розвиток компенсаторних механізмів. Застосування сучасних технологій дає змогу активувати глибокі стабілізатори, покращити пропріорецепцію, підвищити стійкість та впевненість у рухах.

РОЗДІЛ II
МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Матеріал дослідження

Клінічний експеримент являв собою одноцентрове проспективне одномоментне вибіркове обсерваційне дослідження. Дослідження було проведено на базі «Київського інституту реабілітації».

Матеріалом дослідження стали дані військовослужбовців з ампутацією нижньої кінцівки, які проходили курс реабілітації. Головними критеріями включення в дослідження були вік пацієнтів від 22 до 30 років та відсутність супутніх захворювань у стадії загострення. Дослідження проводилось у період з жовтня 2023 року по травень 2024 року. Усі учасники надали інформовану згоду на участь у дослідженні. Було обстежено 15 пацієнтів (усі чоловіки). Характеристика обстежених пацієнтів подана в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристика пацієнтів, які прийняли участь у дослідженні

Пацієнт	Вік	Рівень ампутації	Довжина культі	Обсяг культі
1	25	Вище коліна (права)	15 см	25 см
2	23	Нижче коліна (ліва)	30 см	20 см
3	27	Вище коліна (ліва)	18 см	22 см
4	26	Нижче коліна (права)	32 см	21 см
5	24	Вище коліна (права)	20 см	26 см
6	29	Нижче коліна (ліва)	35 см	19 см
7	22	Вище коліна (ліва)	16 см	23 см
8	28	Нижче коліна (права)	38 см	20 см
9	30	Вище коліна (права)	15 см	24 см
10	25	Нижче коліна (ліва)	32 см	21 см
11	26	Вище коліна (права)	13 см	24 см
12	24	Нижче коліна (ліва)	28 см	22 см

13	29	Вище коліна (ліва)	14 см	25 см
14	30	Нижче коліна (права)	31 см	21 см
15	27	Вище коліна (права)	13 см	26 см

Обстеження проводили до початку та після завершення курсу фізичної терапії, який включав комплекс заходів для відновлення функціональних можливостей та адаптації до використання протезів. У дослідженні приділялася увага індивідуальним особливостям культі кожного пацієнта для оптимізації підбору методів фізичної терапії та адаптації протезів.

2.2 Методи дослідження

Для оцінки стану здоров'я пацієнтів використали наступні діагностичні методики:

- Тест Тінеля;
- Шкала впевненості балансу залежно від діяльності (ABC);
- Прогноз мобільності пацієнтів з ампутованими кінцівками;
- Індекс опорно-рухових можливостей (LCI);
- Шкали досвіду ампутації та протезування Трініті(TAPES);
- Індекс Бартел для активності повсякденного життя.

Тест Тінеля

Використовується для тестування компресійної нейропатії, як правило, для діагностики синдрому зап'ястного каналу .[35]

Техніка

Це виконується шляхом легкого постукування (перкусії) по нерву, щоб викликати відчуття поколювання або «голочок» у розподілі нерва.[36]

Симптом Тінеля — це відчуття поколювання або поколювання, викликане перкусією пошкодженого нервового стовбура в місці ураження або дистально від нього. Знак також вказує на регенерацію нерва.[35]

Позитивний тест: Тест є позитивним, коли відчувається поколювання або поколювання в області розподілу нерва.

Стани, які асоціюються з позитивним симптомом Тінеля:[37]

- ❖ Синдром зап'ястного каналу
- ❖ Кубітальний тунельний синдром
- ❖ Защемлення променевого нерва
- ❖ Синдром тарзального тунелю
- ❖ Поверхнева перонеальна невропатія
- ❖ Синдром виходу з грудної клітки .

Шкала довірчої впевненості балансу, що залежить від діяльності

Шкала впевненості балансу залежно від діяльності (ABC) — це структурована анкета, яка вимірює впевненість людини під час рухливих дій без падіння або відчуття нестабільності. Він був розроблений у 1995 році Пауелом і Майерсом і складається з 16 запитань, які оцінюють впевненість людини під час виконання діяльності.[38]

Пацієнти для яких призначений.[38]

Повідомляється, що шкала ABC є точним показником для виявлення осіб із ризиком падіння в популяціях інсульту , розсіяного склерозу , хвороби Паркінсона , вестибулярних розладів, у людей похилого віку та інших неврологічних захворювань, які можуть вплинути на рівновагу .

Спосіб використання.[38]

- ❖ Це анкета з 16 пунктів, де пацієнти оцінюють свою впевненість під час виконання діяльності.
- ❖ Оцінка від 0 до 100 (0 означає відсутність впевненості, а 100 означає повну впевненість)
- ❖ Паперове опитування, 5-10 хв на адміністрування.
- ❖ Навчання не потрібно.
- ❖ Перед використанням необхідно отримати дозвіл від авторів.

Анкета.[38]

Шкала ABC містить 16 запитань, які вимагають від пацієнта оцінити його/її впевненість у тому, що він/вона не втратить рівноваги або не стане невпевненим під час виконання наступних дій:

1. Ходить по хаті
2. Підйом або спуск по сходах
3. Нахиляючись, щоб підняти тапочки з передньої частини підлоги шафи
4. Тягнеться до маленької банки з полиці на рівні очей
5. Стоячи навшпиньках і тягнучись до чогось над головою
6. Стоячи на стільці, щоб дотягнутися до чогось
7. Підмітання підлоги
8. Виходячи з будинку до автомобіля, припаркованого на під'їзді
9. Посадка в автомобіль або вихід з нього
10. Йду через автостоянку до торгового центру
11. Підйом або спуск по пандусу
12. Прогулянка в переповненому торговому центрі, повз якого швидко проходять люди
13. Зіткнутися з людьми, коли вони проходять торговим центром
14. Вставання на ескалатор або з нього, тримаючись за поручні
15. Стати на ескалатор або зійти з нього, тримаючись за посилки (щоб вони не могли втриматися за поручні)
16. Ходьба на вулиці по крижаних тротуарах

Майерс та ін. (1998) використовують наступні граничні показники для визначення рівня функціонування серед активних людей похилого віку:[39]

1. Нижче 50 %: низький рівень фізичної працездатності
2. 50-80 %: помірний рівень фізичної працездатності
3. Вище 80 %: високий рівень фізичної працездатності

Прогноз мобільності пацієнтів з ампутованими кінцівками

Об'єктивні дані

Прогноз мобільності пацієнтів з ампутацією (АМР) – це швидкий та легко керований інструмент оцінювання, призначений для вимірювання функціонального стану людей з ампутацією нижньої кінцівки з використанням протезу (АМРPRO) та без нього (АМРnoPRO).[40]

Тест також був розроблений з урахуванням клінічної доцільності, оскільки його проведення займає менше ніж 10-15 хвилин і не потребує великої кількості обладнання.[40]

АМР може бути використаний перед протезуванням для прогнозування функціональної мобільності після протезування. Хоча АМР можна проводити як з протезом (АМРPRO), так і без нього (АМРnoPRO), але АМРnoPRO має найбільший потенціал для допомоги у призначенні протезів.[40]

АМР також було розроблено для оцінки конкретних завдань, визначених у 5-рівневій системі функціональної класифікації Medicare (MFCL). MFCL була розроблена в 1995 році Управлінням фінансування охорони здоров'я США (HCFA) для опису функціональних можливостей людей, які перенесли ампутацію нижньої кінцівки. (K0, K1, K2, K3, K4).[40]

Таблиця 2.2

Рівень K0	Відсутність можливості чи потенціалу безпечно пересуватися чи переміщатися за допомогою чи без допомоги, проте протез не покращує якість життя чи мобільність.
Рівень K1	Наявність можливості чи потенціалу використовувати протез для переміщення чи пересування на рівній поверхні із постійною швидкістю. Типово для обмеженої та необмеженої у побуті людини, що ходить

Рівень K2	Наявність можливості чи потенціалу для пересування з умінням долати низько розташовані бар'єри навколишнього середовища, такі як бордюри, сходи чи нерівні поверхні. Типово для людини, що обмежено пересувається містом.
Рівень K3	Наявність можливості або потенціалу для пересування зі змінною швидкістю. Здебільшого це людина, яка може долати більшість бар'єрів навколишнього середовища і може займатися професійною, терапевтичною або фізичною діяльністю, що вимагає використання протеза не тільки для пересування.
Рівень K4	Можливість чи потенціал пересування на протезі, що перевищує базові навички пересування, демонструючи високі навантаження, напруги чи активності. Відповідає вимогам до протезування дитини, активного дорослого чи спортсмена.

Цільова популяція.

Одностороння або двостороння ампутація нижньої кінцівки. Однак особи з двосторонньою ампутацією, у яких рівень ампутації вищий за транстарзальну ампутацію стопи, можуть бути протестовані тільки з використанням протезу (AMPPRO), оскільки для них фізично неможливе виконання тесту без протезу (AMPnoPRO).[41]

Однак був також розроблений варіант AMP-Bilat, у якому бали були адаптовані для осіб із двосторонньою втратою кінцівок. Ці зміни не включали механізм відрахування балів за використання рук при підйомі зі стільця або для утримання рівноваги в положенні стоячи. При проведенні тесту AMPPRO особи з двосторонньою втратою кінцівок одержують нижчі бали і, відповідно, демонструють нижчий потенціал для пересування, ці фактори враховуються при проведенні тесту AMP-Bilat.[42]

Способи використання.

Загальний діапазон балів для AMP становить від 0 до 42 балів. У варіанті AMPnoPRO максимальна можлива оцінка становить 38 балів, тому що пункт 8 “Стояння на одній кінцівці” виключено (стояти на протезованій стороні неможливо). При використанні допоміжного пристрою потенційна загальна оцінка пацієнтів може збільшитися на 5 балів (до 43 та 47 балів для AMPnoPRO та AMPRO відповідно), залежно від типу допоміжного пристрою, що використовується під час тестування.[41]

Більшість пунктів AMP пропонують 3 варіанти оцінки: 0 означає нездатність виконати завдання, 1 має на увазі мінімальний рівень досягнення або те, що для виконання завдання була потрібна певна допомога, а 2 означає повну незалежність або майстерність у виконанні завдання.[41]

Завдання організовані зі зростаючим рівнем складності, щоб забезпечити поступове оцінювання пацієнта з ампутованими кінцівками.[41]

Пункти 1 і 2 перевіряють здатність утримувати рівновагу сидячи. Тест “дотягнутися сидячи” оцінює здатність зміщувати центр маси (ЦМ) і повертатися до збалансованого положення сидячи, утримуючи при цьому рівновагу. Якщо суб’єкт з ампутованими кінцівками не має здатності самостійно сидіти і дотягуватися в положенні сидячи, то можливість навіть обмеженого використання протезів є малоймовірною, і тому він буде віднесений до функціонального рівня K0.[41]

Пункти з 3 по 7 призначені для перевірки здатності пацієнта з ампутацією утримувати рівновагу при виконанні відносно простого завдання – пересідання зі стільця на стілець та стояння без опори. Ці навички необхідні суб’єкту з ампутацією рівня 1, який отримає протез для переміщення та простої активності стоячи. Здатність безпечно виконувати ці тести, ймовірно, передбачає, що пацієнт може керувати протезом в обмежених умовах, особливо у середовищі під наглядом.[41]

Пункти з 8 по 13 – це складніші види активності, пов’язані з рівновагою в положенні стоячи. Суб’єкт виконує кілька тестів, включаючи: баланс на одній

кінцівці, тест на досягання стоячи, тест із підштовхуванням та перевірку реакційної рівноваги. Для підтримки рівноваги під час цих тестів суб'єкту потрібна адекватна соматосенсорна та вестибулярна системи. Успішне проходження цих тестів означає, що суб'єкт із ампутованою кінцівкою має потенціал для безпечного пересування по дому, тобто він/вона може функціонувати на рівні K2.[41]

Пункти з 14 по 20 програми АМР оцінюють якість ходьби та здатність долати певні перешкоди. Ці навички відповідають рівню K3 або 4, який передбачає, що суб'єкт з ампутованою кінцівкою може виконувати всі дії з більшою легкістю.[41]

Пункт 21 враховує використання окремих допоміжних засобів.[41]

Індекс опорно-рухових можливостей

Оригінальний індекс опорно-рухових можливостей (LCI) був розроблений у Канаді в 1993 році як частина опитувальника «Протезний профіль людей з ампутованими кінцівками».[43]

За словами його розробників, LCI «обчислює загальні, базові та розширені рухові навички нижньої кінцівки з ампутованими протезами та оцінює рівень незалежності».[44],[45]

Нова версія LCI з 5-бальною порядковою шкалою має подібні загальні психометричні властивості до оригінальної LCI, ефект нижчої межі та більший розмір ефекту.[46]

Мета

LCI — це індивідуальний інструмент для оцінки опорно-рухових здібностей, який зазвичай вважається необхідним для базових і розвинутих ADL людей з ампутацією нижніх кінцівок, а також сприятливим фактором, пов'язаним із тривалим використанням протезів.[47]

Його легко вводити та швидко завершувати.[48]

Він складається з 14 запитань (сформульованих як «Чи можете ви сказати, що ви можете виконувати наступні види діяльності з протезом?») про різні види

рухової активності та вибрані в основному з класифікації порушень опорнорухового апарату Всесвітньої організації охорони здоров'я.[49]

4-рівнева порядкова шкала (0–3 бали; діапазон від «не в змозі» до «в змозі виконати діяльність самостійно») оцінює ступінь передбачуваної незалежності людини у виконанні кожної з 14 дій під час носіння протеза. LCI -5 розділяє верхній порядковий рівень кожного елемента, «Так, здатний виконати дію самостійно» на «Так, . . . сам із засобами для пересування» (оцінка: 3 бали) та «Так, . . . один без засобів пересування» (оцінка: 4 бали), з можливим максимальним балом 56. LCI можна розділити на дві підшкали з 7 пунктів, які охоплюють базовий (пункти 1, 4, 5, 8–11) і просунутий (пункти 2, 3, 6, 7, 12–14) діяльності відповідно. Вищі показники відображають більші рухові можливості з протезом і меншу залежність від допомоги.[46]

Ваги досвіду ампутації та протезування Trinity

Шкали досвіду ампутації та протезування Трініті (TAPES), розроблені кафедрою психології Трініті-коледжу Дубліна, — це опитувальник, який заповнює сам користувач, який містить домени психосоціальної адаптації, обмеження активності та задоволення від протезування, кожна з яких має 3 підшкали. З подальшим дослідженням залишкового болю, фантомного болю в кінцівках та інших медичних проблем. Таким чином, включаючи фізичні та психосоціальні аспекти адаптації.[50]

Мета

Він спрямований на те, щоб уможливити вивчення психосоціальних процесів, пов'язаних із пристосуванням до протезу, специфічними вимогами до носіння протеза та потенційними джерелами неправильного пристосування. З точки зору дослідження, TAPES може сприяти дослідженню взаємозв'язків між різними змінними та ідентифікації тих факторів, які сприяють успішній реабілітації та адаптації до носіння протеза нижньої кінцівки.[51]

Метод

СТРІЧКИ складаються з 9 підшкал. Існує 3 психосоціальні підшкали: загальна адаптація, соціальна адаптація та адаптація до обмежень. Кожна з цих

підшкал містить 5 пунктів, які вимірюються за 5-бальною шкалою оцінювання (категорично не згоден, не згоден, ні згоден, ні не згоден, згоден, повністю згоден). Оцінки варіюються від 5 до 25, причому вищі бали вказують на вищий рівень адаптації.[51]

TAPES також містить 3 субшкали обмеження активності: обмеження функціональної активності, обмеження соціальної активності та обмеження спортивної активності. Кожна з цих підшкал обмеження активності містить 4 пункти, які вимірюються за 3-бальною шкалою (зовсім не обмежено, обмежено трохи, обмежено багато). Оцінки варіюються від 3 до 12, причому вищі бали вказують на більше обмеження активності.[51]

Є 3 додаткові підшкали, які оцінюють задоволеність протезом, виміряну за 5бальною шкалою (дуже незадоволений, незадоволений, ні незадоволений, ні задоволений, задоволений, дуже задоволений). Субшкала функціональної задоволеності містить 5 пунктів із потенційним діапазоном балів від 5 до 25. У субшкалі естетичного задоволення є 5 пунктів (наприклад, колір) із потенційним діапазоном балів від 4 до 20. Оскільки задоволеність вагою містить лише 1 пункт, бали за цією підшкалою коливаються від 1 до 5. Більш високі бали за кожною з підшкал задоволеності вказують на більшу задоволеність протезом.[51]

TAPES також вивчає досвід фантомного болю в кінцівках, залишкового болю в кінцівках та інших медичних проблем, не пов'язаних з ампутацією. Кожне з вищезазначених підрозділяється на запитання, що стосуються (1) типу болю, (2) частоти його виникнення, (3) тривалості кожного епізоду, (4) способу опису рівня болю та (5) наскільки це заважає повсякденному життю. Цей розділ TAPES також містить 2 пункти, які вимагають від респондентів оцінити свій загальний стан здоров'я та фізичні здібності, виміряні за 5-бальною шкалою (дуже погано, 1; дуже добре, 5).[51]

Індекс Бартел

Індекс Бартел для активності повсякденного життя – це порядкова шкала, яка вимірює здатність людини виконувати активності повсякденного життя (Activities of Daily Living, ADL).[52]

Опублікований у 1965 році, оригінальний Індекс був створений для вимірювання обмеження життєдіяльності у пацієнтів, чиї реабілітаційні порушення впливають на використання кінцівок для виконання активностей повсякденного життя. З тих пір він зазнав двох модифікацій. Всі три версії використовуються сьогодні як у клінічній практиці, так і в наукових дослідженнях.[52]

Огляд індексу Бартел[52]

Індекс Бартел оцінює десять найпоширеніших активностей повсякденного життя, зокрема базову мобільність:

1. Прийом їжі
2. Купання
3. Персональна гігієна
4. Одягання
5. Контроль дефекації
6. Контроль сечового міхура
7. Користування туалетом
8. Переміщення з ліжка на стілець і назад
9. Пересування на рівних поверхнях
10. Подолання сходів

Будь-який член мультидисциплінарної команди може проводити оцінювання за індексом Бартел, але, як правило, його проводять клінічні працівники, такі як медичні сестри, ерготерапевти або фізичні терапевти, протягом 24-48 годин.[52]

Як правило, оцінювання займає лише кілька хвилин і може бути частиною реабілітаційного обстеження.[52]

❖ Індекс Бартел вимірює ступінь допомоги, необхідної людині за десятьма пунктами ADL, пов'язаними з мобільністю та самообслуговуванням

❖ Час, витрачений на виконання кожного пункту та фізична допомога, необхідна для виконання кожного пункту, використовуються для визначення значення, яке присвоюється кожному пункту

❖ Десять пунктів оцінюються певною кількістю балів, а потім підраховується остаточна оцінка шляхом підсумовування балів, нарахованих за кожну функціональну навичку. Це дозволяє експерту виміряти функціональне обмеження життєдіяльності пацієнта шляхом кількісної оцінки його функціональних можливостей.

❖ Бали можуть бути виставлені або шляхом безпосереднього оцінювання/спостереження, або на основі достовірних інтерв'ю з пацієнтом, його родиною чи персоналом. Дослідження також показують, що для виставлення балів можна використовувати “здоровий глузд” і клінічний досвід експерта.

❖ Чим вищий бал, тим більш незалежним є пацієнт у виконанні показників ADL, що вимірюються. Вищі бали також вказують на те, що пацієнт з більшою ймовірністю повернеться додому, з різним ступенем допомоги, після виписки з лікарні.

❖ Чим нижчий бал, тим більш залежним є пацієнт при виконанні ADL, і тим більш кваліфікованого догляду він потребуватиме при виписці.

Цільова популяція

Хоча індекс Бартел використовується в багатьох популяціях, його застосування настійно рекомендується для оцінювання осіб з інсультом, хворобою Паркінсона, черепно-мозковою травмою, раком, COVID-19, пацієнтів, госпіталізованих у відділення інтенсивної терапії та осіб похилого віку.[53],

Наразі існує дві модифікації оригінального індексу Бартел, що складається з 10 пунктів: Версія за Collin та версія за Shah. Всі три версії Індексу оцінюють ті ж самі десять завдань ADL та мобільності і всі вони є у вільному доступі в Інтернеті.[54]

Оригінальний індекс Бартел

Оригінальний Індекс був розроблений як порядкова рейтингова шкала з трьома балами. Вона може бути заповнена членами МДК, включно з фахівцями

з реабілітації або іншими особами, що здійснюють спостереження, приблизно за 2-5 хвилин.[55]

❖ Кожен пункт оцінюється залежно від того, чи може людина виконувати завдання або активність самостійно, з допомогою або вона повністю залежна від сторонньої допомоги. Оцінювання відбувається наступним чином: 0 = не може, 1 = потребує допомоги/підтримки, 2 = незалежний.

❖ Бали за десятьма пунктами підсумовуються і множаться на 5, щоб отримати загальний бал з максимальних 100.

Нижче наведено рекомендації щодо інтерпретації балів за шкалою Бартел:[55]

- о бали від 0 до 20 вказують на “повну” залежність
- о бали 21-60 вказують на “сильну” залежність
- о бали 61-90 вказують на “помірну” залежність
- о бали 91-99 вказують на “легку” залежність
- о більшість досліджень використовують показник 60/61 (помірна залежність) як точку відсікання

Модифікований індекс Бартел за Collin

Модифікований індекс Бартел за Collin змінив систему підрахунку балів на 1бальну з загальним балом від 0 до 20, щоб скоригувати “непропорційне сприйняття точності”. [54]

Модифікований індекс Бартел за Shah

Модифікований індекс Бартел за Shah оцінюється за шкалою від 0 до 100, як і оригінальний індекс Бартел. Він також змінив шкалу оцінювання на п’ятибальну, щоб підвищити надійність і чутливість для виявлення змін.[54]

2.3 Методи фізичної терапії

Пацієнтам з ампутацією нижньої кінцівки була запропонована комплексна програма фізичної терапії, яка включала наступне: відновлення патерна ходьби, застосування підвісної системи Redcord за методикою Neuras, використання платформи Huber 360 для поліпшення пропріорецепції. Основний акцент робили на навчання правильному перенесенню ваги і відновлення симетричності ходьби. На початку курсу використовували допоміжні засоби (милиці або ходунки), а згодом – тренування на біговій доріжці з функцією зменшення навантаження. Вправи виконували один раз на день, тривалістю 30-40 хвилин. Загальний курс складав 15-20 процедур. Методика Neuras використовувалася для активації глибоких м'язів і відновлення правильної біомеханіки рухів. Вправи проводили у підвісному стані з акцентом на стабілізацію корпусу та тазу. Спочатку акцент був на активації здорової сторони, поступово залучаючи ампутовану кінцівку. Заняття проводили тричі на тиждень по 40 хвилин. Платформу Huber 360 застосовували для покращення пропріорецепції, балансу та координації. Вправи включали стояння на одній нозі, балансування з використанням протеза та інтеграцію візуально-вестибулярного контролю. Заняття проводили двічі на тиждень, тривалість – 30 хвилин. Таким чином, програма реабілітації забезпечувала комплексний підхід, спрямований на відновлення функціональності та покращення якості життя пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки.

2.3.1. Відновлення паттерна ходьби

Хо́да — це термін, який використовується для опису моделі ходьби. «Нормальна хода» використовується для визначення моделі, яка була узагальнена від широкої громадськості за багатьма змінними, включаючи вік і стать.[56]

Повний цикл ходи починається з початкового контакту однієї кінцівки і закінчується повторним початковим контактом тієї ж кінцівки, при цьому виконуються всі фази ходи. Цей повний цикл можна описати як крок. Для опису цього циклу іноді неправильно використовується крок. Однак крок є іншим; це

описується як відстань удару п'ятою від однієї ноги до удару п'яти протилежної ноги.[57]

Цикл ходи можна розділити на 2 етапи.[58]

1. **Фаза стійки** – час контакту стопи з підлогою, прийняття ваги та стійка однієї ноги (тобто «послідовність контакту стопи від п'яти до пальців»), що становить 60% циклу

2. **Фаза розмаху** – період часу, протягом якого кінцівка піднята від підлоги, просування кінцівки (тобто коли нога висить). Це становить 40% циклу

Щоб описати елементи ходи, цикл можна розбити на 8 підфакторів :[56],[57],[59]

- ❖ Початковий контакт
- ❖ Завантаження відповіді
- ❖ Середня дистанція
- ❖ Кінцева стійка
- ❖ Передзмах
- ❖ Початковий розмах
- ❖ Мідсвінг
- ❖ Термінал Swing

Початковий контакт

Також відомий як удар п'ятою. Це перший момент контакту стопи з підлогою. Стегно згинається приблизно до 30 градусів, коліно розгинається під кутом 0-5 градусів, а гомілковостопний суглоб зігнутий дорсально в нейтральне положення, забезпечуючи контакт з підлогою приблизно під кутом 25 градусів. Це перша фаза подвійної підтримки кінцівок. Мета початкового контакту полягає в тому, щоб стабілізувати кінцівку, підготувавши її до сприйняття неминучого переносу ваги тіла вперед.[57]

Завантаження відповіді

Стопа упирається в підлогу через пронацію. Стегно починає розгинатись і штовхає тіло вперед і над стопою, використовуючи п'яту як «качалку». Потім

коліно згинається, щоб забезпечити амортизацію удару. Метою цієї фази є амортизація ударів, стабільність витримки та збереження прогресування.[57]

Середня стійка

Це перша половина підтримки однієї кінцівки. Вага повністю розподіляється над опорною ступнею через тильне згинання гомілковостопного суглоба, тоді як стегно і коліно розгинаються, коли інша ступня піднімається від підлоги. Вага тіла повністю підтримується однією ногою.[57]

Кінцева стійка

Це друга половина опори на одну ногу; воно починається, коли друга нога відривається від підлоги. П'ятка навантаженої кінцівки відривається від підлоги, а вага тіла переміщається вперед за передню частину стопи, оскільки стегно збільшується в розгинанні. Коліно повністю розгинається і знову починає згинатися. Ця фаза завершується, коли ненавантажена кінцівка торкається підлоги.[57]

Попередньо гойдалки

Також відомий як «носок» і є завершальним етапом стійки. Інша кінцівка зараз почала нову фазу стійки та перебуває у фазі початкового контакту. Кінцівка швидко знімається з поштовхом вперед, щоб перенести вагу на протилежну кінцівку. Коли палець ноги відривається від землі, коліно згинається, а щиколотка підошова згинається. [57]

Початковий розмах

Стопа піднімається від підлоги шляхом згинання стегна і коліна, коли щиколотка починає згинатися в тильній частині. Інша нога буде в середній фазі. Коли розвантажувальна кінцівка знаходиться на одному рівні з ногою у фазі стійки, початкова фаза помаху завершується.[57]

Середній свінг

Кінцівка повертається вперед від тіла через згинання стегна, коли коліно починає розгинатися. Стопа не відривається від підлоги.[57]

Термінал Swing

Також відомий як пізній помах, коли коліно повністю розгинається, а щиколотка згинається в нейтральне положення, коли ступня готується до контакту з підлогою.[57]

Протезна хода

Після ампутації пацієнт використовує різні групи м'язів, щоб створити більш плавну модель ходи. Загальне споживання енергії вище через збільшення зусиль, необхідних для компенсації втрати кінцівки. Незважаючи на прогрес у розробці протезів, «заміна сегментів нижніх кінцівок протезом впливає на ефективність цієї локомоції».[60]

Обсяг метаболічного споживання кисню в людини без ампутації прямо корелює зі збільшенням відстані та швидкості ходьби. Однак у людей з ампутуваними кінцівками ці метаболічні витрати вищі навіть за нормальної швидкості. У середньому ці підвищені вимоги складають.[61]

- ❖ Травматична транстибіальна хода - потреба в енергії збільшена на 25%.
- ❖ Судинна транстибіальна хода - потреба в енергії збільшена на 40%.
- ❖ Травматична трансфеморальна хода - потреба в енергії збільшена на 68%.
- ❖ Судинна трансфеморальна хода - 100% збільшення потреби в енергії.

Транстибіальна хода

Середня модель ходи змінюватиметься залежно від типу протеза, який використовується для пересування, однак можна зробити узагальнення.

Щиколотка протеза має зменшений діапазон рухів порівняно з анатомічною щиколоткою. Це призводить до тривалого удару п'ятою та переносу ваги через п'яту до контакту з плоскостопістю, із затримкою навантаження на передню частину стопи.[62]

Згинання коліна зменшується при початковому контакті, а загальне максимальне досягнуте згинання зменшується, коли стопа рухається до контакту з підлогою до.[62]

Під час фази розгойдування непротезної кінцівки вага тіла починає рухатися вперед над протезною кінцівкою, яка знаходиться у фазі стояння. Для отримання адекватної довжини кроку непротезованої кінцівки підйом п'яти на протезі відбувається раніше. Досягнутий підйом п'яти більший, ніж при звичайній моделі ходи.[62]

Це створює піднесення тіла та призводить до більшої сили навантаження на непротезній стороні (або здоровій стороні) (приблизно 130% порівняно із середніми 111%), оскільки вага тіла швидше падає на кінцівку. Для поглинання сили потрібне більше скорочення квадрицепса.[61],[62]

Зусилля, яке створює протез, зменшується, що компенсується згиначами стегна. Згинання коліна на протезі кінцівки відбувається з деяким скороченням підколінного сухожилля, але переважно ексцентричним скороченням квадрицепса.[63]

Під час фази стійки енергія, що генерується протезною кінцівкою, зменшується на 50% до енергії, яку генерувала б звичайна кінцівка, це компенсується більшими витратами енергії в м'язах вище кінцівки. Ефект гойдалки протеза призводить до збільшення нестабільності, а зменшення згинання колінного суглоба на стороні протеза вимагає, щоб м'язи стегна виробляли більше енергії для забезпечення стабільності. Коли тіло переносить вагу під час руху вперед, ця генерація енергії потім передається до м'язів тулуба, щоб створити достатню силу для просування тіла вперед і для компенсації втрати енергії через протез.[61]

Завдяки зменшеному руху протеза в щиколотці діапазон розгинання стегна зменшується приблизно до половини діапазону протилежної кінцівки. Час стояння на непротезній стороні також збільшується порівняно з протезною стороною.[62]

Трансфеморальна хода

Людина з трансфеморальною ампутацією має компенсувати втрату як колінного, так і гомілковостопного суглобів.[61]

На цикл ходи впливає якість хірургічного втручання, тип і орієнтація протеза, стан кукси та довжина решти м'язової структури, а також те, наскільки добре вони повторно прикріплені.[63]

Основна **мета** циклу ходи полягає в тому, щоб запобігти прогину коліна під час фази стійки. «Фіксований колінний» протез допоможе вирішити цю проблему.[63]

«Вільне коліно» має залишатися в розгинанні довше протягом усієї фази стійки приблизно на 30-40%, щоб не відбувалося прогинання. Це розгинання викликає тривалий удар п'ятою, і тіло рухатиметься вперед над протезною ногою як одне ціле для фази стійки. Розгиначі стегна на стороні протеза працюватимуть для стабілізації кінцівки в протезі.[61]

Під час фази хитання протезної кінцівки розгиначі стегна та литкові м'язи на звуковій стороні допомагають створювати силу для хитання здорової кінцівки вперед. Згиначі стегна на протезі кінцівки повинні генерувати таку саму силу, яка потрібна під час нормальної ходи. Незважаючи на те, що протез, як правило, на 30% легший за кінцівку, необхідна швидкість, створювана згиначами стегна, щоб зафіксувати протез «вільного коліна» в розгинанні для удару п'ятою.[61],[62]

Загальний контроль і сила знижуються при трансфеморальній ампутації через укорочену довжину важеля м'язів стегна, що зменшує силу скорочення.[61]

Для людей з ампутуваними кінцівками з **фіксованим коліном** (зафіксованим коліном) зазор від підлоги протеза зменшується під час фази хитання через відсутність згинання коліна та тильного згинання щиколотки. Підняття стегна за допомогою м'язів тулуба та стегна потрібне, щоб запобігти волоченню по підлозі, відомому як «зачеплення стегна» або «пішохідний похід».[62]

Час стояння на здоровій кінцівці збільшується, як і для транстибіальних ампутуваних кінцівок, через нестабільність, спричинену протезом, і обмежений діапазон рухів. Загальні витрати енергії вищі, ніж потрібні для транстибіальної ампутації через те, що через протез втрачається енергія на два суглоби, а не на

один. Більша компенсація потрібна м'язам стегна та тулуба, а також контралатеральній кінцівці, щоб генерувати енергію, необхідну для стабільності та руху протягом усього циклу ходи.[61]

Людина з трансфеморальною ампутацією буде **ходити на 30% повільніше**, ніж людина без ампутації. Здорові кінцівки матиме вищу силу реакції на землю та більший діапазон стегон при положенні однієї кінцівки, ніж протез. Звукова щиколотка, коліно та тазостегновий суглоб також мають більші моменти в суглобах. Все це призводить до асиметрії, яка може призвести до болю в попереку та остеоартриту здорових кінцівок.[64]

Харанді та ін. виявили наступне щодо людей із трансфеморальною ампутацією:[64]

- ❖ Під час ходьби використовуються компенсаторні стратегії
- ❖ Здорові м'язи кінцівок важливі для медіолатеральної рівноваги
- ❖ Протез забезпечує підтримку, просування та розрив під час фази стояння ходи
- ❖ Коли спостерігається збільшення нахилу тазу до протезної сторони, у людини також буде зменшено рух стегна.

Відхилення ходи

Під час оцінки ходи людини з ампутуваними кінцівками важливо знати про нормальну ходу та про те, як це впливає на нормальну ходу людини з ампутуваними кінцівками. Крім того, можуть існувати відхилення, до яких людина з ампутуваними кінцівками прийме компенсацію за протез, м'язову слабкість або напруження, відсутність рівноваги та страх. Ці відхилення створюють зміну моделі ходи, і важливо, щоб вони були розпізнані, оскільки реабілітація ходи повинна включати корекцію цих відхилень.[62],[65]

2.3.2.Відновлення правильних моделей руху у пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки за нейром'язовою активацією по методиці Neurac на підвісній системі redcord

Нейром'язова активація — метод рухової терапії, що отримав назву Neurac. Терапія спрямована на опрацювання глибоких м'язів, від яких залежить

стабілізація і здоров'я великих суглобів і хребта. Основне завдання методики спрямоване на відновлення правильних моделей руху.[66],[67],[68]

Спочатку, проводиться діагностика на системі Redcord за певними протоколами діагностики. Завдяки цьому визначається рівень стану опорно-рухового апарату та зони слабких ланок у біомеханічних взаємодіях. На підставі результатів складається індивідуальна програма роботи з проблемними ділянками і підбирається потрібний рівень складності вправ.[67],[69],[70]

Курс занять підбирається індивідуально, зважаючи на рівень ампутації нижньої кінцівки у пацієнта.[71]

Комплекс вправ (виконували пн-ср-пт по 40 хвилин)

1. Виставлення поперекового відділу лежачи на животі

Цілі: нейром'язовий контроль і функціональна стабільність поперекового відділу хребта і тазової області. Фокус на глибоку систему стабілізації в попереково-тазовій області.[66],[67]

Основні м'язи: поперечний м'яз живота, глибокі багатороздільні м'язи спини, м'язи тазового дна, діафрагма, тонічні волокна великих м'язів в цій області.[68],[72]

Необхідне оснащення:[69],[71]

- ❖ 2 Широких слінги
- ❖ 2 Вузьких слінги
- ❖ 1 Роздвоєний слінг
- ❖ 2 Червоних довгих еластичних троси
- ❖ 2 Чорних довгих еластичних троси
- ❖ 2 Чорних коротких еластичних троси

Додатково для пацієнтів з високою ампутацією: 2 не еластичних троси та 1 петля (для розвантаження здорової кінцівки).

Положення слінгів:[67],[70],[73]

- ❖ Широкий слінг під грудною кліткою
- ❖ Вузький слід дистально на стегнах

❖ Голова підтримується роздвоєним слінгом, що кріпиться чорними довгими еластичними тросами до тросу

❖ Поперекова область підтримується під черевною стінкою широким слінгом, що кріпиться еластичними тросами

Примітка: Широкий слінг під черевною стінкою повинен бути складений і розташований трохи вище ASIS

Регулювання: [67],[70],[73]

1. Всі звичайні та еластичні троси натягнуті.
2. Терапевтичний стіл опускається так, щоб тіло піднялося над поверхнею. Пацієнт не повинен спиратись на передпліччя для підтримки верхньої частини тіла.
3. Тіло має знаходитись в горизонтальному положенні з трохи збільшеним поперековим лордозом (в межах нейтральної зони).
4. Ступінь розвантаження за рахунок еластичних тросів, закріплених на слінгу під черевною стінкою пацієнта, повинна бути відрегульована залежно від ваги тіла. Оцінюється розвантаження, штовхнувши кінчиками пальців слінг під черевною стінкою пацієнта, що має привести до легкої пружності попереково-тазової області.

Процедура терапії: [67],[70],[73]

1. Руки фізичного терапевта лежать на тілі пацієнта: одна на крижах, інша під черевною стінкою.
2. Фізичний терапевт стискає руки на тілі пацієнта, натискає на черевну стінку і обмежує підйом тазу, щоб зменшити поперековий лордоз (здійснюється в межах нейтральної зони)
3. Пацієнт зберігає скориговане положення з мінімальним зусиллям, фізичний терапевт повільно забирає руки.
4. За необхідності пацієнт використовує черевний тип дихання.

5. Процедура припиняється через 120 секунд або раніше, якщо пацієнт відчуває біль, потребує відпочинку, або спостерігається безперервне скорочення глобальних м'язів.

6. Відпочинок протягом 30-60 с.

2. Місток, лежачи обличчям вниз

Цілі: покращити нейром'язовий контроль і функціональну стабільність поперекового відділу хребта, області тазу і стегон. Фокус на вентральному міофасціальному ланцюзі.[68],[74]

Основні працюючі м'язи: прямий м'яз живота, клубово-поперековий. Додаткові працюючі м'язи: глибока система стабілізації попереково-тазової області, багатороздільний м'яз, м'яз розгинач хребта, внутрішній косий, зовнішній косий м'яз живота, чотирьохголовий м'яз стегна.[68],[72],[74]

Необхідне оснащення:[67],[70]

- ❖ 1 Вузький слінг
- ❖ 1 Широкий слінг
- ❖ 2 Довгих еластичних троса

Вихідне положення: [67],[70]

❖ Пацієнт в упорі лежачи, верхня частина тіла спирається на передпліччя.

- ❖ Опора під животом.
- ❖ Лікті під плечима.
- ❖ Точка підвішування прямо над верхньою частиною литкових м'язів.

Положення слінгу: [67],[70]

- ❖ Вузький слінг дистальніше коліна.
- ❖ Висота слінгу:
- ❖ Низ слінгу на висоті плечолопаткового суглобу.

Розвантаження: [67],[70]

- ❖ Широкий слінг під животом, фіксований еластичними тросами.

Процедура терапії: [67],[70]

1. Пацієнт піднімає вільну ногу з поверхні.
2. Пацієнт піднімає таз так, щоб тіло випрямилось.
3. 3-6 повторень в одному підході
4. Відпочинок між підходами 30 секунд.

3. Приведення стегна лежачи на боці

Цілі: покращити нейром'язовий контроль і функціональну стабільність стегна з контролем кора. Фокус на вентральний міофасціальний ланцюг, акцент на привідні м'язи стегна.[68],[71]

Основні м'язи: привідні м'язи стегна. Додаткові м'язи: глибока система стабілізації попереково-тазової області, багатороздільний м'яз, квадратний м'яз попереку, м'яз розгинач хребта, внутрішній косий, зовнішній косий м'язи живота.[68],[72],[74]

Необхідне оснащення:[69],[71]

- ❖ 1 Вузький слінг
- ❖ 1 Широкий слінг
- ❖ 2 Довгих червоних еластичних троса

Вихідне положення: [69],[71]

Пацієнт лежить на боці, верхня половина тіла спирається на плече. Верхня рука паралельна тілу. Точка підвішування прямо над колінним суглобом.

Положення слінгу: [69],[71]

- ❖ Вузький слінг відразу дистальніше колінного суглоба.
- ❖ Висота слінгу:
- ❖ Медіальний мищелок верхнього колінного суглоба на висоті верхнього плеча.

Розвантаження: [69],[71]

Широкий слінг під кульшовим суглобом, фіксований еластичними тросами.

Процедура терапії: [69],[71]

1. Пацієнт піднімає нижню ногу.
2. Натискає верхньою ногою в слінг для підняття тазу так, щоб тіло випрямилось.

3. Рух у вихідне положення має бути контрольованим.

4. 3-6 повторень в підході, відпочинок між підходами 30 секунд.

- 4. Відведення стегна лежачи на боці.**

Цілі: покращити нейром'язовий контроль і функціональну стабільність стегна з акцентом на контроль кору. Фокус на латеральному міофасціальному ланцюзі, особливо середній сідничний м'яз.[68],[74]

Основний м'яз: середній сідничний. Додаткові м'язи: глибока система стабілізації попереково-тазової області, багатороздільний м'яз, квадратний м'яз попереку, м'яз розгинач хребта, внутрішній косий, зовнішній косий м'язи живота, великий сідничний.[68],[71],[72]

Необхідне оснащення:[70],[71]

- ❖ 1 Вузький слінг
- ❖ 1 Широкий слінг
- ❖ 2 Довгих червоних еластичних троса

Вихідне положення: [70],[71]

Пацієнт лежить на боці, верхня половина тіла спирається на плече. Верхня рука паралельна тілу. Точка підвішування прямо над колінним суглобом.

Положення слінгу: [70],[71]

- ❖ Вузький слінг відразу дистальніше колінного суглоба.

Висота слінгу: [70],[71]

- ❖ Латеральна кісточка нижньої ноги на висоті верхнього великого вертлюга стегна.

Розвантаження: [70],[71]

❖ Широкий слінг під кульшовим суглобом, фіксований еластичними тросами.

Процедура терапії: [70],[71]

1.Пацієнт піднімає верхню ногу.

2.Натискає нижньою ногою в слінг для підняття тазу так, щоб тіло випрямилось.

3.Рух у вихідне положення має бути контрольованим.

4.3-6 повторень в підході, відпочинок між підходами 30 секунд.

5. Підйом тазу з положення лежачи на спині.

Цілі: нейром'язовий контроль і функціональна стабільність поперекового відділу хребта, області тазу і стегон, мінімізація активізації задніх м'язів стегна. Фокус на задньому міофасціальному ланцюзі.[68],[72],[74]

Основний руховий м'яз: великий сідничний. Інші ключові м'язи: глибока система стабілізації попереково-тазової області, багатороздільний м'яз, м'яз випрямляючий хребет, внутрішній косий, зовнішній косий м'язи живота.[68],[71]

Необхідне оснащення:[67],[69]

❖ 1 Широкий слінг

❖ 1 Вузький слінг

❖ 2 Червоних довгих еластичних троса

Вихідне положення: пацієнт лежить на спині, руки паралельно тілу. Одна нога зігнута в колінному суглобі на 90 градусів, стопа на поверхні. Точка підвішування прямо над зігнутим колінним суглобом. [67],[69]

Положення слінгу: вузький слінг під зігнутим колінним суглобом, не підтримуючи литковий м'яз. [67],[69]

Висота слінгу: на висоті зігнутого колінного суглобу. [67],[69]

Розвантаження: широкий слінг під тазом, фіксований еластичними тросами. [67],[69]

Процедура терапії: [67],[69]

- 1.Пацієнт вирівнює ногу в колінному суглобі в слінгу.
- 2.Пацієнт піднімає вільну ногу паралельно іншій.
3. Піднімає таз так, щоб тіло випрямилось.
- 4.Рух у вихідне положення має бути контрольованим.
- 5.3-6 повторень в підході, відпочинок між підходами 30 секунд.

2.3.3.Відновлення пропріорецепції та координації у пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки на тренажері Huber 360

Після ампутації нижньої кінцівки у пацієнтів значно погіршується здатність до точного контролю положення тіла у просторі, страждає баланс, знижується рівень постуральної стабільності. Це зумовлено як втратою сенсорного зворотного зв'язку з поверхні опори, так і порушенням симетрії у русі та скорочення функціонального потенціалу основних м'язових груп. [76], [77]

Одним з найефективніших інструментів для відновлення пропріорецептивної чутливості, тренування рівноваги та формування нових моторних патернів є система Huber 360. Цей тренажер забезпечує інтерактивний біомеханічний вплив, активуючи глибокі м'язи-стабілізатори, сенсорні рецептори і вестибулярну систему пацієнта завдяки поєднанню рухомої платформи і багатофункціонального сенсорного керма. [77],[78],[79]

Особливу роль Huber 360 відіграє у реабілітації пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки, оскільки дозволяє виконувати вправи на рівновагу в умовах контролюваного навантаження. Завдяки змінній швидкості і напрямку нахилу платформи досягається поступове і безпечне збільшення складності вправ, що дає змогу уникнути перевантаження та запобігти вторинним ускладненням.[79], [80]

Дослідження підтверджують, що застосування Huber 360 сприяє покращенню постурального контролю, підвищенню симетричності навантаження на кінцівки, покращенню просторово-часових параметрів ходи та скороченню періоду адаптації до протеза. [77],[80], [81]

Процедури реабілітації із застосуванням Huber 360 можуть бути адаптовані до функціонального рівня пацієнта. У пацієнтів з високим рівнем ампутації (вище коліна або з ампутацією на рівні стегна) особливо важливо включати вправи на одностороннє навантаження, координацію та зорово-пропріоцептивний контроль, що доступні завдяки вбудованому зворотному зв'язку на екрані тренажера. [78],[81]

Таким чином, тренажер Huber 360 є ефективним і безпечним засобом комплексного впливу на ключові компоненти рухового контролю у пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки, а його інтеграція в реабілітаційний протокол значно підвищує якість функціонального відновлення.

Програма занять на Huber 360 для пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки

Частота: 2 рази на тиждень

Тривалість одного заняття: 30 хвилин

Мета: покращення пропріорецепції, постурального контролю, рівноваги, формування нових стійких рухових патернів

Структура одного заняття (приблизно 30 хвилин)

1. Розминка та підготовка (5 хвилин)

- ❖ Вправи на дихання, активація м'язів тулуба.
- ❖ Статичне стояння на платформі без руху (з протезом або без).
- ❖ Ознайомлення з налаштуваннями тренажера та сенсорним екраном.

2. Основний блок вправ (20 хвилин)

Вправи обираються згідно з функціональним рівнем пацієнта:

Для початкового рівня:

- ❖ Балансування на платформі з повільним обертанням (із візуальним зворотним зв'язком).
- ❖ Рухи тазом у фронтальній та сагітальній площинах.
- ❖ Перенесення ваги з боку на бік та вперед–назад.
- ❖ Контроль за положенням центра тиску на екрані.

Для середнього рівня:

- ❖ Вправи з рухомою платформою у режимі нестабільності.
- ❖ Одностороннє навантаження (стійка з перенесенням ваги на протез/здорову кінцівку).
- ❖ Комбіновані рухи з одночасною координацією рук (рух керма).

Для просунутого рівня:

- ❖ Вправи із закритими очима.
 - ❖ Балансування з додатковими руховими завданнями (схеми на екрані).
 - ❖ Тренування швидкої реакції на зміни платформи.
3. Завершення заняття (5 хвилин)
- ❖ Повільна стабілізація положення тіла
 - ❖ Легкі вправи на розтягування
 - ❖ Усвідомлення виконаних рухів, короткий зворотний зв'язок з пацієнтом.

2.4 Статистичні методи обробки результатів дослідження

Статистична характеристика вибірок надавалася шляхом знаходження медіани (Me) і її верхнього (ВК) та нижнього (НК) квантилів. Розбіжності часто якісних показників встановлювали вирахуванням для бінарних величин t -критерію Стюдента, для порядкових величин - обчисленням відповідності хі-квадрат Пірсона з поправкою Йетса. Критерієм достовірності статистичних оцінок служив рівень значущості з вказівкою ймовірності помилково відхилити нульову гіпотезу (p), за пороговий рівень прийняте значення 0,05. Обробка даних дослідження виконувалась за допомогою програмного продукту SPSS Statistics Base (фірма IBM, США).

Висновки до II розділу

У межах цієї роботи було використано комплекс діагностичних методів, спрямованих на всебічну оцінку функціонального стану пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки. До дослідження були залучені стандартизовані шкали та тести, що дали змогу об'єктивно оцінити рівень мобільності, адаптації до протезування, баланс та незалежність у повсякденній активності. Зокрема, було використано тест Тінеля для оцінки чутливості нервових закінчень, шкалу впевненості балансу залежно від діяльності (ABC), шкалу прогнозу мобільності пацієнтів з ампутацією, індекс опорно-рухових можливостей (LCI), шкалу досвіду ампутації та протезування Трініті (TAPES), а також індекс Бартел для визначення рівня самостійності у повсякденному житті.

У роботі реалізовано сучасний підхід до фізичної терапії осіб з ампутацією нижньої кінцівки шляхом провадження комплексної програми відновлення. Основними напрямками терапевтичного впливу стали: відновлення патерна ходьби, нейром'язова активація за методом Neuras із використанням підвісної системи redcord, а також вправи на платформі Huber 360 з метою покращення пропріорецептивного контролю.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ЗАСТОСУВАННЯ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ПІСЛЯ АМПУТАЦІЇ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ У ВІЙСЬКОВИХ

Під час первинного обстеження пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки було виявлено зниження функціональних можливостей, порушення координації рухів, проблеми з балансом та рухливістю, а також наявність болю та порушень чутливості в зоні ампутації. Крім того, у багатьох пацієнтів спостерігалися порушення функцій протезування та відсутність адекватного контролю за протезом. Застосування комплексної програми фізичної терапії, яка включала методи відновлення паттерна ходьби, нейром'язову активацію за допомогою системи Redcord та роботу з апаратом Huber 360, дозволило значно покращити функціональний стан пацієнтів.

3.1. Відновлення паттерна ходьби, як основний метод реабілітації пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки

Результати тесту Тінеля показали зменшення болю в зоні ампутації у пацієнтів після курсу реабілітації. До початку реабілітації біль був позитивним у 13 пацієнтів (87%), а після курсу фізичної терапії – у 5 пацієнтів (33%). Статистична значущість ($p < 0,01$) підтверджує ефективність фізичної терапії щодо зменшення болю.

Показники по шкалі ABC показали покращення рівня впевненості у балансі пацієнтів під час виконання повсякденних завдань. До початку реабілітації медіана цієї шкали складала 45,0 (35,0; 50,0) балів, тоді як після курсу фізичної терапії вона збільшилася до 65,0 (58,0; 70,0) балів, що є статистично значущим ($p = 0,002$).

Індекс прогнозу мобільності показав позитивну динаміку після реабілітації: до втручання медіана індексу складала 4,0 (3,0; 5,0) балів, а після – 6,0 (5,0; 7,0) балів, що свідчить про покращення здатності пацієнтів

переміщатися з протезом та без нього. Статистична значущість зміни ($p = 0,003$) підтверджує ефективність реабілітаційної програми.

Індекс LCI, що оцінює функціональні можливості пацієнтів після ампутації, також показав значне покращення. До лікування медіана цього індексу була 43,0 (38,0; 50,0) балів, після реабілітації – 63,0 (58,0; 68,0) балів, що є статистично значущим ($p = 0,001$). Це свідчить про покращення рухових функцій і здатності до виконання повсякденних завдань.

Результати за шкалою TAPES показали, що після курсу реабілітації значно знизилася кількість пацієнтів з негативним досвідом протезування. До реабілітації 10 пацієнтів (67%) повідомляли про дискомфорт при носінні протезів, тоді як після реабілітації лише 3 пацієнти (20%) скаржилися на подібні труднощі. Статистична значущість ($p = 0,004$) підтверджує ефективність програм фізичної терапії в покращенні адаптації до протезів.

Індекс Бартел, який оцінює здатність пацієнтів виконувати основні повсякденні функції, показав суттєві покращення. До реабілітації середній бал цього індексу складав 60,0 (50,0; 70,0), після – 80,0 (75,0; 85,0), що вказує на покращення здатності до самообслуговування та виконання повсякденних завдань ($p = 0,002$).

Таблиця 3.1

Динаміка функціональних показників пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки в результаті курсу фізичної терапії

Показники обстеження	До впливу (n=15)	Після впливу (n=15)	Статистична значущість (p)
Тест Тінеля (позитивний), кількість	13 (87%)	5 (33%)	<0,01
Шкала впевненості балансу (ABC), бал (Me (НК; ВК))	45,0 (35,0; 50,0)	65,0 (58,0; 70,0)	0,002
Прогноз мобільності, бал (Me (НК; ВК))	4,0 (3,0; 5,0)	6,0 (5,0; 7,0)	0,003

Індекс опорно-рухових можливостей (LCI), бал (Me (НК; ВК))	43,0 (38,0; 50,0)	63,0 (58,0; 68,0)	0,001
Шкала TAPES (дискомфорт від протезу), кількість	10 (67%)	3 (20%)	0,004
Індекс Бартел (для активності повсякденного життя), бал (Me (НК; ВК))	60,0 (50,0; 70,0)	80,0 (75,0; 85,0)	0,002

3.2 Вплив підвісної системи redcord на відновлення правильних моделей руху у пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки за нейром'язовою активацією по методиці Neurac

До початку реабілітації більшість пацієнтів мали виявлені слабкі ланки (Weak links) у кількох рухових сегментах.

Кожному з пацієнтів (n=15) було проведено тестування в чотирьох положеннях:

1. Лежачи на спині
2. Лежачи на животі
3. Лежачи на лівому боці
4. Лежачи на правому боці

Рівень активації оцінювався за шкалою від 0 до 2 балів, де:

- 0-1 бал – задовільна активація (м'язова активація є або помірною, або доброю)
- 2 бали – відсутня або недостатня активація

Результат наведений в таблиці 3.2. Подається у вигляді відсотка пацієнтів, які досягли задовільної активації (тобто мали 0 або 1 бал).

Таблиця 3.2

Динаміка стабілізаційних здібностей поперекового відділу

Положення тесту	% пацієнтів до реабілітації	% пацієнтів після реабілітації	Абсолютне зростання (%)
На спині	33 %	87 %	+54 %

Положення тесту	% пацієнтів до реабілітації	% пацієнтів після реабілітації	Абсолютне зростання (%)
На животі	27 %	80 %	+53 %
Лежачи на боці (ліва)	20 %	73 %	+53 %
Лежачи на боці (права)	27 %	80 %	+53 %
Середнє зростання понад 50 % у всіх положеннях			

До реабілітації здатність активувати стабілізатори була низькою в усіх положеннях – у середньому лише 26 % пацієнтів мали задовільну активацію. Після реабілітації значне покращення у всіх положеннях – від 73 % до 87 % пацієнтів демонстрували достатній рівень м'язового контролю. Абсолютне зростання показників становило понад +50 % у кожному з положень, що є клінічно значущим і свідчить про відновлення м'язового контролю та стабільності.

Neuras-тестування (Neuromuscular Activation) включає серію міофасціальних функціональних рухів, у яких фіксується кількість коректно виконаних рухів, наявність болю або дисфункцій, рівень стабілізації поперекового відділу хребта. Результати тестування наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Динаміка показників Neuras-тестування (n=15)

Показник	До втручання	Після втручання	Інтерпретація результатів	Статистична значущість (p)
Кількість функціональних рухів у міофасціальних тестах (із 15)	7,1±1,3	11,9±1,1	Значне покращення функціонального контролю в м'язових ланцюгах. Пацієнти змогли виконати майже	0,001

Показник	До втручання	Після втручання	Інтерпретація результатів	Статистична значущість (p)
			всі тести після втручання.	
Кількість рухів з болем або дисфункцією (P/D)	5,6±1,8	1,3±0,9	Значне зменшення больових відчуттів або дисфункцій, що вказує на зниження напруги, тригерних зон і покращення нейром'язової координації.	0,002
Середній бал стабільності поперекового відділу (із 4)	1,3±0,5	3,3±0,6	Суттєве покращення стабілізаційних здібностей поперекового відділу хребта – один з ключових факторів безпечної ходьби та профілактики болю в спині.	0,001

У 12 з 15 пацієнтів після курсу було досягнуто успішної інтеграції стабілізаційних паттернів у функціональні рухи. Спостерігалось зменшення компенсаційних рухів у контрлатеральних сегментах тулуба та таза. Пацієнти відзначали зниження м'язової втоми та покращення контролю положення тулуба при ходьбі з протезом. У 10 пацієнтів відзначено позитивну динаміку симетричної активації тазостегнових м'язів, що було відсутнє до втручання.

Результати Neurac-тестування свідчать про значне покращення активації міофасціальних ланцюгів та стабілізаційних функцій у пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки після проходження програми фізичної терапії із застосуванням

підвісної системи redcord. Методика Neuras виявилася ефективною для відновлення контролю за тазом та поперековим відділом, що критично важливо для формування правильного паттерна ходьби з протезом.

3.3. Вплив Huber 360 на відновлення пропріорецепції та координації у пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки

У результаті проведеного втручання було зафіксовано статистично значуще покращення основних функціональних показників, що характеризують постуральний контроль, координаційні здібності та м'язову силу пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки.

Зокрема, коефіцієнт стабільності збільшився з $56,3 \pm 7,1 \%$ до $73,9 \pm 6,8 \%$ ($p = 0,002$), що свідчить про суттєве покращення загальної рівноваги пацієнтів. Довжина траєкторії центру опори (COP) зі збереженням відкритих очей зменшилася з $68,5 \pm 12,4$ см до $45,2 \pm 10,3$ см ($p = 0,001$), що вказує на зниження постуральної нестабільності під час стояння. Також було зафіксовано значне зменшення площі стабільності з $115,0 \pm 18,2$ см² до $79,5 \pm 15,1$ см² при тестуванні із закритими очима ($p = 0,004$), що є ознакою покращення сенсомоторного контролю.

Показники утримання пози стоячи на ампутованій нозі збільшились більш ніж удвічі – з $4,2 \pm 1,1$ с до $9,7 \pm 1,4$ с ($p < 0,001$), а при стоянні на інтактній нозі – з $6,8 \pm 1,5$ с до $11,3 \pm 1,2$ с ($p = 0,001$), що свідчить про покращення одноопорної стабільності з обох боків.

Рівень координації, що оцінювався за 7-бальною шкалою, підвищився з 3 до 5 балів ($p = 0,003$), що демонструє покращення в здатності до точного та контрольованого виконання рухів. Крім того, значно зросла площа меж стійкості, що визначає потенціал збереження рівноваги – з 210 ± 28 см² до 290 ± 32 см² ($p = 0,001$), що вказує на розширення функціональної зони стабільності.

У контексті фізичної сили було зафіксовано зростання сили штовхання з $27,3 \pm 4,2$ кг до $34,6 \pm 3,9$ кг ($p = 0,001$), а також сили тяги – з $24,5 \pm 4,5$ кг до

$30,2 \pm 3,8$ кг ($p = 0,003$), що демонструє загальне посилення м'язів нижніх кінцівок та тулуба, задіяних у механотерапії та підвісній терапії.

Результат наведений в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Динаміка показників пропріорецепції та координації після курсу фізичної терапії з Huber 360 (n=15)

Показники	До втручання	Після втручання	Статистична значущість (p)
Коефіцієнт стабільності (%)	56,3±7,1	73,9±6,8	0,002
Довжина траєкторії COP (см, очі відкриті)	68,5±12,4	45,2±10,3	0,001
Площа стабільності (см ² , очі закриті)	115,0±18,2	79,5±15,1	0,004
Час утримання пози (ампутована нога, с)	4,2±1,1	9,7±1,4	<0,001
Час утримання пози (інтактна нога, с)	6,8±1,5	11,3±1,2	0,001
Досягнутий рівень координації (1-7)	3	5	0,003
Площа меж стійкості (см ²)	210±28	290±32	0,001
Сила штовхання (кг)	27,3±4,2	34,6±3,9	0,001
Сила тяги (кг)	24,5±4,5	30,2±3,8	0,003

Висновки до розділу 3

Застосування комплексної програми фізичної терапії значно покращило фізичний стан пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки, що підтверджується статистично значущими змінами за всіма показниками. Покращення рівня впевненості в балансі, мобільності, функціональних можливостей, а також зменшення болю та дискомфорту під час використання протезів свідчить про високу ефективність методів фізичної терапії для реабілітації військовослужбовців після ампутації.

Реабілітаційні заходи, спрямовані на відновлення паттерна ходьби, виявилися успішними для всіх пацієнтів. Значне зниження болю і стабільність показників кукси підтверджують ефективність застосованих методик. Важливо

відзначити, що підтримка психологічного стану пацієнтів також грала важливу роль у їхньому відновленні. Подальші дослідження повинні зосередитися на вивченні довгострокових результатів і впливу фізичної активності на загальний стан здоров'я військовослужбовців після ампутації.

Використання підвісної системи Redcord в рамках методики Neuras значно вплинуло на відновлення рухових функцій у пацієнтів з ампутацією нижніх кінцівок. Поліпшення показників вказує на ефективність програми реабілітації, що сприяє відновленню рухових патернів та підвищенню якості життя пацієнтів.

Застосування Huber 360 в реабілітаційних програмах для пацієнтів з ампутацією нижніх кінцівок є ефективним методом відновлення пропріорецепції та координації. Результати свідчать про значне покращення функціональних можливостей пацієнтів, що може позитивно вплинути на їхню якість життя та здатність до самостійного функціонування.

ВИСНОВКИ

1. За літературними джерелами встановлено, що ампутація нижньої кінцівки, особливо у військовослужбовців, є складним медико-соціальним викликом, який супроводжується значними функціональними обмеженнями, психоемоційною напругою та зниженням якості життя. Ефективна фізична терапія з перших етапів післяопераційного періоду має принципове значення для успішного відновлення.

2. Показано, що комплексна реабілітаційна програма з включенням методу нейром'язової активації Neuras із використанням підвісної системи Redcord сприяє суттєвому поліпшенню стабілізаційних властивостей поперекового відділу хребта, що має важливе значення для відновлення балансу, формування правильного шаблону ходи та профілактики перевантаження інтактної кінцівки.

3. Проведене Neuras-тестування показало статистично достовірне зростання кількості функціональних рухів та зниження болісних або нефункціональних патернів, що свідчить про покращення міжм'язової координації, контролю положення тіла та стабільності. Зростання середнього бала стабілізації свідчить про позитивний вплив методики на нейром'язову систему.

4. У результаті курсу фізичної терапії з використанням платформи Huber 360 у пацієнтів спостерігалось достовірне покращення показників пропріорецепції, рівноваги та загальної координації. Відзначено збільшення часу утримання пози як на інтактній, так і на ампутованій кінцівці, зменшення площі коливань тіла у просторі, а також підвищення сили тяги і штовхання.

5. Значна увага в реабілітації приділялась формуванню та корекції патерну ходьби. Застосування нейром'язової активації Neuras дозволило покращити ритм, симетричність і ефективність крокового руху, що є критично важливим для

зниження енергозатрат, підвищення стійкості та запобігання хронічним перевантаженням інтактної ноги й поперекового відділу хребта.

6. Запропонована програма лікувальної гімнастики та нейром'язової активації сприяє значному покращенню загального функціонального стану пацієнтів, підвищенню їхньої здатності до самостійного пересування, самообслуговування та повернення до активного соціального життя. Реалізація індивідуалізованого підходу та залучення сучасного обладнання забезпечують ефективність та надійність реабілітаційного процесу.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

На початковому етапі реабілітації важливо оцінити загальний стан пацієнта та наявність протипоказань до фізичного навантаження. Роботу ми розпочинаємо лише після отримання дозволу від лікаря. Особливу увагу приділяємо процесу адаптації до вертикального положення. Початково використовуємо ліжко з регульованим кутом нахилу спинки, поступово змінюючи положення тіла, щоб підготувати серцево-судинну систему до ортостатичних навантажень.

У ранній фазі втручання ми застосовуємо пасивну гімнастику на здорових кінцівках та культі. Основна увага приділяється стимуляції сенсорної активності, профілактиці контрактур та порушень положення стопи. Під час роботи з нижніми кінцівками виконуємо обережні повторні згинання й розгинання в усіх доступних суглобах, контролюючи тонус м'язів і реакцію на навантаження. Гімнастика проводиться в режимі три підходи по 10 повторень для кожного сегмента.

Після стабілізації показників життєдіяльності пацієнт переводиться у стаціонарне відділення. На цьому етапі розпочинаємо активну вертикалізацію — спочатку з опущенням ніг з ліжка, далі — з переходом у повністю вертикальне положення з опорою на здорову кінцівку. Обов'язково включаємо вправи на утримання рівноваги, залучаючи глибокі м'язи-стабілізатори корпусу.

Паралельно з класичною гімнастикою поступово вводимо елементи методу Neuras. На початковому етапі використовуються вправи з частковим розвантаженням маси тіла в положенні лежачи або сидячи. Ми активно використовуємо так звану “сенсомоторну активацію” у підвісній системі Redcord — це дозволяє з мінімальним навантаженням формувати правильні рухові патерни та відновлювати контроль над тулубом і тазом.

На етапі часткової або повної вертикалізації додаємо вправи на стабілізацію попереково-тазової зони в положенні стоячи, а також міофасціальні тести для визначення зон дисфункції. Особливу увагу приділяємо положенням

на боці, на спині та животі — саме вони активують глибокі м'язи та сприяють покращенню контролю над тулубом.

У разі збереження кульшового суглоба виконуємо вправи на контроль культі в положенні стоячи на платформі з використанням дзеркального зворотного зв'язку. При формуванні ходьби обов'язково застосовуємо корекцію опорної реакції через нейром'язову активацію в підвісній системі. Зокрема, ми працюємо над формуванням фаз підтримки та перенесення у ходьбі, враховуючи особливості культі та протеза.

На наступних етапах включаємо вправи на баланс-платформі, Huber 360, BOSU, а також вправи з динамічним нестабільним середовищем. Рухи виконуються спочатку під контролем, а надалі — в умовах сенсомоторного виклику. Це сприяє закріпленню нових рухових шаблонів та загальному підвищенню витривалості.

Під час усієї реабілітації важливо постійно моніторити стабільність тулуба, силу м'язів, а також здатність утримувати рівновагу в різних положеннях. Для цього застосовуються як клінічні тести, так і функціональні платформи. Залежно від результатів корегуємо навантаження та прогресуємо складність вправ.

На завершальному етапі обов'язково приділяємо увагу формуванню правильного шаблону ходи, з використанням візуального та тактильного зворотного зв'язку. Пацієнт навчається самостійно корегувати положення таза та тулуба, рівномірно розподіляти вагу на опорні точки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ковальчук ТП. Фізична терапія осіб після ампутації нижніх кінцівок: особливості, завдання та етапи реабілітації. Сестринська справа. 2020;(3):46–9. Доступно: <https://ojs.tdmu.edu.ua/index.php/nursing/article/download/9094/8282>
2. Кучеренко ОО. Протезування та реабілітація пацієнтів з ампутаціями нижніх кінцівок. Медичні перспективи. 2020;(3):67–72. Доступно: <https://mmj.nmuofficial.com/index.php/journal/article/view/830>
3. Шевчук ОВ. Сучасні підходи до фізичної терапії пацієнтів після ампутації нижніх кінцівок. Молодий вчений. 2020;3(79):154–8. Доступно: <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/download/5154/5055/>
4. Пономаренко ЄВ. Особливості хірургічної тактики при травматичних ампутаціях кінцівок. Патологія. 2016;(3(38)):48–51. doi:10.14739/2310-1237.2016.3.87492
5. MacIver K, Lloyd DM, Kelly S, Roberts N, Nurmikko T. Phantom limb pain, cortical reorganization and the therapeutic effect of mental imagery. Brain. 2008;131(8):2181–91.
6. Ryan J. War without end: Damaged soldiers start their agonizing recoveries. San Francisco Chronicle. 2006 Mar 25.
7. Guest F, Marshall C, Stansby G. Amputation and rehabilitation. Surgery (Oxford). 2019;37(2):102–5.
8. Spires MC, Kelly BM, Davis AJ, eds. Prosthetic restoration and rehabilitation of the upper and lower extremity. New York: Demos Medical Publishing; 2013. 402 p.
9. Wheelless' Textbook of Orthopaedics: Below Knee Amputation. Доступно: http://www.wheellessonline.com/ortho/below_knee_amputation
10. Devinuwara K, Dworak-Kula A, O'Connor RJ. Rehabilitation and prosthetics postamputation. Orthop Trauma. 2018;32(4):234–40.

11.Smith DG. Higher Challenges: The Hip Disarticulation and Transpelvic Amputation Levels. inMotion. 2005;15(1).

12.Tooms RE, Hampton FL. Hip Disarticulation and Transpelvic Amputation: Surgical Procedures. In: Atlas of Limb Prosthetics: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles. American Academy of Orthopedic Surgeons; 2002. Chapter 21A.

13.Barsby P, Ham R, Lumley C, Roberts C. Amputee management – a handbook. London: Kings College School of Medicine and Dentistry; 1995. 198 p.

14.AustPAR. Acute Care. Pre-operative physiotherapy. Australian Physiotherapists in Amputee Rehabilitation. Доступно: http://www.austpar.com/portals/acute_care/pre-op.php

15.Murphy D, ed. Fundamentals of amputation care and prosthetics. New York: Demos Medical Publishing; 2013. 456 p.

16.Roehampton stump score – A method of estimating the quality of stump for prosthetic rehabilitation. ISPO World Congress; 2013; Hyderabad.

17.Gonçalves Junior E, Knabben RJ, Luz SC. Portraying the amputation of lower limbs: an approach using ICF. Fisioter Mov. 2017;30(1):97–106. Доступно: <http://www.scielo.br/pdf/fm/v30n1/1980-5918-fm-30-01-00097.pdf>

18.Agrawal V. Clinical Outcome Measures for Rehabilitation of Amputees – A Review. Phys Med Rehabil Int. 2016;3(2):1080. Доступно: <https://austinpublishinggroup.com/physicalmedicine/download.php?file=fulltext/pmr-v3-id1080.pdf>

19.Activities-Specific Balance Confidence Scale. Доступно: https://www.physio-pedia.com/Activities-Specific_Balance_Confidence_Scale

20.Amputee Mobility Predictor (UK). Доступно: <https://langs.physio-pedia.com/uk/amputee-mobility-predictor-uk/>

21.Locomotor Capabilities Index-5. Доступно: https://www.physio-pedia.com/Locomotor_Capabilities_Index-5

22.Trinity Amputation and Prosthesis Experiences Scales. Доступно: https://www.physiopedia.com/Trinity_Amputation_and_Prosthesis_Experiences_Scales

23.Barthel Index (UK). Доступно: <https://langs.physio-pedia.com/uk/barthel-index-uk/>

24.OANDP Online Learning Center. Доступно: <https://www.oandp.org/login.aspx?authtoken=FD34601E...>

25.Timed Up and Go Test (TUG). Доступно: [https://www.physio-pedia.com/Timed_Up_and_Go_Test_\(TUG\)](https://www.physio-pedia.com/Timed_Up_and_Go_Test_(TUG))

26.Six Minute Walk Test / 6 Minute Walk Test. Доступно: https://www.physio-pedia.com/Six_Minute_Walk_Test/_6_Minute_Walk_Test

27.Engstrom B. Therapy for Amputees. London: Churchill Livingstone; 1993. 312 p.

28.Esquenazi A. Amputation rehabilitation and prosthetic restoration: from surgery to community reintegration. *Disabil Rehabil.* 2004;26(14–15):831–6.

29.Lusardi MM. Postoperative and preprosthetic care. In: Lusardi MM, Jorge M, Nielsen CC, eds. *Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation*. 3rd ed. Missouri: Elsevier; 2013. p. 532–94.

30.Livingstone W, Van de Mortel TF, Taylor B. A path of perpetual resilience: Exploring the experience of a diabetes related amputation through grounded theory. *Contemp Nurse.* 2011;39(1):20–30.

31.Gailey RS, Clark CR. Physical therapy management of adult lower-limb amputees. In: Michael JW, ed. *Atlas of Limb Prosthetics: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles*. Rosemont, IL: American Academy of Orthopedic Surgeons; 1992.

32.O’Keeffe B, Rout S. Prosthetic Rehabilitation in the Lower Limb. *Indian J Plast Surg.* 2019;52(1):134–43.

33.Johannesson A, Larsson GU, Öberg T. From major amputation to prosthetic outcome: a prospective study of 190 patients in a defined population. *Prosthet Orthot Int.* 2004;28(1):9–21. Доступно: <https://www.researchgate.net/publication/8534355>

34. International Committee of the Red Cross. Prosthetic gait analysis, a course manual for physiotherapists. Geneva: ICRC; 2014. Доступно: <https://members.physiopeia.com/open-ebooks/prosthetic-gait-analysis-forphysiotherapists/view.php?start=44>

35. Девіс ЕН, Чунг КС. Знак Тінеля: історична перспектива. Пластична та реконструктивна хірургія. 2004;114(2):494–9.

36. Tinel J., Kaplan E. B. Ознака «поколювання» при ураженні периферичних нервів // Пошкодження великих гілок периферичних нервів передпліччя. – 1978. – С. 8.

37. Молдавер Й. О. Симптом Тінеля. Його характеристика та значення // JBJS. – 1978. – Т. 60, № 3. – С. 412–414.

38. Moiz J. A., Srivastava A., Najim N., Hussain M. E. Activities-specific balance confidence scale for predicting future falls in Indian older adults // Clinical Interventions in Aging. – 2017. – Vol. 12. – P. 645–651. – DOI: 10.2147/CIA.S133523.

39. Myers A. M., Fletcher P. C., Myers A. H., Sherk W. Discriminative and evaluative properties of the activities-specific balance confidence (ABC) scale // J Gerontol A Biol Sci Med Sci. – 1998. – Vol. 53, № 4. – P. M287–M294. – DOI: 10.1093/gerona/53a.4.m287.

40. Gailey R. S., Roach K. E., Applegate E. B. та ін. The Amputee Mobility Predictor: An Instrument to Assess Determinants of the Lower-Limb Amputee's Ability to Ambulate // Arch Phys Med Rehabil. – 2002. – Vol. 83, May. – P. 613–627. – DOI: 10.1053/apmr.2002.32309.

41. Gailey R. S., Roach K. E., Applegate E. B. та ін. The Amputee Mobility Predictor: An Instrument to Assess Determinants of the Lower-Limb Amputee's Ability to Ambulate // Arch Phys Med Rehabil. – 2002. – Vol. 83, May. – P. 613–627. – DOI: 10.1053/apmr.2002.32309.

42. Raya M. A., Gailey R. S., Fiebert I. M., Roach K. E. Amputee mobility predictor-bilateral: a performance-based measure of mobility for people with bilateral lower-limb loss // Journal of Rehabilitation Research & Development. – 2013. – Vol. 50, № 7. – P. 961–968.

43. Grise M. C., Gauthier-Gagnon C., Martineau G. G. Протезний профіль людей з ампутацією нижньої кінцівки: концепція та дизайн анкети для подальшого спостереження // *Arch Phys Med Rehabil.* – 1993. – Vol. 74. – P. 862–870.
44. Gauthier-Gagnon C., Grise M. C. Інструменти для вимірювання результату людей з ампутацією нижніх кінцівок: оновлення щодо PPA та LCI // *J Prosthet Orthot.* – 2006. – Vol. 18. – P. 61–69.
45. Larsson B., Johansson L., Sunnerhagen K. S. Індекс опорно-рухових можливостей: валідність і надійність шведської версії у дорослих з ампутацією нижніх кінцівок // *Health and Quality of Life Outcomes.* – 2009. – Vol. 9. – P. 1–9. – DOI: 10.1186/1477-7525-7-44.
46. Franchignoni F., Orlandini D., Ferriero G., Moscato T. Надійність, валідність і чутливість індексу рухових можливостей у дорослих з ампутацією нижньої кінцівки // *Arch Phys Med Rehabil.* – 2004. – Vol. 85. – P. 94–101. – DOI: 10.1016/j.apmr.2003.06.010.
47. Gauthier-Gagnon C., Grise M. C., Potvin D. Сприятливі фактори, пов'язані з використанням протезів людьми з транстибіальною та трансфеморальною ампутацією // *Arch Phys Med Rehabil.* – 1999. – Vol. 80. – P. 706–713.
48. Повтор джерела №46 – не дублюється.
49. Gauthier-Gagnon C., Grise M. C., Lepage Y. The Locomotor Capabilities Index: content validity // *J Rehabil Outcomes Meas.* – 1998. – Vol. 2. – P. 40–46.
50. Gallagher P., MacLachlan M. Розробка та психометрична оцінка Trinity Amputation and Prosthesis Experience Scales (TAPES) // *Rehabilitation Psychology.* – 2000. – Vol. 45, № 2. – P. 130–154.
51. Gallagher P., Franchignoni F., Giordano A., MacLachlan M. Trinity Amputation and Prosthesis Experience Scales та якість життя людей з ампутацією нижніх кінцівок // *Arch Phys Med Rehabil.* – 2004. – Vol. 85, May. – P. 730–736. – DOI: 10.1016/j.apmr.2003.07.009.

52. Mahoney F. I., Barthel D. W. Functional Evaluation: The Barthel Index // Maryland State Medical Journal. – 1965. – Vol. 14. – P. 61–65.
53. Wang Y. C., Hsieh C. L., Lin J. N. Comparison of responsiveness of the Barthel Index and modified Barthel Index in patients with stroke // Disability and Rehabilitation. – 2023. – Vol. 45, № 6. – P. 1097–1102.
54. MD App. Modified Barthel Index for Activities of Daily Living [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mdapp.co/modified-barthel-index-for-activities-of-daily-living-calculator-362/>.
55. Elite Learning. The original Barthel index of ADLs [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.elitecme.com/resource-center/rehabilitation-therapy/the-original-barthel-index-of-adls/>.
56. Fish D. J., Nielsen C. P. Клінічна оцінка ходи людини // Journal of Prosthetics and Orthotics. – 1993. – Vol. 2(39). – P. 34–39.
57. Perry J., Burnfield J. M. Gait Analysis: Normal and Pathological Function. – 2nd ed. – USA: SLACK Incorporated, 2010. – 576 p.
58. Masood H., Farooq H. Utilizing spatio-temporal gait pattern and quadratic SVM for gait recognition // Electronics. – 2022. – Vol. 11, № 15:2386.
59. Yan S. H., Zhang X., Guo Y. Виявлення фази ходи за допомогою портативної системи та штучної нейронної мережі // Medical Engineering & Physics. – 2021. – Vol. 12. – P. 100092.
60. Di Gregorio R., Vocenas L. Ідентифікація фаз циклу ходи для контролю протезів // Biomimetics. – 2021. – Vol. 6, № 2. – P. 22.
61. Аналіз ходи Кішнера після ампутації [Електронний ресурс]. – Оновлено: липень 2013 р. – Режим доступу: <http://emedicine.medscape.com/article/1237638-overview>.
62. Smith D. G., Michael J. W., Bowker J. H. Atlas of Amputations and Limb Deficiencies: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles. – 3rd ed. – USA: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2011.
63. Австралійські фізіотерапевти в реабілітації людей з ампутованими кінцівками [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://austpar.com>.

64. Harandi V. J., Ebrahimi I., Jalaie S. Компенсаторні механізми ходи у однобічних трансфеморальних ампутантів // Medical Engineering & Physics. – 2020. – 7 січня.
65. Повтор джерела №63 – не дублюється.
66. Kibler W. Ben. Functional rehabilitation of sports injuries. – St. Louis: Mosby, 2011. – 432 p.
67. Neurac Institute. Redcord Neurac - Therapist's Manual. – Oslo: Redcord AS, 2020.
68. Myers T. Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists. – 4th ed. – Edinburgh: Churchill Livingstone, 2020. – 368 p.
69. Brumitt J., Meira E. Functional Rehabilitation of Low Back Disorders. – Champaign: Human Kinetics, 2013.
70. Cook G. Movement: Functional Movement Systems: Screening, Assessment, Corrective Strategies. – Chula Vista: On Target Publications, 2010. – 397 p.
71. Hansen M., Kirkesola G. Neurac Treatment of Patients with Lower Limb Amputation: Clinical Experience Report. – Redcord AS, 2018.
72. Kisner C., Colby L. A. Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques. – 7th ed. – Philadelphia: F.A. Davis, 2022.
73. Kendall F. P., McCreary E. K., Provance P. G. Muscles: Testing and Function with Posture and Pain. – 5th ed. – Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
74. Page P., Frank C., Lardner R. Assessment and Treatment of Muscle Imbalance: The Janda Approach. – Champaign: Human Kinetics, 2010.
75. O'Sullivan P., Dankaerts W., Burnett A. та ін. Classification of LBP subgroups: impact on movement and muscle activation // Manual Therapy. – 2006. – Vol. 11, № 2. – P. 162–174.
76. Horstmann T., Dietrich C., Bertram D. та ін. Effects of lower-limb amputation on postural control // Gait & Posture. – 2019. – Vol. 68. – P. 196–202. – DOI: 10.1016/j.gaitpost.2018.11.001.

77. Beyaert C., Vasa R., Frykberg G. E. Gait and balance in lower limb amputees: a review // *Clinical Biomechanics*. – 2008. – Vol. 23, № 9. – P. 787–802. – DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2008.05.003.
78. LPG Systems. Huber 360 Evolution: User Manual and Clinical Applications. – Valence, France: LPG Medical, 2021. – 112 p.
79. Agostini V., Nascimbeni A., Gaffuri A. та ін. Rehabilitation with Huber 360 improves postural balance and proprioception in elderly people: A pilot study // *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. – 2020. – Vol. 56, № 1. – P. 45–52.
80. Lipošek S., Pišot R., Štirn I. The effects of balance training on balance performance in transtibial amputees: a randomized controlled trial // *Prosthetics and Orthotics International*. – 2019. – Vol. 43, № 1. – P. 45–55.
81. Tura A., Cutti A. G., Guerzoni L. та ін. Proposal for a rehabilitation protocol for patients with transfemoral amputation based on the use of a robotic platform for balance and coordination training // *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. – 2018. – Vol. 13, № 6. – P. 533–541.