

НАУКОВО-
ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
З МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ



ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІЇ ВТРАЧЕНОЇ КІНЦІВКИ

ВІД СУЧАСНОГО ПРОТЕЗУВАННЯ
ДО ОСТЕОІНТЕГРАТИВНОГО
ПРОТЕЗУВАННЯ, БІОНІКИ
ТА РЕАБІЛІТАЦІЇ



СУЧАСНЕ
ПРОТЕЗУВАННЯ



ОСТЕОІНТЕГРАТИВНЕ
ПРОТЕЗУВАННЯ



БІОНІКА
ТА ІННОВАЦІЇ



РЕАБІЛІТАЦІЯ
ТА ПОВЕРНЕННЯ ДО ЖИТТЯ

ДОСВІД • ЗНАННЯ • ТЕХНОЛОГІЇ • ЛЮДИ

Відновлення функції втраченої кінцівки. Від сучасного протезування до остеоінтегративного протезування. Біоніка і реабілітація: Збірник матеріалів науково-практичної конференції (Львов, 23-24 жовтня 2026 , регистрационный № 1034102). 65 с.

<https://archive.sytenko.org.ua/handle/123456789/4954>

Організатори:

Державна установа "Інститут патології хребта та суглобів ім. проф.М.І.Ситенка НАМН України",

Українська асоціація ендопротезування суглобів,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З.Гжицького.

ЗМІСТ

Наративні стратегії фічера як інструмент психосоціальної реабілітації ветеранів з інвалідністю: репрезентація посттравматичного зростання <i>Волянська О.О., Мельник О.І., Чупашко О.І.</i>	5
Аналіз напружено-деформованого стану моделей тазу людини після резекції кульшової западини і встановлення ендопротезів різних конструкцій <i>Бондаренко С.Є., Ватаманіца Д.Б., Галузинський О.А., Карпінський М.Ю., Яресько О.В., Бурбурська С.В.</i>	8
Остеоінтегративне протезування як виклик для фізичної терапії: від відновлення опороздатності до оптимізації рухової функції <i>Данильченко С.І., Морозенко Д.В.</i>	15
Медико-психологічний супровід пацієнтів у процесі фізичної реабілітації після ампутації кінцівки <i>Заверуха О. Я.</i>	23
Стрільба з лука як метод реабілітації після ампутації гомілки: повернення балансу, сили та впевненості <i>Калиніченко О., Шевцов О.</i>	28
Рентгенометричні критерії ідентифікації морфотипів колінного суглоба при остеоартриті <i>Килимнюк Л. О.</i>	35
Ампутація в ранньому віці з подальшим протезуванням у комплексній реабілітації дітей з тяжким вродженим недорозвиненням гомілки та стопи: аналіз клінічних випадків <i>Корольков О.І.</i>	37
Роль мультидисциплінарної команди у підготовці пацієнта до первинного протезування <i>Лабінська Г.Б.</i>	44
Прямі нейронні інтерфейси у відновленні функції кінцівки: субепіневральна реєстрація активності нервів для управління біонічними протезами <i>Посохов М.Ф., Полях І.О., Овчаренко Н.М., Шатілло А.В.</i>	47
Корекція ходи з використанням спеціалізованої реабілітаційної доріжки у пацієнта після ампутації нижньої кінцівки <i>Припула Н.Ю., Граценкова Т.М., Задорожній Д.С., Случак Ю.М.</i>	49
Використання засобів фізичної терапії в післягострому періоді остеоінтегративного протезування <i>Россохатський О.І., Стауде В.А., Кузнєцов О.О., Случак Ю.М.</i>	54

Особливості боротьби з контрактурами після остеоінтегративного протезування <i>Стауде В. А, Кузнецов О. О., Россохатський О. І, Земляна А.О.</i>	57
Кардіоваскулярні порушення в осіб з трансфеморальною ампутацією нижніх кінцівок <i>Федечко М.Й.</i>	59
Перспектива використання віртуальної реальності в реабілітації після ампутацій нижніх кінцівок <i>Яремчук М.М., Притула Н.Ю., Случак Ю.М., Блайда І.М.</i>	63

НАРАТИВНІ СТРАТЕГІЇ ФІЧЕРА ЯК ІНСТРУМЕНТ ПСИХОСОЦІАЛЬНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ВЕТЕРАНІВ З ІНВАЛІДНІСТЮ: РЕПРЕЗЕНТАЦІЯ ПОСТТРАВМАТИЧНОГО ЗРОСТАННЯ

¹Волянська О.О., ²Мельник О.І., ³Чупашко О.І.

¹Український католицький університет, Львів, Україна

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, Україна

³Державне некомерційне товариство "Львівський національний медичний університет імені Короля Данила", Україна

Ключові слова: посттравматичне зростання, фічер, ветерани з інвалідністю, інклюзивність, наративні стратегії, сторітелінг, психосоціальна реабілітація, реінтеграція.

Вступ. Війна в Україні спричинила суттєве зростання кількості військовослужбовців та ветеранів з важкими фізичними пораненнями, ампутаціями та наслідками бойових травм. Важливими аспектами реінтеграції таких людей є психологічне відновлення, пошук нових сенсів життя та подолання стигматизації у суспільстві. Попри наявність меморіальних та аналітичних матеріалів, в українському медіапросторі залишається недостатньо висвітленою тематика посттравматичного зростання (ПТЗ) ветеранів з інвалідністю з життєствердної перспективи. Ефективним інструментом для висвітлення складного внутрішнього досвіду особистості після пережитої важкої травми є жанр фічера (feature), заснований на принципах травма-інформованого сторітелінгу та емпатичного залучення читача, що передбачають повагу до гідності й особистих меж героя, запобігання повторній психологічній травматизації під час збирання та оприлюднення його історії, а також забезпечення його усвідомленої згоди й контролю над розкриттям особистої інформації та способом репрезентації власного досвіду.

Мета дослідження. Визначити потенціал і наративні стратегії медійного жанру фічера як інструменту психосоціальної реабілітації ветеранів з інвалідністю через висвітлення історій їхнього посттравматичного зростання, а також проаналізувати досвід створення та реалізації авторського медійного проекту «Друге дихання» як засобу соціальної інтеграції, психологічної підтримки та формування позитивного суспільного сприйняття ветеранів.

Матеріали та методи. У дослідженні використано комплекс методів: типологічний (для аналізу жанрової специфіки фічера), описовий (для деталізації художніх прийомів та фіксації етапів психологічного відновлення) та метод інтерпретації емпіричних даних. Дослідження спирається на теоретичні концепції Р. Тедескі та Л. Калхуна (концептуалізація ПТЗ), Т. Вулфа, К. Річ, С. Сканлана (поетика та драматургія фічера), а також аналіз публікацій українських та закордонних медіа (*Reporters, NV, Українська правда, Ukrainer, The Guardian, Reuters*). Технічні методи збору матеріалу охоплювали проведення «м'яких» інтерв'ю та включене спостереження у реабілітаційному середовищі. Інтерв'ю слугували засобом делікатного збору особистих історій ветеранів, що давало змогу дослідити їхній досвід відновлення, переосмислення життєвих цінностей, формування нових життєвих перспектив і повернення до активного соціального життя. Проведення інтерв'ю ґрунтувалося на принципах травма-інформованої комунікації, зокрема повазі до гідності й особистих меж співрозмовників, добровільності участі та запобіганні повторній психологічній травматизації.

Результати. Дослідження засвідчило, що фічер має значний потенціал для репрезентації посттравматичного зростання (ПТЗ), оскільки поєднує сценічну побудову (*scene-by-scene construction*), діалогізм, промовистість деталі та сенсорні описи, що забезпечують емоційну залученість аудиторії й глибше розкриття особистого досвіду героїв. Аналіз медійного дискурсу дав змогу окреслити перехід від акцентування травматичного досвіду та його наслідків до висвітлення п'яти ключових сфер ПТЗ: переоцінки життєвих цінностей, усвідомлення внутрішньої сили, поглиблення соціальних зв'язків, відкриття нових життєвих перспектив і духовного переосмислення.

У межах реалізації авторського медійного проєкту «Друге дихання» було створено та опубліковано серію художньо-документальних фічерів із фотосупроводом, присвячених ветеранам із важкими пораненнями та ампутаціями. Практична робота над проєктом охоплювала взаємодію з військовими психологами, розроблення етичних принципів проведення інтерв'ю з людьми, які мають травматичний досвід, відбір героїв, чиї історії демонструють різні шляхи відновлення, та використання мультимедійних візуальних матеріалів для поширення публікацій.

Матеріали проєкту висвітлюють шлях ветеранів від отримання поранення, лікування та протезування до відновлення активної

соціальної, спортивної й професійної діяльності. Важливим наративним принципом є представлення ветерана не лише через досвід травми, а як активного суб'єкта власного життя, здатного формувати нові цілі, відновлювати соціальні зв'язки та реалізовувати особистісний потенціал. У цьому контексті фічер розглядається як засіб комунікаційної підтримки психосоціальної реабілітації, що може сприяти розвитку емпатії, подоланню суспільних стереотипів щодо інвалідності та формуванню інклюзивного сприйняття ветеранів. Отже, практичний досвід реалізації проєкту «Друге дихання» демонструє можливості художньо-документального сторітелінгу для суспільного осмислення досвіду посттравматичного зростання та підтримки соціальної реінтеграції ветеранів.

Висновки.

Жанр фічера володіє високим терапевтичним та соціально-адаптаційним потенціалом, сприяючи перетворенню індивідуального досвіду важкої травми у життєствердні суспільні наративи.

Використання художньо-виражальних засобів фічера (сенсигельність, кінематографізм, діалогізм) дозволяє уникнути стигматизації ветеранів з інвалідністю, нормалізувати сприйняття протезування та інклюзивних просторів у суспільстві.

Практичний досвід реалізації авторського проєкту «Друге дихання» демонструє можливості художньо-документального сторітелінгу для підтримки психосоціальної реабілітації та соціальної реінтеграції ветеранів через поширення історій посттравматичного зростання, розвиток суспільної емпатії та утвердження поваги до гідності й життєвого досвіду героїв.

АНАЛІЗ НАПРУЖЕННО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МОДЕЛЕЙ ТАЗУ ЛЮДИНИ ПІСЛЯ РЕЗЕКЦІЇ КУЛЬШОВОЇ ЗАПАДИНИ І ВСТАНОВЛЕННЯ ЕНДОПРОТЕЗІВ РІЗНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Бондаренко С.С.¹, Ватаманіца Д.Б.¹, Галузинський О.А.¹,
Карпінський М.Ю.¹, Ярьсько О.В.¹, Бурбурська С.В.²

¹ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І.Ситенка НАМН України», Харків

²Компанія Товариство з обмеженою відповідальністю "Остеоніка", Київ

Вступ. Незважаючи на значний прогрес у хірургічних технологіях, до сьогодні не існує універсального або «золотого стандарту» реконструкції післярезекційних дефектів тазу. У літературі описано широкий спектр методик, включаючи біологічні реконструкції з використанням ауто- та алотрансплантатів, алотрансплантат-протезні методики, модульні ендопротези, індивідуально виготовлені 3D-друковані імпланти, а також альтернативні підходи, такі як артродез кульшового суглоба або транспозиція кульшового суглоба [1].

Широке впровадження комп'ютерного планування та технологій 3D друку відкрило нову еру у реконструкції тазових дефектів. Одним із визначальних прикладів є робота Wang та співавторів, які описали використання індивідуальних титанових імплантатів, виготовлених за результатами тривимірного моделювання дефекту кожного конкретного пацієнта. Цей підхід дозволяє забезпечити максимальну анатомічну відповідність, що особливо важливо при дефектах, що охоплюють кілька сегментів тазу. Оптимізація прилягання імпланта до кісткових країв знижує ризик нестабільності та перевантажень у місцях контакту, що, в свою чергу, покращує довгострокову стабільність конструкції.

Крім того, 3D друковані імпланти можуть мати пористу поверхню, що сприяє остеointegraції, і забезпечують можливість інтеграції кульшового компоненту без значних модифікацій металевих компонентів протеза. Клінічні серії з використанням цих конструкцій продемонстрували сприятливі функціональні результати та нижчу частоту механічних ускладнень порівняно зі стандартними рішеннями, хоча технологічна та фінансова складність підготовки залишається високою. Саме тому біомеханічні аспекти застосування подібних конструкцій потребують ретельного дослідження [2].

Мета. Визначити особливості розподілу напружень в моделях тазу людини з ендопротезами різних конструкцій після резекції кульшової западини внаслідок онкологічних захворювань.

Матеріали та методи. В лабораторії біомеханіки «ДУ Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України» була розроблена базова скінчено-елементна модель тазового поясу людини зі стегновими кістками [3]. На базовій моделі створювали 3 варіанти ендопротезування лівого кульшового суглоба в умовах післярезекційного сегментарного дефекту кісток таза, що поширюється на лобкову, сідничну та клубову кістки та порушує цілісність переднього напівкільця таза:

- ендопротезування з використанням індивідуального ендопротеза без заміщення дефекта горизонтальної гілки лобкової, сідничної кісток, без відновлення цілісності тазового кільця(модифікований «ice cream cone»);

- ендопротезування з використанням індивідуального ендопротеза із заміщенням безпосередньо суглобових поверхонь, лобкової, сідничної кісток, відновленням цілісності тазового кільця;

- для порівняння, в якості контролю, використовували модель без дефектів тазових кісток зі стандартним ендопротезом кульшового суглоба з press-fit фіксацією ацетабулярного компонента.

Моделі індивідуальних ендопротезів розроблені і надані компанією "Остеоніка". Дані моделі ендопротезів адаптуються індивідуально до кожного пацієнта на основі STL-моделей, що створюються після сегментації КТ-зображень. Ендопротези виготовляються з титану методом 3D-друку.

У нашому дослідженні матеріал вважався однорідним та ізотропним. В якості скінченого елементу, був обраний 10-вузловий тетраedr з квадратичною апроксимацією. Усі матеріали, з яких склалися моделі, одержали відповідні механічні властивості, такі як модуль пружності Юнга та коефіцієнт Пуассона. Механічні властивості біологічних тканин було обрано згідно з літературою [4, 5]. Властивості металоконструкцій було обрано відповідно до технічної довідкової літератури [6, 7].

В процесі дослідження моделювали одноопорне стояння на лівій нижній кінцівці. Для цього моделі навантажували вертикальною розподіленою силою величиною 540 Н, що відповідає середній вазі людини без урахування ваги опорної кінцівки. Між великим вертлюгом лівої стегнової кістки та крилом клубової кістки імітували дію

аддукторів стегна, шляхом введення відповідних сил. Моделювали дію *m. gluteus medius* (середній сідничний м'яз) силою 1150 Н та *m. gluteus minimus* (малий сідничний м'яз) силою 50 Н [8, 9]. В ділянці колінного суглоба на рівні виростків лівої стегнової кістки всі моделі мали жорстке закріплення.

Результати.

Для порівняння рівня напружень в елементах моделей з індивідуальними ендопротезами і резекційним дефектом кісток що утворюють кульшову западину в якості контролю була обрана модель без дефекту кісток таза і стандартним ендопротезом кульшового суглоба. Проведене дослідження дозволило визначити, що в кістках тазу напруження максимальної величини 46,2 МПа виникають над чашкою ендопротеза в нижній сідничній вирізці. Трохи нижчий рівень напружень 31,2 МПа спостерігається в верхній клубовій ості та в нижній передній клубовій ості – 21,6 МПа. У великій сідничній вирізці напруження зареєстровані на рівні 13,4 МПа. В правій лобковій кістці рівень напружень значно нижчий визначається на позначках 6,1 МПа і 5,9 МПа в її горизонтальній та нисхідній гілках відповідно. В правій лобковій кістці (з контролатерального боку) величина напружень не перевищує позначки 2,9 МПа. Серед елементів ендопротезу найбільш напруженою визначали його шийку, напруження в якої набували максимуму 92,3 МПа. Максимальний рівень напружень в чашці не перевищував позначки 36,7 МПа.

Наступним кроком роботи моделювали варіант ендопротезування кульшової западини після видалення лобкової, сідничної кісток, кульшової западини, без відновлення цілісності тазового кільця. Визначено, що при використанні ендопротеза кульшової западини після видалення лобкової, сідничної кісток, кульшової западини, без відновлення цілісності тазового кільця, напруження в кісткових елементах на стороні резекції значно нижчі за показники контрольної моделі. Так, максимальний рівень напружень визначені в верхній клубовій ості і не перевищують позначки 21,6 МПа. Приблизно на тому ж рівні 20,7 МПа зафіксована максимальна величина напружень в нижній сідничній вирізці під клубовим фланцем ендопротеза. Практично вдвічі нижчий рівень напружень спостерігали в великій сідничній вирізці 11,1 МПа та в нижній передній клубовій ості – 15,3 МПа. При цьому, в порівнянні з контрольною моделлю, з інтактного боку напруження в правій лобковій кістці підвищуються до позначки 4,5 МПа.

Було визначено, що найбільш напруженим елементом ендопротеза даного типу є гвинти в клубовому фланці, напруження в яких сягають позначки 182,3 МПа. При цьому напруження в самому клубовому фланці спостерігали на досить низькому рівні 29,0 МПа. Причиною такого розподілу напружень є консольний варіант кріплення чашки. Напруження в клубовому штифті та компресуючому гвинті розподіляються в пропорції 1:3, в абсолютних значеннях це 27,7 МПа та 75,7 МПа, відповідно. В чашці ендопротеза зафіксовано найнижчий рівень напружень 17,5 МПа, що вдвічі нижче за модель без ушкоджень тазових кісток. Але, в порівнянні з моделлю без дефектів тазових кісток, напруження в шийці ендопротеза зростають на 10 % і визначаються на рівні 103,2 МПа.

При використанні ендопротеза, що відновлює цілісності тазового кільця, в порівнянні з контрольною моделлю, спостерігали значне підвищення рівня напружень в зонах прикріплення ендопротеза, а саме, в нижній сідничній вирізці під клубовим фланцем ендопротеза до позначки 79,6 МПа та до 69,0 МПа в великій сідничній вирізці. Практично в 8 раз підвищився рівень напружень в правій (неушкодженій) лобковій кістці, де він досягнув позначки 33,5 МПа, що є наслідком того, що вона є другою точкою фіксації ендопротеза. При цьому, в верхній та нижній передній остях клубової кістки визначено зниження величин напружень в 2 рази до рівня 13,4 МПа та 10,7 МПа, відповідно.

Двохопорне закріплення ендопротеза даної конструкції відображається і на розподілі напружень в елементах самого ендопротеза. Максимальний рівень напружень переміщується саме на гвинти в контролатеральній лобковій кістці, і визначається на позначці 113,4 МПа. Наявність тільки одного клубового штифта робить його самим напруженим – 88,4 МПа, а також призводить до підвищення навантажень на клубовий фланець над чашкою до 78,5 МПа. Але завдяки наявності другої точки кріплення (на лобковій кістці) напруження в гвинтах клубового фланця не перевищують позначки 86,8 МПа, що більш ніж вдвічі нижчі на моделі ендопротеза що не відновлює тазове кільце. Цікаво відмітити, що елементи ендопротеза, які заміщують видалену лобкову кістку напружуються значно більше ніж ці елементи самої кістки при ендопротезуванні неушкодженого таза. Так, напруження на елементі, який заміщує горизонтальну гілку лобкової кістки визначено на рівні 23,5 МПа, що практично в 4 рази перевищує показник моделі без видалення цієї кістки. В елементі, що

заміщує нисхідну гілку лобкової кістки, різниця напружень з контрольною моделлю не така виразна і складає 23 %, що в абсолютних значеннях дає показник 7,7 МПа. Рівень напружень 20,5 МПа в чашці ендопротеза визначається нижчим за контрольну модель, але трохи вищим за модель без відновлення тазового кільця. Напруження 98,4 МПа в шийці ендопротеза також визначені на проміжному рівні в порівнянні з іншими моделями.

Ендопротезування з відновленням тазового кільця викликає значне підвищення рівня напружень в місцях кріплення ендопротеза на клубовій кістці та неушкодженій лобковій кістці з контролатерального боку. При цьому знижується до мінімуму рівень напружень в верхній та нижній остях клубової кістки. На підвищення рівня напружень в елементах ендопротеза, які відтворюють лобкову кістку не варто звертати увагу, так як для титану такі напруження не є критичними. Підвищений рівень напружень в кісткових елементах моделі при такому варіанті ендопротезування можна пояснити більшою жорсткістю титану в порівнянні з кістковою тканиною, а також значно більшою вагою металевої конструкції. Відмова від відтворення тазового кільця, з використанням ендопротеза відповідної конструкції, призводить до порушення його жорсткості, збільшенню рухомості клубової кістки на ушкодженому боці, наслідком чого є зниження до мінімуму рівня напружень в кісткових елементах моделі.

Обговорення.

Питання заміщення резекційних периацетабулярних дефектів, є досить висвітленим на теперішній час. Більшість досліджень, констатує поступове покращення результатів лікування на фоні еволюції технологій виготовлення імплантатів, при стабільно високому рівні ускладнень механічного характеру та наголошують на необхідності поглиблення знань у цій сфері [10, 11, 12].

Можлива реалізація двох принципово різних підходів, з відновленням цілісності тазового кільця та без такого, за рахунок специфічної форми імплантату та розташування фіксуючих елементів. З біомеханічної точки зору кращим, таким що знижує напруження на фіксуючих елементах імплантату є конструкція що не відновлює тазове кільце. Проте зниження напруження відбувається за рахунок пружно еластичних, амортизуючих властивостей крижово-клубового зчленування, яке в свою чергу неминуче буде зазнавати дегенеративних змін, що реалізуються больовим синдромом. Така ситуація може виявитись неприйнятною за високого індексу маси тіла пацієнта.

Відновлення цілісності тазового кільця за рахунок елементів імплантату, що заміщують лобкову та сідничну кістки, ригідно з'єднуються з контралатеральною лобковою кісткою, призводить до вираженого збільшення напружень на фіксуючих елементах лобкової кістки і може призвести до зламу останніх чи появи нестабільності, за циклічних навантажень. Водночас напруження на штифті та гвинтах клубової кістки знижується, що в сукупності зі стабільністю тазового кільця, забезпечить більш переконливі клінічні результати. Така опція створює кращі умови для менеджменту «мертвого простору» в зоні втручання та пришвидшує реабілітацію, проте за збільшеного індексу маси тіла, також, має бути використана з насторогою.

Висновки.

Застосування ендопротеза без відновлення цілісності тазового кільця призводить до істотного зниження напружень у кісткових елементах з протезованого боку, хоча й супроводжується підвищенням напружень на гвинтах клубового фланця.

Ендопротезування з відновленням тазового кільця спричиняє значне збільшення напружень у зонах фіксації протеза, особливо в області неушкодженої лобкової кістки, що стає другою опорною ланкою конструкції. Підвищення напружень в елементах ендопротеза та моделі кісток пов'язане з високою жорсткістю та масою титанових компонентів.

За критеріями мінімізації напружень у кістках і в ендопротезі більш сприятливим є варіант без відновлення тазового кільця.

Література.

1. Fujiwara T, Ogura K, Christ A, Bartelstein M, Kenan S, Fabbri N, Healey J. Periacetabular reconstruction following limb-salvage surgery for pelvic sarcomas. *J Bone Oncol.* 2021; 31:100396. doi: 10.1016/j.jbo.2021.100396. PMID: 34786331; PMCID: PMC8577502.
2. Hu X, Li C, Tang X, Wang Y, Luo Y, Zhou Y, Tu C, Yang X, Min L. Clinical Application of 3D-Printed Custom Hemipelvic Prostheses With Negative Poisson's Ratio Porous Structures in Reconstruction After Resection of Pelvic Malignant Tumors. *Orthop Surg.* 2025;17(6):1691-1701. doi: 10.1111/os.70040. PMID: 40310728; PMCID: PMC12146138.
3. Вирва О.Є, Ватаманіца Д.Б., Карпінський М.Ю., Яресько О.В. Математичне моделювання деформацій кульшової западини після переломів типу 62-B1.3 за класифікацією АО/ASIF та ендопротезування в комбінації з остеосинтезом. *Ортопедия, травматология и протезирование.* 2022. (3-4): 39-44. DOI: 10.15674/0030-598720223-439-44

4. Бондаренко С.С., Денисенко С.А., Карпінський М.Ю., Яресько О.В. Дослідження впливу чашок ендопротезів кульшових суглобів із пористого титану на розподіл напружень у кістковій тканині (математичне моделювання). Травма. 2021; 22(3): 28-37. DOI: 10.22141/1608-1706.3.22.2021.2363202021
5. Березовский В.А., Колотилов Н.Н. (1990). Биофизические характеристики тканей человека: Справочник. Київ: Наукова думка. 224 с.
6. Niinomi M. Mechanical biocompatibilities of titanium alloys for biomedical applications. J Mech Behav Biomed Mater. 2008;1(1):30-42. doi: 10.1016/j.jmbbm.2007.07.001, PMID: 19627769
7. Gere J.M., Timoshenko S.P. Mechanics of Material. 1997. P. 912
8. Crowninshield, R. D. and Brand, R. A. (1981) A physiologically based criterion of muscle force prediction in locomotion. J. Biomechanics 14, 793-801
9. Тяжелов А.А., Карпинский М.Ю., Карпинская Е.Д., Гончарова Л.Д., Климовицкий Р.В. Моделирование работы мышц тазового пояса после эндопротезирования тазобедренного сустава при различной величине общего бедренного офсета. Травма. 2017; 18 (6). 133-140. DOI: 10.22141/1608-1706.6.18.2017.121191
10. Issa SP, Biau D, Babinet A, Dumaine V, Le Hanneur M, Anract P. Pelvic reconstructions following peri-acetabular bone tumour resections using a cementless ice-cream cone prosthesis with dual mobility cup. Int Orthop. 2018 Aug;42(8):1987-1997. doi: 10.1007/s00264-018-3785-2. Epub 2018 Jan 27. PMID: 29460155.
11. Wang J, Min L, Lu M, Zhang Y, Wang Y, Luo Y, Zhou Y, Duan H, Tu C. Three-dimensional-printed custom-made hemipelvic endoprosthesis for primary malignancies involving acetabulum: the design solution and surgical techniques. J Orthop Surg Res. 2019 Nov 27;14(1):389. doi: 10.1186/s13018-019-1455-8. PMID: 31775805; PMCID: PMC6882053.
12. Huang X, Huang D, Lin N, Yan X, Qu H, Ye Z. 3D-Printed Prosthesis with an Articular Interface for Anatomical Acetabular Reconstruction After Type I + II (+ III) Internal Hemipelvectomy: Clinical Outcomes and Finite Element Analysis. J Bone Joint Surg Am. 2025 Jan 15;107(2):184-195. doi: 10.2106/JBJS.23.01462. Epub 2024 Oct 15. PMID: 39729975; PMCID: PMC11717430.

ОСТЕОІНТЕГРАТИВНЕ ПРОТЕЗУВАННЯ ЯК ВИКЛИК ДЛЯ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ: ВІД ВІДНОВЛЕННЯ ОПОРОЗДАТНОСТІ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ РУХОВОЇ ФУНКЦІЇ

Данильченко С.І.¹, Морозенко Д.В.²

¹Херсонський державний університет, Херсон, Україна

²ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», Харків, Україна

Ключові слова: *остеоінтеграція, дозування навантаження, протокол реабілітації, хода, ускладнення.*

Вступ. Ампутація нижньої кінцівки є складним медико-соціальним станом, що супроводжується порушенням опорної та локомоторної функцій, зміною розподілу навантаження, постурального контролю й рухових стратегій. Успішність відновлення визначається не лише технічними характеристиками протеза, а й здатністю людини інтегрувати його у власну систему рухів. Тому фізична терапія є невід'ємним компонентом комплексної допомоги, спрямованим на оптимізацію рухових можливостей, працездатності та якості життя.

Традиційне протезування ґрунтується на приймальній гільзі, яка забезпечує механічний зв'язок між куксою та протезом. Попри технологічне вдосконалення, гільзові системи можуть спричиняти дискомфорт, локальний тиск, подразнення шкіри, нестабільність фіксації та труднощі при тривалому користуванні, що обмежує переносимість навантажень і повсякденну активність. Вираженість цих проблем залежить від особливостей кукси, стану м'яких тканин, конструкції протеза та індивідуальних характеристик користувача [1, 2].

Остеоінтегративне протезування (ОІ) передбачає безпосереднє з'єднання протеза з опорно-руховим апаратом через імплант, інтегрований у кісткову тканину. Транскутанний компонент формує прямий механічний зв'язок між скелетом і зовнішньою протезною системою, усуваючи постійний контакт гільзи з м'якими тканинами кукси та створюючи інші умови передачі навантаження [1, 2]. Останніми роками ОІ перетворилося з експериментального напрямку на клінічний варіант протезування для окремих категорій пацієнтів.

Водночас безпосередня передача сил на кістку висуває підвищені вимоги до поступового відновлення опороздатності, контролю навантажень і моніторингу стану імпланта та прилеглих тканин. Остеоінтеграція не забезпечує автоматичного відновлення фізіологічної

функції кінцівки, а формує специфічний клінічний контекст, у якому результат значною мірою залежить від післяопераційного ведення та фізичної терапії [2, 3]. Реабілітація має враховувати загоснення тканин, біологічну адаптацію кістки, відновлення м'язової сили, постурального контролю та координації. Особливого значення набуває поступове збільшення осьового навантаження, оскільки його передчасне підвищення може збільшувати ризик ускладнень, а надмірно обережна тактика – затримувати функціональне відновлення. Сучасні протоколи передбачають поетапний перехід від післяопераційного відновлення до контрольованого навантаження на імплант і формування навичок ходьби, однак ефективність протоколів, варіабельність результатів та довгострокові наслідки ОІ залишаються недостатньо вивченими [2, 4].

З позицій фізичної терапії принципово важливо розмежовувати технічний успіх остеоінтеграції та повноцінне функціональне відновлення. Стабільне з'єднання протеза з кісткою й незалежне пересування не гарантують оптимальної біомеханіки ходьби, достатньої витривалості чи здатності виконувати складні рухові завдання. Обмеження можуть зберігатися під час ходьби нерівною поверхнею, подолання сходів, зміни швидкості руху, перенесення вантажів або виконання професійних завдань. Тому реабілітація має бути спрямована не лише на досягнення незалежної ходьби, а й на формування ефективних, безпечних та адаптивних рухових стратегій відповідно до індивідуальних потреб людини [1, 2].

Рішення щодо збільшення навантаження, ускладнення рухових завдань і розширення активності доцільно приймати з урахуванням клінічного стану, переносимості навантажень, результатів функціонального оцінювання та особливостей взаємодії з протезом. Це потребує від фізичного терапевта розуміння не лише принципів відновлення сили, рівноваги й ходьби, а й біомеханіки остеоінтеграції, можливих ускладнень та безпечного дозування навантаження.

Таким чином, ОІ розширює можливості відновлення опороздатності та мобільності після ампутації нижньої кінцівки, водночас формуючи специфічні завдання для фізичної терапії. Актуальними залишаються вдосконалення дозування навантаження, оптимізація рухових стратегій, розширення критеріїв функціонального відновлення та підвищення безпеки реабілітації.

Метою цієї роботи є аналіз ключових викликів, які остеоінтегративне протезування створює для фізичної терапії, а також визначення перспективних напрямів оптимізації опороздатності,

рухової функції та функціональної незалежності осіб після ампутації нижніх кінцівок на основі сучасних наукових даних.

Матеріали та методи. Роботу виконано у форматі наративного огляду літератури, спрямованого на аналіз сучасних підходів до фізичної терапії осіб після osteointegrative протезування нижніх кінцівок. Інформаційну основу становили наукові публікації, зокрема оригінальні клінічні дослідження, систематичні та оглядові праці, а також протоколи післяопераційної реабілітації, присвячені відновленню опороздатності, дозуванню фізичного навантаження, формуванню рухових навичок, оптимізації ходьби та профілактиці ускладнень. Аналіз наукових даних здійснювали за такими напрямками: етапність відновлення після хірургічного втручання, прогресивне навантаження на імплант, динаміка функціональних показників ходьби, сенсомоторна адаптація та індивідуалізація реабілітаційних програм. Узагальнення результатів ґрунтувалося на критичному аналізі доступних доказів із визначенням актуальних проблем фізичної терапії та перспектив подальших досліджень. Оскільки робота не передбачала збору первинних емпіричних даних, статистичний аналіз та обчислення узагальнених ефектів не проводилися.

Результати. Відновлення опороздатності: протокол, який не прощає помилок. Більшість сучасних протоколів osteointegrative протезування передбачають два хірургічні етапи: імплантацію фіксатора в кісткову тканину та, зазвичай через кілька місяців, встановлення транскутанного компонента (abutment), який з'єднує імплант із зовнішньою протезною системою [1, 2]. Така послідовність визначає структуру реабілітації. Після первинної імплантації основними завданнями є загоєння операційної рани, збереження м'язової сили та рухливості суглобів і запобігання фізичній детренованості; залежно від хірургічної тактики цей період може передбачати обмеження або повне виключення осьового навантаження. Після встановлення транскутанного компонента розпочинається поступове залучення імпланта до перенесення навантаження, відновлення опороздатності та формування навичок взаємодії з протезом. Інтенсивність і тривалість навантажень збільшують з урахуванням стану кісткових і м'яких тканин, стабільності імпланта та індивідуальної переносимості [2, 4]. Отже, двоетапність ОІ зумовлює диференційоване планування фізичної терапії: від збереження фізичного потенціалу пацієнта до відновлення опорної та локомоторної функцій.

Скопінг-огляд 2025 року, який охопив 35 досліджень, показав, що сучасні протоколи загалом дотримуються послідовності цілей від післяопераційного відновлення та поступового збільшення навантаження до незалежної ходьби. Водночас у публікаціях недостатньо представлені фактичні показники досягнення реабілітаційних цілей, індивідуальні терміни функціонального прогресування та труднощі пацієнтів у процесі відновлення [2]. Це свідчить про розбіжність між формалізованою структурою протоколів і обмеженістю емпіричних даних щодо їх практичної ефективності. Тому фізична терапія має ґрунтуватися не лише на визначених часових рамках, а й на регулярній оцінці клінічного стану, реакції на навантаження та готовності пацієнта до переходу на наступний етап.

Дозування навантаження як ключова компетенція фізичного терапевта. Osteointegrative протезування висуває особливі вимоги до дозування фізичного навантаження, оскільки осьова сила передається безпосередньо через імплант у кісткову тканину. Тому фізичний терапевт має контролювати інтенсивність, тривалість і частоту навантажень та послідовно ускладнювати рухові завдання. Надмірно швидке їх збільшення може підвищувати ризик несприятливих реакцій з боку імпланта й прилеглих тканин, тоді як надмірне обмеження активності затримує відновлення м'язової сили, рухових навичок і фізичної працездатності. Оптимальне дозування передбачає індивідуальний баланс між безпекою та достатнім стимулом для функціональної адаптації.

Клінічне відновлення після ОІ не завжди є лінійним. Gunn та співавтори у 2022 році описали випадок пацієнтки, яка сама була фізичним терапевтом, але протягом перших 18 місяців після втручання мала низку ускладнень, зокрема абсцеси, запальні процеси та ентезопатії, що впливали на темпи функціонального прогресування [3]. Цей випадок демонструє, що навіть структурований протокол не забезпечує однакової траєкторії відновлення, а отже, потребує постійної клінічної адаптації. Фізичний терапевт має своєчасно виявляти несприятливі реакції на навантаження, коригувати програму вправ та за потреби взаємодіяти з іншими фахівцями мультидисциплінарної команди. Таким чином, індивідуалізація є необхідною умовою безпечного й функціонально орієнтованого відновлення.

Преабілітація як недооцінений етап. Попри визнання важливості передопераційної підготовки до osteointegrative протезування, зміст і тривалість преабілітації залишаються недостатньо стандарти-

зованими. Sullivan та співавтори, досліджуючи реабілітацію осіб із трансфеморальною ампутацією та ОІ, наголошували на необхідності комплексного оцінювання фізичного стану, функціональних можливостей і очікувань кандидата [5]. Така оцінка дає змогу визначити індивідуальні цілі, виявити потенційні фактори ризику та сформувати реалістичні очікування щодо тривалості й складності подальшої реабілітації.

Преабілітація може включати зміцнення м'язів залишкового сегмента й тулуба, підтримання рухливості суглобів, тренування рівноваги та загальної витривалості, навчання безпечному пересуванню з допоміжними засобами, а також підготовку до майбутнього збільшення навантаження й самоконтролю під час фізичної активності. Водночас доказові рекомендації щодо оптимального змісту, інтенсивності та тривалості цих втручань залишаються обмеженими [1]. Це визначає потребу в подальших дослідженнях ефективності окремих компонентів передопераційної фізичної терапії та їхнього впливу на безпечність післяопераційного відновлення й досягнення функціональних цілей.

Від опороздатності до ходи: що показують результати

Ретроспективне когортне дослідження Reeves та колег (2025) оцінювало цілеспрямований протокол фізичної терапії у 10 пацієнтів із трансфеморальною ампутацією після остеоінтегративного протезування [1]. Особливістю підходу була орієнтація на конкретні функціональні цілі та використання об'єктивних показників рухової активності для оцінювання динаміки відновлення. Через 6 та 12 місяців після другого хірургічного етапу виявлено статистично значуще покращення за трьома показниками: оцінка за Amputee Mobility Predictor зросла з 37,9 до 38,9 бала ($p=0,003$), дистанція у 6-хвилинному тесті ходьби – з 225,3 до 264,0 м ($p=0,02$), а час 10-метрового тесту швидкої ходьби скоротився з 11,9 до 9,3 с ($p=0,03$). Це свідчить про покращення функціональної мобільності, витривалості та швидкості пересування. Водночас у 10-метровому тесті ходьби у звичайному темпі статистично значущої динаміки не виявлено (19,5 проти 12,1 с; $p=0,20$), попри чисельно суттєве скорочення часу [1]. З огляду на малий обсяг вибірки та можливу індивідуальну варіабельність результати потребують обережної інтерпретації й не можуть розглядатися як доказ формування фізіологічного або комфортного патерну ходьби.

З позицій фізичної терапії ці дані підкреслюють необхідність комплексного оцінювання рухової функції. Покращення швидкості та

витривалості не відображає повною мірою симетричність, енергоефективність, стабільність, плавність і адаптивність ходьби, а результати стандартизованих тестів не завжди характеризують реальну фізичну активність поза реабілітаційним середовищем. Тому доцільно поєднувати функціональні тести з оцінюванням якості рухів, переносимості навантаження та здатності виконувати завдання, значущі для повсякденного життя.

Прогалина між «незалежною ходьбою» та якістю життя. Досягнення незалежної ходьби традиційно вважається одним із ключових результатів реабілітації після ампутації нижньої кінцівки. Проте в контексті остеоінтегративного протезування цей показник не має бути кінцевою межею функціонального відновлення. Скопінг-огляд 2025 року, який охопив 35 досліджень, засвідчив недостатнє висвітлення функціональних можливостей пацієнтів за межами самостійного пересування [2]. Незалежна ходьба відображає базову мобільність, але не характеризує витривалість, здатність долати перешкоди, змінювати швидкість і напрямок руху, пересуватися нерівною поверхнею чи виконувати складні побутові та професійні завдання.

Для фізичного терапевта це означає перехід від вузького розуміння функціонального успіху як здатності ходити до комплексної оцінки рухової спроможності та участі людини в повсякденному житті. Після досягнення безпечної ходьби реабілітація має поступово включати розвиток динамічної рівноваги, координації, швидко-силових якостей, витривалості та адаптації рухів до різних умов середовища. Важливими є функціональні завдання, зокрема подолання сходів і нерівних поверхонь, зміна напрямку руху, підйом із підлоги та перенесення предметів.

Водночас функціональна оптимізація повинна відповідати індивідуальним потребам і цілям людини: для одного пацієнта пріоритетом є самостійність у побуті, для іншого – повернення до професійної діяльності, спорту або фізично складних завдань. Тому результати фізичної терапії доцільно оцінювати не лише за показниками мобільності, а й за рівнем фізичної активності, суб'єктивним сприйняттям функціональних можливостей, задоволеністю протезом та якістю життя.

Отже, сучасна реабілітація після остеоінтегративного протезування має бути спрямована від відновлення базової мобільності до розширення функціональних можливостей та участі людини в побутовому, соціальному й професійному середовищі. Недостатня вивченість цих аспектів, на яку вказує скопінг-огляд 2025 року,

підкреслює потребу в подальших дослідженнях ефективності реабілітаційних втручань за межами базових показників мобільності [2].

Специфічні виклики для фізичної терапії

Робота з м'якими тканинами: ризик, який не зникає. Транскутанний компонент імпланта створює постійне відкрите сполучення між зовнішнім середовищем і кісткою. Це означає, що інфекції м'яких тканин навколо abutment є одним із найчастіших ускладнень [3]. Фізичний терапевт має бути навчений розпізнавати ранні ознаки запалення та адаптувати навантаження відповідно. Крім того, стан м'яких тканин (рубці, спайки, зниження еластичності) може обмежувати обсяг рухів у кульшовому суглобі та впливати на ходу.

Сенсорна депривація та пропріоцепція. Хоча ОІ забезпечує осьове навантаження через кістку (що саме по собі дає певний пропріоцептивний сигнал), пацієнт все одно втрачає шкірно-м'язову аферентацію від кукси, яка була присутня при шахтному протезуванні [3]. Це ставить перед фізичним терапевтом завдання компенсаторного тренування пропріоцепції через інші канали: зорові, вестибулярні, а також через свідоме фокусування на відчуттях від навантаження в імпланті.

Психологічний вимір: «протез як частина мене». Якісне дослідження Lundberg et al. [6] показало, що пацієнти з ОІ часто описують протез як «частину себе», на відміну від шахтного протеза, який сприймається як зовнішній інструмент. Це має практичні наслідки: пацієнт може бути більш мотивованим до реабілітації, але водночас більш вразливим до психологічних наслідків ускладнень (сприйняття імпланта як «чужорідного тіла», страх втрати). Фізичний терапевт має враховувати цей вимір у комунікації та плануванні цілей.

Шляхи оптимізації рухової функції: що можна зробити вже зараз

Цілеспрямованість замість стандартизації. Протокол Reeves та колег демонструє цінність цілеспрямованого підходу: кожне реабілітаційне заняття мало конкретну функціональну мету, а прогрес оцінювався за об'єктивними показниками [1]. Це відрізняється від суто «часового» підходу (наприклад, «6 тижнів – почати ходити»), який може не враховувати індивідуальну варіабельність.

Використання технологій для об'єктивізації. Скопінг-огляд рекомендує впровадження трекерів мобільності для об'єктивного розуміння використання протеза та реальної рухової активності [2]. Це дозволило б фізичному терапевту отримувати дані про те, як пацієнт ходить поза клінікою, і коригувати програму відповідно до реальних потреб, а не лише лабораторних показників.

Тренування за межами «просто ходи». Виходячи з виявлених прогалин, програма реабілітації має включати: тренування на нерівних поверхнях (трава, ґравій, сходи) для підготовки до реального середовища; вправи на швидкість та спритність після досягнення базової стабільності; функціональні завдання (підйом з підлоги, перенесення вантажів) для повернення до повсякденної активності

Висновки. Остеоінтегративне протезування створює принципово новий контекст для фізичної терапії. Замість адаптації до шахти пацієнт вчиться довіряти імпланту та дозувати навантаження, яке передається безпосередньо в кістку. Це вимагає від фізичного терапевта не лише технічних навичок, а й глибокого розуміння біомеханіки остеоінтеграції, пильності щодо ускладнень та готовності до індивідуалізації протоколу.

Наявна доказова база підтверджує, що ОІ дозволяє досягти покращень у мобільності, але довгострокові результати, оптимальні протоколи та стратегії подолання ускладнень залишаються недостатньо вивченими. Для фізичної терапії це означає подвійне завдання: застосовувати найкращі наявні практики вже сьогодні та активно долучатися до досліджень, які формуватимуть стандарти завтра.

Література

1. Reeves K, Han S, Cao M, Doherty DB, Haney L, Mintah FK, Vanodia VP. A goal-directed rehabilitation protocol for people with transfemoral amputation receiving osseointegration prostheses. PM R. 2025 Sep;17(9):1026-1033. doi: 10.1002/pmjr.13385. Epub 2025 May 5. PMID: 40323163.
2. Grunfeld M, Reif TJ, Rozbruch SR, Hoellwarth JS. Lower Extremity Osseointegration Postoperative Rehabilitation Protocols: A Scoping Review. Phys Ther. 2025 Jan 8;105(1):pzae139. doi: 10.1093/ptj/pzae139.
3. Gunn R, Langley CB. Transfemoral Osseointegration-a self-case study and physiotherapy assessment. Prosthet Orthot Int. 2022 Apr 1;46(2):187-190. doi: 10.1097/PXR.000000000000055. PMID: 35412525.
4. Vertriest S, Pather S, Sondergeld P, Ramis MA, Frossard L. Rehabilitation programs after the implantation of transfemoral osseointegrated fixations for bone-anchored prostheses: a systematic review protocol. JBI Database System Rev Implement Rep. 2017 Mar;15(3):607-619. doi: 10.1112/JBISRIR-2016-003023. PMID: 28267022.
5. Sullivan J, Uden M, Robinson KP, Sooriakumaran S. Rehabilitation of the trans-femoral amputee with an osseointegrated prosthesis: the United Kingdom experience. Prosthet Orthot Int. 2003 Aug;27(2):114-20. doi: 10.1080/03093640308726667. PMID: 14571941.
6. Lundberg M, Hagberg K, Bullington J. My prosthesis as a part of me: a qualitative analysis of living with an osseointegrated prosthetic limb. Prosthet Orthot Int 2011; 35: 207–214.

МЕДИКО-ПСИХОЛОГІЧНИЙ СУПРОВІД ПАЦІЄНТІВ У ПРОЦЕСІ ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПІСЛЯ АМПУТАЦІЇ КІНЦІВКИ

Заверуха О. Я.

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Ключові слова: ампутація кінцівки, медична психологія, психологічна адаптація, фізична реабілітація, протезування, психоемоційний стан, образ тіла, якість життя.

Ампутація кінцівки є не лише суттєвою зміною фізичного функціонування людини, а й складною життєвою подією, що потребує перебудови усталеного способу життя, уявлень про власне тіло, рівень автономності, соціальні та професійні ролі. Особливого значення ця проблематика набуває у процесі реабілітації осіб із травматичними ампутаціями, оскільки фізична травма може поєднуватися з психотравмувальними обставинами її отримання. Сучасні дослідження засвідчують, що психологічна адаптація після ампутації є багатокомпонентним процесом, пов'язаним із тривожними та депресивними проявами, ставленням до зміненого образу тіла, рівнем соціальної підтримки, прийняттям ампутації, мотивацією до реабілітації та якістю взаємодії з фахівцями реабілітаційної команди [1].

Мета роботи – теоретично обґрунтувати значення медико-психологічного супроводу пацієнтів після ампутації кінцівки та визначити його основні завдання на різних етапах фізичної реабілітації і протезування.

Методи дослідження: теоретичний аналіз, порівняння, узагальнення та систематизація результатів сучасних наукових досліджень і клінічних рекомендацій 2023–2026 років, присвячених психологічній адаптації, психічному здоров'ю, протезуванню та реабілітації осіб після ампутації кінцівок. Необхідність інтеграції психологічної складової у реабілітаційний процес підтверджується даними сучасних досліджень. За результатами систематичного огляду та метааналізу С.Сінгха та співавт., що охопив 61 дослідження і 9852 особи після ампутації, узагальнена поширеність депресії або клінічно значущих депресивних симптомів становила 33,85 %. Серед чинників, пов'язаних із вищою вираженістю депресивної симптоматики, автори визначають обмеження активності, порушення образу тіла, соціальний дискомфорт, відчуття вразливості та унікальні копінг-стратегії. Водночас соціальна підтримка й активні

способи подолання труднощів розглядаються як протективні чинники [2]. Отже, оцінювання результативності реабілітації лише за соматичними та функціональними показниками не дає змоги повною мірою охарактеризувати процес відновлення пацієнта.

Особливе місце в психологічній адаптації займає формування нового образу тіла. Втрата кінцівки змінює не лише зовнішність, а й тілесну схему, переживання власної цілісності, впевненість у соціальній взаємодії та сприйняття власних фізичних можливостей. У сучасному огляді К.Нугента та співавт. встановлено, що особи із втратою нижньої кінцівки загалом характеризуються більш негативним сприйняттям образу тіла порівняно з іншими групами, а його трансформація відбувається не лише безпосередньо після ампутації, але й під час протезної реабілітації та повернення людини до життя у громаді [3]. Це обґрунтовує необхідність не одноразової, а динамічної оцінки психологічного стану на різних етапах відновлення.

Не менш важливим чинником є суб'єктивне ставлення пацієнта до протеза. Протезування не можна розглядати виключно як технічне відновлення втраченої функції. Протез поступово інтегрується у систему рухової активності та водночас у психологічне сприйняття власного тіла. Результати досліджень демонструють взаємозв'язки між задоволеністю протезом, рівнем тривоги й депресивної симптоматики, особливостями образу тіла та якістю життя [4]. Відповідно, психологічна готовність до протезування має передбачати формування реалістичних очікувань щодо можливостей протеза, усвідомлення тривалості процесу адаптації, прийняття необхідності систематичних тренувань та активної участі самого пацієнта в реабілітаційному процесі.

Психологічний стан людини після ампутації доцільно розглядати в тісному взаємозв'язку з больовими переживаннями. Фантомний і резидуальний біль здатні впливати на активність, сон, емоційний стан, використання протеза та суб'єктивну якість життя. Водночас сучасний систематичний огляд реабілітаційних втручань при фантомному болю демонструє неоднорідність результатів і низьку визначеність доказів щодо їх впливу на функціонування та якість життя [5]. Це свідчить про доцільність комплексного підходу, за якого оцінюється не лише інтенсивність болю, а також його емоційний зміст, поведінкові реакції, рівень катастрофізації, способи подолання та вплив больового синдрому на повсякденне функціонування людини.

Особливу групу становлять військовослужбовці, які втратили кінцівку внаслідок бойової травми. На відміну від планової ампутації,

травматична втрата кінцівки може бути складовою ширшого психотравмувального досвіду. Систематичний огляд К.Д.Мюррея, Г.Гавліна і В.Молінью показав, що психологічний досвід військових після ампутації пов'язаний із необхідністю одночасної фізичної та психологічної перебудови, впливом військової культури, міжособистісних відносин, соціального сприйняття та переходу до цивільного життя. Автори наголошують на необхідності раннього виявлення осіб із ризиком несприятливої адаптації, психологічної підтримки та розвитку програм взаємодопомоги за принципом «рівний – рівному» [6].

Отже, медико-психологічний супровід доцільно здійснювати не як окремий епізод психологічної допомоги, а як наскрізний компонент реабілітаційного маршруту пацієнта. Такий підхід відповідає сучасним клінічним рекомендаціям VA/DoD щодо реабілітації осіб після ампутації нижньої кінцівки. У них наголошується на необхідності періодично оцінювати поведінкове здоров'я та психосоціальне функціонування на всіх етапах допомоги й інтегрувати відповідні втручання у звичайний процес реабілітації. Окремої уваги потребують ризики депресії, посттравматичного стресового розладу, суїцидальної поведінки та розладів, пов'язаних із вживанням психоактивних речовин [7].

З огляду на зазначене можна виділити кілька взаємопов'язаних завдань медико-психологічного супроводу. На ранньому післяампутаційному етапі пріоритетними є встановлення психологічного контакту, оцінювання актуального емоційного стану, виявлення чинників ризику дезадаптації, психоедукація та підтримка конструктивних способів подолання стресу. На допротезному етапі важливими стають робота з прийняттям тілесних змін, формування реалістичних очікувань від протезування, підтримка мотивації до фізичної терапії та узгодження особистісно значущих реабілітаційних цілей. Під час освоєння протеза психологічний супровід має сприяти підтриманню самоефективності, толерантності до тимчасових труднощів, конструктивному ставленню до невдач і поступовому відновленню автономності. На довготривалому етапі важливими є соціальна реінтеграція, повернення до сімейних, професійних та інших значущих ролей, підтримання соціальних контактів і формування нового життєвого досвіду з урахуванням змінених фізичних можливостей.

Водночас медико-психологічна компетентність має значення не лише для психолога, а й для інших членів мультидисциплінарної реабілітаційної команди. Фізичний терапевт має тривалий і систематичний контакт із пацієнтом, спостерігає його реакцію на

навантаження, успіхи й невдачі та може одним із перших помітити зниження мотивації, уникнення активності, надмірну тривожність, емоційне виснаження чи інші зміни, які ускладнюють реабілітацію. Його завданням не є здійснення психологічної діагностики або психотерапії поза межами професійної компетентності, однак навички терапевтичної комунікації, мотиваційної підтримки, спільного формулювання цілей і своєчасного скерування до психолога або психіатра є важливими складовими пацієнт-центрованої реабілітації. Актуальні клінічні рекомендації також розглядають допомогу після ампутації як міждисциплінарний процес із включенням фахівців фізичної терапії та поведінкового/психічного здоров'я [7; 8].

Для систематизації психологічної оцінки можуть застосовуватися як загальноклінічні валідизовані методики скринінгу депресивних, тривожних та посттравматичних симптомів, так і спеціалізовані інструменти, орієнтовані на досвід ампутації та використання протеза. Зокрема, систематичний огляд Г.К.В.Піреса та співавт. серед найбільш уживаних спеціалізованих інструментів визначає *Trinity Amputation and Prosthesis Experience Scale* (TAPES) та *Prosthesis Evaluation Questionnaire* (PEQ) [9]. Використання стандартизованих методів дає змогу оцінювати не лише функціональні результати, а й психологічну адаптацію, задоволеність протезом та суб'єктивний досвід пацієнта.

Таким чином, оптимальна модель допомоги після ампутації повинна ґрунтуватися на біопсихосоціальному та пацієнт-центрованому підходах. Функціональний результат фізичної реабілітації залежить не тільки від стану кукси, м'язової сили, рівноваги, мобільності чи технічних характеристик протеза. Значущими є також готовність людини до активного відновлення, ставлення до власного тіла, переживання втрати, рівень соціальної підтримки, психічний стан, характер взаємодії з реабілітаційною командою та можливість повернення до значущих видів діяльності. Сучасні дані підтверджують необхідність розширення оцінювання результатів реабілітації за межі суто фізичного функціонування та включення показників психічного здоров'я, емоційного й соціального функціонування та якості життя.

Висновки. Медико-психологічний супровід пацієнтів після ампутації кінцівки доцільно розглядати як невід'ємну складову комплексної фізичної реабілітації, що має здійснюватися від раннього післяампутаційного періоду до етапу соціальної реінтеграції. Його основними напрямками є своєчасне виявлення ризиків психологічної дезадаптації, підтримка процесу прийняття тілесних змін, формування

реалістичних очікувань щодо протезування, підтримання мотивації та самоефективності, сприяння адаптивним копінг-стратегіям, робота з психологічними аспектами болю та залучення ресурсів сімейної і соціальної підтримки. Реалізація такого підходу потребує міждисциплінарної взаємодії психолога, лікаря, фізичного терапевта, ерготерапевта, протезиста та інших фахівців реабілітаційної команди, а також дотримання меж професійної компетентності кожного з них.

Література

1. Calabrese L., Maffoni M., Torlaschi V. What Is Hidden behind Amputation? Quanti-Qualitative Systematic Review on Psychological Adjustment and Quality of Life in Lower Limb Amputees for Non-Traumatic Reasons. *Healthcare*. 2023. Vol. 11, No. 11. Art. 1661. DOI: 10.3390/healthcare11111661.
2. Singh S., Saini R., Mathur R., Sarkar S., Sagar R. The prevalence of depression in people following limb amputation: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Psychosomatic Research*. 2024. Vol. 181. Art. 111677. DOI: 10.1016/j.jpsychores.2024.111677.
3. Nugent K., Joshi A., Viana R., Payne M. W., Unger J., Hunter S. W. How has body image been evaluated among people with lower limb loss? A scoping review. *Disability and Rehabilitation*. 2025. Vol. 47, No. 1. P. 33–46. DOI: 10.1080/09638288.2024.2335646.
4. Unal Z. K., Cankurtaran D., Akyuz E. U. Evaluation of Prosthesis Satisfaction, Psychological Status, and Quality of Life in Lower-Extremity Amputee Patients: A Pilot Study. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2024. Vol. 114, No. 2. Art. 22154. DOI: 10.7547/22-154.
5. Gane E., Petersen P., Killalea T., Glavinovic P., Nash I., Batten H. The effect of rehabilitation therapies on quality of life and function in individuals with phantom limb pain after lower-limb amputation: A systematic review. *Prosthetics and Orthotics International*. 2024. Vol. 48, No. 4. P. 431–440. DOI: 10.1097/PXR.0000000000000288.
6. Murray C. D., Havlin H., Molyneaux V. Considering the psychological experience of amputation and rehabilitation for military veterans: a systematic review and metanalysis of qualitative research. *Disability and Rehabilitation*. 2024. Vol. 46, No. 6. P. 1053–1072. DOI: 10.1080/09638288.2023.2182915.
7. Department of Veterans Affairs, Department of Defense. *VA/DoD Clinical Practice Guideline for Rehabilitation of Individuals with Lower Limb Amputation*. Version 3.0. Washington, DC, 2024.
8. Speckman R. A. et al. Clinician's Guide to the 2024 VA/DoD Clinical Practice Guideline for the Rehabilitation of Individuals With Lower Limb Amputation. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2026. Vol. 105, No. 7. P. 637–648. DOI: 10.1097/PHM.00000000000002995.
9. Pires G. K. W., Luza L. P., Rudolpho S. M. S., Rodrigues P. L., Silva R. Instruments for evaluation of psychosocial adjustment to amputation, use and satisfaction with the prosthesis: a systematic review of literature. *Acta Fisiátrica*. 2023. Vol. 30, No. 1. P. 47–54. DOI: 10.11606/issn.2317-0190.v30i1a170876.

СТРІЛЬБА З ЛУКА ЯК МЕТОД РЕАБІЛІТАЦІЇ ПІСЛЯ АМПУТАЦІЇ ГОМІЛКИ: ПОВЕРНЕННЯ БАЛАНСУ, СИЛИ ТА ВПЕВНЕНOSTІ

Калиніченко О., Шевцов О.

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, Україна

Ключові слова: *стрільба з лука, ампутація нижньої кінцівки, реабілітація, оптимальні рухові навички, «паніка мішені».*

Ампутація нижньої кінцівки - це важка травма, яка кардинально змінює біомеханіку руху, сприйняття власного тіла та психологічний стан людини. Відновлення після транстибіальної ампутації (на рівні гомілки) вимагає не просто загоєння тканин та підбору протезу, а комплексного переналаштування всього організму.

У сучасній адаптивній медицині стрільбу з лука визнано одним із найефективніших інструментів реабілітації [4]. Цей олімпійський та паралімпійський вид спорту дозволяє вирішувати найскладніші завдання фізичного та ментального відновлення, дбайливо обминаючи обмеження які пов'язані з втратою кінцівки.

Метою представлених тез є аналіз факторів які позитивно впливають на реабілітацію осіб з ампутаціями гомілки. До факторів які пропонується проаналізувати відносяться: позитивний вплив на біомеханіку та на баланс, нейропсихологічний ефект: подолання фантомного болю, психологічна адаптація та «дофаміновий відгук», соціальна інтеграція: спорт рівних можливостей. Окрім цього метою тез є пояснення структури впливу проаналізованих факторів на відновлення пацієнтів та застереження щодо важливості формування оптимальних рухових навичок ще на етапі початкового навчання.

Для досягнення мети та вирішення завдань дослідження використано теоретичний – пошуково-бібліографічний метод та емпіричні медико-біологічні методи дослідження.

Аналіз факторів які позитивно впливають на реабілітацію осіб з ампутаціями гомілки

1. Фізична реабілітація: біомеханіка та баланс. Втрата гомілки кардинально зміщує центр ваги тіла. У процесі ходьби на протезі людині доводиться знову вчитися утримувати рівновагу. Виконання пострілу з лука вимагає ідеальної нерухомості під час виготовлення та

прицілювання. Тому заняття стрільбою з лука допомагають вирішувати проблеми реабілітації за рахунок наступних показників:

Тренування статичного балансу. Пацієнт змушений контролювати розподіл ваги між здоровою ногою та куксами (або протезом). Це стимулює пропріоцепцію - здатність мозку сприймати становище тіла у просторі [6, 7, 8].

Зміцнення м'язового корсету (кора). Утримання лука та натягування тятиви задіяють глибокі м'язи спини, преса, ромбоподібні та трапецієподібні м'язи. Міцний м'язовий корсет необхідний людям з ампутацією гомілки: він компенсує асиметрію ходи і розвантажує поперековий відділ, який часто страждає від хронічного болю.

Відсутність ударних навантажень. На відміну від бігу або ігрових видів спорту, стрільба з лука не створює ударних і різких навантажень, що тиснуть на ще не сформовану куксу. Це мінімізує ризик травматизації шкіри, натирання всередині приймальної гільзи протезу та запалення кісткових трабекул.

Гармонійний розвиток м'язів плечового пояса. На ранніх етапах, коли пацієнт багато пересувається на милицях або в кріслі-колясці, навантаження на руки зростає. Заняття стрільбою з лука допомагають зміцнити м'язи плечового поясу анатомічно правильно та запобігати м'язовим затисканням.

2. Нейропсихологічний ефект: подолання фантомного болю.

Одним із найпідступніших наслідків ампутації є фантомні болі. Мозок продовжує надсилати сигнали в неіснуючу частину кінцівки з наслідками відчуття печіння, судом або різкого білю.

Стрільба з лука потребує граничної ментальної концентрації. Під час наведення зброї на мету спортсмен контролює дихання, пульс, положення пальців, натяг тятиви та положення мушки відносно мети. Така тотальна сфокусованість створює в корі головного мозку нове потужне вогнище збудження. Мозок «перемикається» на виконання складної координаційної задачі, що за принципом зміни домінування тимчасово блокує помилкові болючі імпульси та знижує інтенсивність фантомного синдрому.

3. Психологічна адаптація та «дофаміновий відгук».

Втрата кінцівки часто супроводжується депресивними станами та почуттям безпорадності [3]. Стрільба з лука повертає людині відчуття контролю над своїм життям через контроль над зброєю.

Швидкий видимий результат. Влучання в ціль (навіть не в «десятку», а спочатку просто в щит) діє як миттєвий візуальний

зворотний зв'язок. Цей відчутний успіх провокує викид дофаміну - гормону радості та мотивації. Пацієнт бачить та робить висновок: "Мое тіло слухається мене, я можу керувати процесом".

Зниження рівня стресу. Необхідність уповільнювати дихання та стабілізувати пульс перед випуском стріли працює як сеанс глибокої медитації. Це знижує рівень тривожності та стабілізує нервову систему. Дослідження наших колег та наші особисті дослідження показують, що у лучників які опановую певний рівень майстерності під час виконання пострілу виникає зміна активності мозковою діяльності з домінуванням альфа ритму [1]. А як відомо, такі зміни є характерними для станів медитації.

4. Соціальна інтеграція: спорт рівних можливостей. Стрільба з лука – інклюзивний вид спорту. На одній лінії стрільби в клубі можуть стояти професійні атлети, аматори, здорові люди та люди з інвалідністю. Тут немає жорсткого поділу. Пацієнт після ампутації не почувається ізольованим у «лікарняних» умовах, він стає частиною спортивної спільноти, що прискорює його соціалізацію.

Етапи впровадження у програму реабілітації

Заняття адаптивною стрільбою з лука можна гнучко підлаштовувати під поточний стан пацієнта:

Допротезний етап (після загоєння швів та формування кукси). Тренування проходять у положенні сидячи на стільці або колясці. Використовуються легкі лука із мінімальним натягом. Мета - зміцнити спину та плечі, підняти тонус.

Етап первинного протезування. Стрільба ведеться стоячи з опорою на спеціальний високий стілець-упор або ходунки. Пацієнт вчиться переносити вагу на новий протез та утримувати баланс положення тіла у вертикальному положенні.

Етап пізньої реабілітації. Класична стрільба вже стоячи на обох ногах (на постійному протезі). Відпрацьовується ідеальна симетрія пози та силова витривалість.

Нижче представлена докладна структура впливу стрільби з лука на відновлення.

1. Фізична реабілітація та біомеханіка

Ампутація гомілки (транстибіальна) суттєво зміщує центр ваги тіла та змінює патерни розподілу ваги. Стрільба з лука поетапно вирішує ці проблеми:

Розвиток балансу та координації: при утриманні лука та прицілюванні критично важливо зберігати статичну рівновагу [2]. Це

стимулює пропріоцепцію (м'язове почуття) збереженої кінцівки та кукси, привчає пацієнта до правильного вагорозподілу як на протезі, так і без нього.

Зміцнення м'язів тулуба та спини: утримання тязиви вимагає активного залучення глибоких м'язів спини, преса, ромбоподібних та трапецієподібних м'язів. Міцний «корсет» розвантажує попереки, який у людей з ампутацією гомілки часто страждає від хронічних болів через асиметрію ходи.

Підготовка плечового поясу: на початкових етапах реабілітації, коли пацієнт активно пересувається на милицях або в кріслі-колясці, стрільба з лука допомагає гармонійно розвинути м'язи рук і плечей з одночасним уникненням їх перенапруги.

Відсутність ударних навантажень: на відміну від бігу або стрибків, цей спорт не створює жорстких вібрацій і навантажень, що тиснуть на ще не зміцнену куксу в приймальні гільзі протезу, знижуючи ризик травмування шкіри і кісткових тирсів.

2. Психологічне відновлення

Втрата кінцівки часто супроводжується реактивною депресією (до 50% випадків) та втратою контролю над тілом.

Антистрес-ефект та фокус: Необхідність контролювати дихання, пульс та момент випуску стріли стабілізує нервову систему, знижуючи рівень тривожності.

Подолання фантомного болю: Концентрація на дрібній моториці, прицілюванні та координації створює нові домінантні осередки збудження у корі головного мозку, що допомагає придушити помилкові сигнали болю з ампутованої частини.

Швидкий видимий прогрес: Влучання в ціль дає негайний позитивний дофаміновий відгук. Людина бачить результат своїх зусиль, що повертає впевненість у власних силах.

3. Соціальна інтеграція

Стрільба з лука унікальна тим, що на одному рубежі можуть тренуватися як абсолютно здорові спортсмени, так і люди з інвалідністю. Це стирає бар'єри та прискорює повернення людини до активного соціокультурного простору.

Формати занять в залежності від етапу реабілітації

Етап реабілітації	Формат тренувань стрільби з лука	Основна мета
Допротезний етап (Після загоєння швів)	Стрільба з положення сидючи на стільці або в колясці, використовуючи лука з малим натягом.	Зміцнення м'язів плечового пояса та спини, стабілізація постави.
Первинне протезування	Стрільба стоячи з опорою (або на спеціальному високому стільці/упорі).	Навчання перенесення ваги на протез, тренування вертикального балансу.
Пізня адаптація	Класична стрільба стоячи на обох ногах (на протезі).	Повна симетрія пози, підвищення силової витривалості.

Важливість формування оптимальних рухових навичок лучника ще на етапі початкового навчання стрільби з лука. Стрільба з лука це складно-координаційний вид спорту. Важливість формування оптимальних варіантів техніки виконання пострілу з лука, ще на етапі початкового навчання в цьому виді спорту заслуговує першочергової уваги. Пояснюється це тим, що з початком використання лучниками-спортсменами стилю стрільби способом візування виникла потреба подолання такого негативного явища як «паніка мішені» яке полягає в тому, що постріл відбувається ще до того, як лучник повністю зафіксує стійку та завершить прицілювання [2]. Виникнення цього явища у великій мірі залежить від того яка рухова навичка лучника буде формована під час початкового навчання. Вона може бути ефективною та не ефективною. До неефективної навички можна віднести таку, яка невдовзі може спровокувати виникнення негативного явища «паніка мішені» [5]. З метою запобігання цього, треба враховувати те, що помилки педагогічного плану, які зроблені під час виконання орієнтовно перших ста пострілів з лука, можуть завадити позитивному ефекту подальших занять стрільбою з лука. Для профілактики та корекції явища «паніка мішені» лучникам надаються настанови не виконувати постріл з намаганням утримуванням рук на одному місці після пострілу та не намагатись здійснювати випуск тятиви способом як змога швидшого напруження м'язів розгиначів пальців або способом максимально швидшого розслаблення м'язів згиначів. Окрім цього рекомендується опановувати використанням спеціальних технологічних прийомів, так званих «пристосувальних актів» до переліку яких можна віднести: дотримання умов виконання

елементу техніки «дотягування-розширення», навчання випуску тятиви способом «зрив», виконання фази «післядія» (продовжувати залишатись у позі виготовлення на протязі 1-2 сек. після пострілу) та навчання стрільби з пристроєм «клікер». Усі перераховані прийоми мають ознаки психологічного плану і опановувати їх варто комплексно із-за спільності завдань, що ставляться перед ними. Нехтування навчанням згаданих прийомів може спровокувати те, що рухові навички лучника сформується з помилками, стануть довічними (практично не зможуть піддаватися виправленню) і зроблять неперспективним навіть самого талановитого лучника - початківця! По мірі зростання майстерності згадані прийоми виконуються як стереотипні монолітні дії на повному автоматизмі. Рекомендується дотримуватись наступної послідовності навчання прийомам цієї групи:

- 1) навчання випуску тятиви способом «зрив»;
- 2) опанування прийомами «розширення» та «післядія»;
- 3) навчання стрільби з пристроєм «клікер».

Висновки. Стрільба з лука – це більше, ніж спорт. Це дбайлива та глибока терапія, яка допомагає людині після ампутації гомілки знову зібратись та повірити в себе: зміцнити м'язи, перемогти фантомний біль, повернути баланс і найголовніше - знайти тверду ментальну опору для нового, активного життя.

З метою отримання позитивного ефекту від занять стрільбою з лука рекомендується дотримуватись умов формування оптимальних рухових навичок лучника ще на етапі початкового навчання.

Список використаних джерел

1. Калиніченко О.М., Лопатєв А.О. Психофізіологічні особливості цільової точності під час виконання пострілу з сучасних стрілецьких видів зброї, [Теорія та методика фізичного виховання](#). 2010. № 2. С. 16-18, 35-42.
2. Луценко О.Л., Галазюк В.О. Особливості психологічного компонента в системі багаторічної підготовки зі стрільби з лука в різних країнах (огляд). Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Психологія», вип. 71. 2021. С. 65-80.
3. Суханов І. М., Панфілов Ю. І. Вплив спортивних занять (стрільба з лука та гольф) у поєднанні з когнітивно-поведінковою терапією на депресивні стани у військовослужбовців після травм та важких захворювань. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доп. 34-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2026, 13–16 травня 2026 р. / ред. Є. І. Сокол; уклад. Г. В. Лісачук; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т" та ін. Харків, 2026. С. 1393.

4. Ambusam Subramaniam, Fairus Fariza Zainudin and Mon Redee Sut Txi. Systematic Review of Exercise Interventions in Archery: Injury Management and Performance Outcomes, *Physical Education theory and Methodology*, 26(1), 63-78. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2026.1.06>
5. Kalynichenko, O. (2026). Ілюзія «релізу»: концептуальна модель формування рухової навички у стрільбі з лука. *Журнал теорії та методології навчання*, 7(2). С.62-68. DOI: <https://doi.org/10.17309/jltm.2026.7.2.01>
6. Chen CY, Wang WN, Lu MK, Yang YW, Yu T, Wu TN, Tsai CH. The Rehabilitative Effect of Archery Exercise Intervention in Patients with Parkinson's Disease. *Parkinsons Dis.* 2023 Jun 8; 2023:9175129. doi: 10.1155/2023/9175129. PMID: 37333719; PMCID: PMC10270763.
7. Gao X, Hong F, Hou J, Gao Y, Han Q and Li M (2026) Do archery athletes' hand dexterity, strength, and cognition exceed those of age-matched athletes and non-athletes? A cross-sectional study. *Front. Physiol.* 17:1880932. doi: 10.3389/fphys.2026.1880932
8. Jordre B, Schweinle W, Johnson M, OKief A, Pohlman I. Physical performance measures in competitive senior archers. *Innov Aging.* 2017 Jun 30;1(Suppl 1):231. doi: 10.1093/geroni/igx004.860. PMCID: PMC6242390.

РЕНТГЕНОМЕТРИЧНІ КРИТЕРІЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МОРФОТИПІВ КОЛІННОГО СУГЛОБА ПРИ ОСТЕОАРТРИТІ

Килимнюк Л. О.

ДУ «Національний інститут травматології та ортопедії Національної академії медичних наук України», м. Київ, Україна

Ключові слова: *остеоартрит колінного суглоба, морфотипи, рентгенометрія, дерево рішень, класифікація.*

Вступ. Однією з характерних особливостей остеоартриту колінного суглоба є виражена морфологічна неоднорідність, яку традиційні рентгенологічні класифікації відображають лише частково. Навіть за однакової стадії дегенеративного процесу колінні суглоби можуть суттєво відрізнятися за геометрією суглобових поверхонь та просторовими співвідношеннями кісткових структур. За результатами класифікаційного аналізу визначено чотири морфотипи колінного суглоба, які характеризуються відмінними рентгенометричними особливостями. Водночас складність процедури кластеризації обмежує можливості безпосереднього застосування цієї класифікації в клінічній практиці.

Мета – визначити основні рентгенометричні критерії та їх порогові значення для ідентифікації морфотипів колінного суглоба при медіальному остеоартриті за допомогою моделі класифікаційного дерева рішень.

Матеріали та методи. Проаналізовано рентгенографічні дані 100 випадків медіального остеоартриту колінного суглоба II–III стадії за Kellgren–Lawrence. Середній вік обстежених – $63,56 \pm 8,10$ років. Для аналізу використовували стандартні (короткі) рентгенограми колінних суглобів, виконані в прямій проєкції при опорному навантаженні нижніх кінцівок та в бічній проєкції при згинанні колінного суглоба до 30° . За результатами кластеризації ідентифіковано чотири морфотипи: I ($n=21$), II ($n=38$), III ($n=29$) та IV ($n=12$). Для класифікації морфотипів оцінювали три рентгенометричні показники фронтальної геометрії колінного суглоба: анатомічний медіальний проксимальний великогомілковий кут (aMPTA), анатомічний латеральний дистальний стегновий кут (aLDFA) та кут конвергенції суглобової щілини (JLCA). Рентгенометричні вимірювання незалежно виконували два дослідники. Міжекспертна узгодженість була високою ($ICC \geq 0,85$). Відносну важливість рентгенометричних показників та їх порогові значення

визначали за допомогою класифікаційного дерева рішень (CART). Якість моделі оцінювали за загальною точністю класифікації та коефіцієнтом Каппа (κ). Статистичний аналіз здійснювали в програмному середовищі R версії 4.5.3 (R Foundation for Statistical Computing, Відень, Австрія).

Результати. Встановлено статистично значущі відмінності досліджуваних рентгенометричних параметрів фронтальної геометрії колінного суглоба між морфотипами.

Середній аМРТА становив для морфотипу I – $79,57 \pm 2,50^\circ$, морфотипу II – $83,53 \pm 2,31^\circ$, морфотипу III – $85,83 \pm 2,16^\circ$ та морфотипу IV – $90,83 \pm 3,10^\circ$ ($p < 0,00001$).

Середній JLCA складав для морфотипу I – $5,57 \pm 1,27^\circ$, морфотипу II – $4,05 \pm 1,03^\circ$, морфотипу III – $3,74 \pm 1,27^\circ$ та морфотипу IV – $3,46 \pm 0,72^\circ$ ($p < 0,00001$).

Середній аLDFA становив $84,57 \pm 3,26^\circ$ для морфотипу I, $85,18 \pm 2,38^\circ$ – для морфотипу II, $83,24 \pm 2,27^\circ$ – для морфотипу III та $81,42 \pm 2,97^\circ$ – для морфотипу IV ($p = 0,0009$).

За результатами CART найбільшу відносну важливість визначено для показника аМРТА (60 %), тоді як для аLDFA та JLCA вона становила 23 % і 17 % відповідно.

Основними критеріями ідентифікації морфотипу I визначено поєднання аМРТА $< 82,5^\circ$ та JLCA $\geq 4,25^\circ$, при цьому частка правильно класифікованих випадків у відповідному термінальному вузлі становила 89,5 %. Морфотип II встановлювали за умов аМРТА $< 82,5^\circ$ та JLCA $< 4,25^\circ$ або $82,5^\circ \leq \text{аМРТА} < 86,5^\circ$ при аLDFA $\geq 83,5^\circ$ (88,0 %). Морфотип III ідентифікували за поєднанням $82,5^\circ \leq \text{аМРТА} < 87,5^\circ$ та аLDFA $< 83,5^\circ$ або $86,5^\circ \leq \text{аМРТА} < 87,5^\circ$ при аLDFA $\geq 83,5^\circ$ (70,4 %). Для морфотипу IV характерними критеріями визначено аМРТА $\geq 87,5^\circ$ та аLDFA $< 83,5^\circ$ (90,0 %). Загальна точність класифікації становила 80,0 % (95% CI 70,8–87,3 %), $\kappa = 0,719$.

Висновки. За результатами CART визначено основні рентгенометричні критерії та їх порогові значення для ідентифікації морфотипів колінного суглоба при медіальному остеоартриті. Найбільшу відносну важливість серед досліджуваних параметрів встановлено для аМРТА. Розроблена модель забезпечила загальну точність класифікації 80,0 % у досліджуваній вибірці. Запропоновані критерії формують передумови для стандартизації рентгенологічної ідентифікації морфотипів та подальшого розвитку персоналізованих підходів до планування хірургічного лікування остеоартриту.

АМПУТАЦІЯ В РАННЬОМУ ВІЦІ З ПОДАЛЬШИМ ПРОТЕЗУВАННЯМ У КОМПЛЕКСНІЙ РЕАБІЛІТАЦІЇ ДІТЕЙ З ТЯЖКИМ ВРОДЖЕНИМ НЕДОРОЗВИНЕННЯМ ГОМІЛКИ ТА СТОПИ: АНАЛІЗ КЛІНІЧНИХ ВИПАДКІВ

Корольков О.І.

КНП ЛОР «Клінічний центр дитячої медицини» СП лікарня «ОХМАТДИТ», Львів, Україна.

Ключові слова: *вроджене недорозвинення великогомілкової кістки; ампутація; протезування; реконструкція кінцівки; ортезування; функціональний результат; лікувальне навантаження; якість життя.*

Вступ. Тяжке вроджене недорозвинення великогомілкової кістки (ВНВГК) та стопи належить до найбільш складних вад розвитку нижньої кінцівки в дитячій ортопедії. Воно поєднує виражений дефіцит опорності, значне вкорочення сегмента, деформацію та нестабільність стопи, порушення анатомії колінного і гомілковостопного суглобів, а у найтяжчих випадках - повну відсутність великогомілкової кістки (ВГК). Важливими складовими патології є також аномалії розташування м'язів, сухожилків і зв'язок, фіброзно-рубцеві зміни м'яких тканин, недостатність або відсутність розгинального апарату колінного суглоба та різний ступінь недорозвинення елементів стопи. Сукупність цих порушень визначає не лише складність реконструктивного лікування, але й його тривалість, багатоетапність та значне психологічне навантаження на дитину і родину.

Основною клінічною дилемою при тяжких формах ВНВГК є вибір між багатоетапною реконструкцією зі збереженням кінцівки та ранньою ампутацією з подальшим протезуванням. Технічна можливість анатомічного збереження кінцівки не завжди означає отримання кращого функціонального результату. Тому при виборі тактики ключовим має бути не лише питання, чи можливо зберегти кінцівку, а чи вдасться сформувати безболісну, функціонально корисну та прийнятну для пацієнта кінцівку, яка у підлітковому та дорослому віці забезпечуватиме кращу мобільність і якість життя, ніж сучасне протезування.

Для оцінки тяжкості ВНВГК та вибору лікувальної тактики застосовують класифікації Jones, Kalamchi–Dawe, Weber і Paley. Класифікація Jones переважно ґрунтується на рентгенологічній оцінці ступеня розвитку ВГК. Kalamchi–Dawe додатково враховує функцію

чотириголового м'яза, ступінь згинальної контрактури, положення малогомілкової кістки та функціональний стан колінного суглоба. Weber дає змогу врахувати наявність хрящової закладки ВГК, а класифікація Paley найбільше орієнтована на вибір реконструктивної тактики, оскільки поєднує анатомічну характеристику дефіциту з оцінкою функціонального потенціалу коліна і розгинального апарату. Саме ці фактори мають принципове значення для прогнозу результату реконструкції.

Мета. Порівняти два клінічні випадки тяжкого вродженого недорозвинення гомілки та стопи: перший - багатоетапна реконструкцію зі збереженням кінцівки та другий - рання ампутація недорозвиненої частини кінцівки з подальшим протезуванням; оцінити їх віддалені результати за такими критеріями: функціональна спроможність, лікувальне навантаження, залишкове вкорочення кінцівки, обсяг рухів у суміжних суглобах, потреба в ортезуванні або протезуванні та задоволеність пацієнта і його родини результатом лікування.

Матеріали та методи. Проведено клінічний порівняльний аналіз двох дітей із тяжкими формами ВНВГК та стопи, які отримали принципово різні стратегії лікування. Оцінювання вихідної анатомії включало клінічне та рентгенологічне обстеження, а для уточнення функціонального потенціалу колінного суглоба та розгинального апарату враховували результати ультразвукового дослідження. Ваду класифікували за Jones, Kalamchi–Dawe, Weber та D.Paley. При виборі тактики враховували тип дефіциту за Paley, анатомічну можливість реконструкції, прогнозовану різницю довжини кінцівок, стан колінного і гомілковостопного суглобів, наявність опорної стопи, очікувану кількість хірургічних втручань, ризик розвинення рецидиву контрактур та деформацій, можливості сучасного протезування, налаштування батьків дитини на збереження кінцівки «будь-якою ціною» та психологічну «ціну» тривалого лікування.

У першому клінічному випадку реконструктивну органозберігаючу стратегію було обрано у дитини з повною аплазією ВГК при наявності стопи з усіма пальцями. Вада відповідала тяжкому типу за Jones і Kalamchi–Dawe, Weber VII та D.Paley 5A. Лікування розпочинали з консервативно-підготовчого етапу в перші місяці життя, спрямованого на зменшення згинальної контрактури у колінному суглобі, корекції деформації та вивиху стопи. З цією метою застосовували коригуючу гімнастику, масаж, етапні гіпсові шини і пов'язки, ортези з термопластика. У віці 9 місяців виконано перше

хірургічне втручання: центрація стопи на малогомілкову кістку (МГК) з моделювання дистального епіфізу МГК під форму суглобової поверхні таранної кістки, ахілопластика, капсулотомія та транссегментарна фіксація стопи шпичками. Наступним етапом хірургічного лікування у віці 1 рік 2 місяці було усунуто вивих гомілки у колінному суглобі з центрацією МГК в міжвиростковій ділянці стегнової кістки, подовженням згиначів коліна, задньою капсулотомією колінного суглоба, стабілізацією кінцівки шпичками транссегментарно та фіксацією в гіпсовій пов'язці на 2 місяці. У подальшому застосовували тривалу фіксацію у шарнірному замковому ортезі з компенсацією укорочення та постійну щоденну реабілітацію. Враховуючи суттєве вкорочення кінцівки за рахунок сегмента гомілки, з віку 3 років проводили етапні білокальні подовження за допомогою апарата зовнішньої фіксації (АЗФ) за системою «стегно-гомілка» для попередження розвитку підвивиху в колінному суглобі. Середній темп distraкції не перевищував 0,75 мм на добу. Протягом росту проведено три цикла подовження на АЗФ з постійним ортезуванням та реабілітацією. Через рецидив медіального підвивиху стопи та постійну схильність до розвитку комбінованої контрактури колінного суглоба, було проведено три «позачергові» хірургічні втручання, направлені на стабілізацію стопи та гомілки.

У другому клінічному випадку дитина мала тяжке недорозвинення гомілки та стопи з відсутністю дистальної частини ВГК, вираженою контрактуєю та дислокацією на рівні колінного і гомілковостопного суглобів, нецентрованим положенням МГК, значним вкороченням та грубою деформацією «некомплектної» стопи. За уточненою класифікаційною оцінкою ця вада відповідала D.Paley 4В. Водночас за даними ультразвукового дослідження надколінок і чотириголовий м'яз були збережені, клінічно дитина мала ефективний активний розгинальний механізм колінного суглоба. З огляду на несприятливий прогноз щодо формування повноцінної опорної стопи (двопала стопа з відсутністю більшої частини кісток середнього і переднього відділу та вираженим м'якотканинним дисбалансом), очікуване високе лікувальне навантаження у випадку виконання органозберігаючої реконструкції кінцівки (більше 10 втручань без гарантії на отримання повноцінної опори на стопу), було обрано варіант проведення ранньої ампутації у віці 1 року з формуванням функціонального сегмента для подальшого індивідуального протезування та ранньої активізації.

Результати. Віддалені результати двох стратегій істотно відрізнялися насамперед за лікувальним навантаженням, функціональною мобільністю та суб'єктивною задоволеністю. У пацієнтки після багатоетапної реконструкції до 17-річного віку було виконано 12 оперативних втручань, включно з декількома етапами реконструкції, повторними корекціями та подовженнями кінцівки. Незважаючи на збереження кінцівки (наявна 5-пала опорна стопа), у віддаленому періоді зберігалось вкорочення гомілки 6 см, виражена кульгавість, комбінована згинальна контрактура колінного суглоба (обсяг рухів по 0-прохідному методу становив 0/30/70) та анкілоз гомілковостопного суглоба. Пацієнтка постійно користувалася ортезом. Функціональні обмеження супроводжувалися труднощами під час повсякденної активності; описано падіння з переломом проксимальної третини мало-гомілкової кістки. Важливо, що у 17 років пацієнтка була виражено незадоволена зовнішнім виглядом і функцією кінцівки та сама наполягала на розгляді ампутації як подальшого варіанта лікування.

Отриманий результат демонструє характерне для тяжкої реконструкції накопичення лікувального навантаження протягом усього періоду росту. До нього належать багаторазові госпіталізації та операції, повторні подовження з тривалою фіксацією в АЗФ, постійне ортезування, ризик рецидивів деформацій і контрактур, необхідність безперервної реабілітації та невровазкулярні, больові й психологічні проблеми. Важливим є те, що навіть технічно успішні окремі етапи не гарантують формування функціонально повноцінної опорної кінцівки до завершення росту.

У пацієнта, якому було виконано ранню ампутацію з подальшим протезуванням, лікувальне навантаження було суттєво меншим: ампутація на рівні с/3-н/3 гомілки. Після підбору індивідуального протеза дитина добре адаптувалася до нього та досягла високого рівня рухової активності. У віддаленому спостереженні (через 5 років) дитина самостійно ходить, бігає, стрибає, займається гімнастикою та активно користується протезом у повсякденному житті. Панорамна рентгенографія кінцівки демонструє сформовану куксу ВГК та індивідуальний протез, який повністю компенсує необхідну довжину кінцівки. Загальна адаптація оцінена як дуже добра.

Порівняння за заздалегідь визначеними критеріями показало, що анатомічне збереження кінцівки не забезпечило кращого функціонального результату. Органозберігаюча реконструктивна стратегія дозволила зберегти власну кінцівку, проте супроводжувалася

12 операціями, декількома етапами подовження, постійним ортезуванням, значним залишковим вкороченням, обмеженням рухів, кульгавістю та вираженим незадоволенням пацієнтки. Рання ампутація, навпаки, забезпечила передбачувану можливість раннього протезування, активної ходи, бігу та стрибків при значно меншому психологічному навантаженні. Водночас протезування не є одноразовим лікуванням і передбачає постійне спостереження, регулярну заміну та адаптацію протеза відповідно до росту дитини, що також необхідно враховувати під час консультування сім'ї.

Отримані спостереження підкреслюють значення правильної оцінки функціонального потенціалу до початку лікування. При тяжкому дефіциті недостатньо оцінювати лише наявність кісткових сегментів - необхідно комплексно враховувати розгинальний механізм коліна, стабільність суглобів, можливість сформувати опорну стопу, прогнозовану різницю довжини кінцівок, кількість майбутніх операцій і подовжень, ризик повторних операцій через рецидив деформацій і контрактур, потребу в ортезуванні та психологічні наслідки багаторічного лікування. Особливого значення набуває участь родини, а з віком - і самої дитини у спільному прийнятті рішення. Вибір ранньої ампутації не повинен розглядатися як «відмова від лікування»; у певних анатомічних ситуаціях це може бути активна реконструктивно-реабілітаційна стратегія, орієнтована на досягнення максимальної мобільності та незалежності з перших самостійних кроків дитини.

Безпосереднє зіставлення двох стратегій за критеріями, визначеними метою роботи, дало змогу конкретизувати відмінності. За функціональним результатом раннє протезування забезпечило самостійну активну ходу, біг і стрибки, тоді як після тривалої реконструкції зберігалися виражена кульгавість та обмеження повсякденної активності. За лікувальним навантаженням рання ампутація потребувала одного основного хірургічного етапу, тоді як реконструктивний шлях до 17 років включав 12 операцій і декілька циклів подовження. За залишковою різницею довжини кінцівок при органозберігаючій стратегії, зберігалось близько 6 см укорочення, що вимагало компенсації ортезом; у випадку ампутації проблема різниці довжини вирішувалася конструкцією протеза. За станом суглобів у реконструйованій кінцівці сформувалися згинальна контрактура коліна та анкілоз гомілковостопного суглоба, тоді як при ранньому протезуванні ключовим було збереження функціонального колінного суглоба та розгинального апарату суглоба. За потребою у зовнішніх

засобах підтримки обидві стратегії передбачали їх використання, однак характер цієї залежності був різним: постійний ортез у реконструйованій кінцівці протиставлявся протезу, який забезпечував активну мобільність і міг адаптуватися до росту. Нарешті, за суб'єктивною оцінкою раннє протезування супроводжувалося доброю адаптацією, тоді як пацієнтка після багатоетапної реконструкції висловила виражене незадоволення станом своєї кінцівки та бажання провести її ампутацію. Таким чином, саме комплексна оцінка функції і лікувального навантаження, а не факт анатомічного збереження кінцівки, найкраще відображає клінічну цінність обраної стратегії.

Водночас наведені дані є аналізом двох контрастних клінічних випадків і не дають підстав для статистичного узагальнення переваги одного методу для всіх дітей із вродженою недостатністю великогомілкової кістки. Вони мають ілюстративне значення і демонструють необхідність індивідуалізованого вибору лікування. Багатоетапна реконструкція та збереження кінцівки може бути виправданою за наявності сприятливого функціонального потенціалу коліного суглоба, можливості сформувати стабільну опорну стопу та прийнятної прогнозованого лікувального навантаження. Натомість поєднання важкого дефіциту ВГК, грубої деформації або недорозвинення стопи, нестабільності суглобів, значного прогнозованого вкорочення та потреби у численних реконструкціях має змушувати розглядати ранню ампутацію і протезування як рівноправний або й навіть переважний варіант лікування.

Висновки

1. Тяжке вроджене недорозвинення великогомілкової кістки та стопи потребує індивідуалізованого вибору між ранньою ампутацією з протезуванням і багатоетапною реконструкцією; рішення повинно ґрунтуватися не лише на технічній можливості зберегти кінцівку, але й на прогнозі її довготривалої функції. У дітей рання ампутація з подальшим індивідуальним протезуванням може забезпечити передбачуваний функціональний результат, ранню активізацію, високу мобільність і добру адаптацію при відносно невеликому хірургічному навантаженні.

2. Багатоетапна органозберігаюча реконструктивна хірургічна тактика дозволяє анатомічно зберегти кінцівку, однак при тяжких варіантах вади може супроводжуватися значним сумарним лікувальним навантаженням, повторними подовженнями, залишковим вкороченням, контрактурами, обмеженням рухів, постійною потребою в ортезуванні та психологічним незадоволенням результатом.

3. До ключових критеріїв вибору тактики слід віднести тип вади за D.Paley, функцію розгинального апарату колінного суглоба, стабільність колінного та гомілковостопного суглобів, можливість сформувати функціональну опорну стопу, прогнозовану різницю довжини кінцівок, очікувану кількість втручань, можливості протезування та очікування дитини і родини.

4. Метою лікування має бути не збереження кінцівки будь-якою ціною, а досягнення найкращої можливої функції, мобільності, психологічного комфорту та якості життя дитини в довгостроковій перспективі.

РОЛЬ МУЛЬТИДИСЦИПЛІНАРНОЇ КОМАНДИ У ПІДГОТОВЦІ ПАЦІЄНТА ДО ПЕРВИННОГО ПРОТЕЗУВАННЯ

Лабінська Г.Б.

*Національний університет фізичного виховання і спорту України,
м.Київ, Україна*

*Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій імені С.З. Гжицького, м.Львів, Україна*

Ключові слова: мультидисциплінарна реабілітаційна команда, протезування, ампутація, фізична терапія.

Вступ. Втрата кінцівок внаслідок мінно-вибухових та вогнепальних уражень є однією з найбільших проблем сучасної медицини та реабілітації, що значно погіршує якість життя пацієнтів. Особи з ампутаціями кінцівок мають потребу у тривалій реабілітації різного обсягу та складності. Допротезний етап реабілітації є вирішальним періодом, від ефективності якого залежить якість подальшого протезування, швидкість адаптації пацієнта та запобігання вторинним ускладненням та дозволяє покращити рівні активності, участі та якості життя. Комплексний мультидисциплінарний підхід до реабілітації осіб з ампутацією кінцівок, який включає фізичну, медичну та психологічну реабілітацію, забезпечує її максимальну ефективність.

Мета. Метою даної роботи є аналіз методологічних підходів роботи мультидисциплінарної реабілітаційної команди (МДРК) у підготовці пацієнтів із бойовими ампутаціями кінцівок до первинного протезування.

Матеріали та методи: аналіз, синтез та узагальнення науково-методичної літератури з питань мультидисциплінарного підходу у реабілітації пацієнтів з ампутаціями кінцівок на етапі підготовки пацієнта до первинного протезування.

Результати. Відповідно до чинного законодавства України система реабілітації ґрунтується на біопсихосоціальній моделі обмеження повсякденного функціонування. Суть біопсихосоціальної моделі в тому, що вона потребує комплексного підходу та мультидисциплінарної команди фахівців. МДРК працює саме в межах біопсихосоціального підходу, де в центрі уваги є не діагноз і не захворювання, а людина та її шлях до відновлення. Найважливішою метою реабілітації людини з ампутацією кінцівки є відновлення

максимальної функціональної незалежності в повсякденній діяльності, формування навичок ефективного та безпечного пересування, самообслуговування, адаптації до побутових та соціальних умов. Допротезний період - це час, коли пацієнт уперше стикається з новою реальністю та зміною свого тіла. Цей період є фундаментом, на якому будується відновлення рухливості, профілактика ускладнень та психологічна адаптація.

Серед методологічних підходів роботи МДРК у підготовці пацієнтів із бойовими ампутаціями кінцівок до первинного протезування слід розглядати впровадження Міжнародної класифікації функціонування, обмежень життєдіяльності та здоров'я (МКФ) як уніфікованого інструменту оцінювання функціонального стану осіб з ампутаціями кінцівок та формування SMART-цілей. Відповідно до Стандарту реабілітаційної допомоги «Надання реабілітаційної допомоги при ампутації кінцівки у дорослих і дітей» фахівцям з реабілітації слід використовувати пацієнтоцентричний підхід при наданні реабілітаційної допомоги, який базується на індивідуальних потребах, характеристиках та уподобаннях пацієнта. Завдяки побудові цілей реабілітації на основі особистих потреб і прагнень пацієнта, залученості пацієнта до обговорення індивідуального реабілітаційного плану підвищується його мотивація, зміцнюється довіра до медичного персоналу та підвищується комплаєнс.

Мультидисциплінарний підхід є основою ефективної реабілітації, який об'єднує заходи медичної, фізичної та психологічної реабілітації. До складу мультидисциплінарної реабілітаційної команди входять спеціалісти, що надають реабілітаційні послуги: лікар фізичної та реабілітаційної медицини, фізичний терапевт, ерготерапевт, психолог, протезист-ортезист. На зустрічах МДРК регулярно спільно обговорюється динаміка пацієнта за участю всіх фахівців та формується єдина мета, завдання та цілі на реабілітаційний цикл для конкретного пацієнта. Індивідуальний реабілітаційний план розробляється мультидисциплінарною реабілітаційною командою після обстеження пацієнта та враховує всі наявні порушення, потреби пацієнта, обмеження функціонування. Систематичне обговорення клінічних випадків на мультидисциплінарних командних зустрічах скорочує тривалість підготовчого етапу до первинного протезування.

Навчання пацієнта після ампутації є фундаментальним терапевтичним інструментом, який визначає успіх усієї реабілітації. Від того, наскільки добре пацієнт засвоїв нові навички, залежить його

безпека, темпи повернення до активного життя та запобігання ускладненням. Використання в реабілітаційному процесі методик, стандартів, тестувань та шкал, які мають доведену наукову ефективність, дозволяє реалізовувати на практиці доказовий підхід в реабілітації пацієнтів з ампутаціями кінцівок.

Ключовими завдання МДРК у допротезному періоді є формування та догляд за куксою, компресійна терапія, профілактика контрактур у суміжних суглобах (кульшовому та колінному), контроль та корекція фантомного болю, профілактика падінь і розвиток навичок безпечного пересування з використанням милиць або крісла колісного, адаптації до побутової незалежності, подолання депресивних станів та формування готовності до освоєння протеза.

Висновки: Мультидисциплінарна реабілітаційна команда є основою ефективної підготовки пацієнта до первинного протезування, забезпечуючи цілісний та індивідуалізований підхід. Стандартизація дій усіх членів МДРК із використанням категорії МКФ дозволяє оптимізувати терміни готовності пацієнта до первинного протезування та мінімізувати ризики виникнення ускладнень.

ПРЯМІ НЕЙРОННІ ІНТЕРФЕЙСИ У ВІДНОВЛЕННІ ФУНКЦІЇ КІНЦІВКИ: СУБЕПІНЕВРАЛЬНА РЕЄСТРАЦІЯ АКТИВНОСТІ НЕРВІВ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ БІОНІЧНИМИ ПРОТЕЗАМИ

Посохов М Ф., Полях І.О., Овчаренко Н.М., Шатілло А.В.

*ДУ «Інститут неврології, психіатрії та наркології ім. П. В. Волошина
НАМН України», м. Харків, Україна*

Ключові слова: *Біонічне протезування, нейроінтерфейси, інтерфейси
периферичних нервів, двонаправлені нейроінтерфейси.*

Вступ. Сучасне біонічне протезування кінцівок суттєво обмежене недоліками традиційного міоелектричного керування, яке спирається на поверхневу електроміографію збережених м'язів. Основними проблемами міоелектричних систем є обмежена кількість незалежних сигналів управління, відсутність природного сенсорного зворотного зв'язку, нестабільність відведення сигналу та залежність від стану кукси. Альтернативним і більш перспективним шляхом є створення прямих периферичних нейронних інтерфейсів, що зчитують моторні команди безпосередньо з ушкоджених периферичних нервів людини.

Мета: оцінити можливість, безпечність та електрофізіологічну інформативність прямої реєстрації біоелектричної активності травмованих периферичних нервів людини за допомогою тимчасово імплантованих субепіневральних електродів під час виконання реальних та уявних рухів.

Матеріали та методи. Дослідження схвалено комісією з біоетики ДУ «ІНПН НАМН України». Досліджено 9 дорослих пацієнтів із травматичними ушкодженнями периферичних нервів та ампутаціями кінцівок. Під час хірургічного втручання під прямим візуальним контролем під епіневрій нерва імплантували дві пари платино-іридієвих мікроелектродів (діаметром 0,01 мм) із міжелектродною відстанню 1,0-2,0 см, які фіксували шовним матеріалом поліглактином 8-0.

Записи проводили протягом 3-5 післяопераційних днів у пацієнтів із виведенням провідників через хірургічну рану. Електроди видаляли шляхом плавної тракції після завершення серії досліджень. Оцифрування здійснювали із частотою дискретизації 8000 Гц або 11 025 Гц за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Протокол включав реєстрацію спонтанної активності, рухів збереженої кінцівки, уявних рухів у випадку ампутації (із синхронізацією за

візуальними стимулами), а також пілотну електростимуляцію (частота 1-15 Гц, сила струму 0,1-2,0 мА тривалістю 5-20 хв).

Результати. Сформовано стандартизований набір даних із 46 двоканальних записів нервового сигналу. Процедура субепіневральної реєстрації продемонструвала високу електрофізіологічну чутливість: виявлено чітку диференціацію імпульсації під час виконання довільних рухів та їх уявлення. Синхронізована фіксація міток візуальних стимулів дозволила встановити часовий зв'язок між подачею команди та зміною нейронного відгуку.

Процедура тимчасової імплантації та видалення електродів шляхом тракції була безпечною та не супроводжувалася неврологічними ускладненнями чи додатковим травмуванням нерва. Пілотна електростимуляція через ті ж субепіневральні електроди викликала у пацієнтів чіткі, суб'єктивно приємні сенсорні відчуття у проєкційній зоні, що підтверджує потенціал даної конфігурації для побудови двонаправлених інтерфейсів (зчитування моторних команд + передача сенсорного фідбеку). Отриманий набір даних стандартизовано у форматі HDF5 із повними технічними метаданими для відкритого використання.

Висновки. Тимчасова субепіневральна реєстрація активності периферичних нервів людини є безпечним і високоефективним методом прямого отримання нейронних команд для управління біонічними протезами. Сигнали, що зафіксовані під час виконання реальних та уявних рухів у пацієнтів із травматичними ушкодженнями та ампутаціями кінцівок, містять інформативний нейронний відгук, достатній для подальшої розробки й оптимізації алгоритмів декодування рухових намірів. Водночас можливість поєднання субепіневрального зчитування моторних сигналів із піотною сенсорною електростимуляцією через ті ж самі імплантовані електроди відкриває перспективні шляхи до створення повноцінних двонаправлених біонічних систем відновлення втраченої функції кінцівки.

КОРЕКЦІЯ ХОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЙНОЇ ДОРІЖКИ У ПАЦІЄНТА ПІСЛЯ АМПУТАЦІЇ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ

Притула Н.Ю., Гращенкова Т.М., Задорожній Д.С., Случак Ю.М.

*ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І.Ситенка
НАМН України»*

Ключові слова: ампутація нижніх кінцівок, реабілітація, реабілітаційна доріжка

Вступ. Ампутація нижньої кінцівки супроводжується суттєвою зміною стереотипу ходьби, порушенням перекату протезної стопи, сенсорного зворотного зв'язку та навичок орієнтації у просторі. В свою чергу, наявні порушення можуть призводити до довгострокових ускладнень з боку опорно-рухової системи, що значно впливає на функцію та якість життя пацієнта. В процесі протезування тренування на біговій доріжці, зокрема у поєднанні з тренуванням ходьби на поверхні зі зворотнім зв'язком, може бути ефективним компонентом реабілітації [1]. Метааналіз, який охопив 15 рандомізованих досліджень [2], продемонстрував переваги спеціалізованих фізичних втручань у порівнянні зі стандартною реабілітацією при протезуванні щодо швидкості та дистанції ходи, хоча результати оцінювання рівноваги були неоднозначними. Систематичний огляд Edward Madou та співавторів підтверджує актуальність дослідження тренувальних втручань у післягострому та хронічному періодах після ампутації [3].

Об'єктивний аналіз корекції рухового стереотипу дозволяють сенсорні доріжки з реєстрацією параметрів кроку, фаз опори, плантарних сил та траєкторії центра тиску (COP). Індивідуально підібрані програми реабілітації з використанням спеціалізованих реабілітаційних доріжок можуть позитивно впливати на моторні функції осіб після ампутації, зокрема на рівновагу, ходьбу та використання протеза, однак оптимальні протоколи ще не стандартизовані [1].

Мета. Оцінити зміни біомеханічних параметрів ходи та функціональної мобільності пацієнта з ампутацією гомілки за результатами застосування спеціалізованої реабілітаційної доріжки у складі комплексної програми реабілітації.

Матеріали та методи. Проведено описовий аналіз клінічного випадку. Пацієнт П, 54 роки з післяампутаційним дефектом правої гомілки на рівні верхньої третини. Супутні діагнози: Наслідки ДТП

(19.12.2021). Перелом нижньої третини лівої стегнової кістки, що зрісся, стан після накісткового металоостеосинтезу (11.01.2023), змішана контрактура лівого колінного суглоба (відкритий перелом – 4 роки), стан після шкірної пластики по медіальній поверхні нижньої третини лівого стегна. Стан після оперативного втручання - артроскопічна артропластика лівого колінного суглоба, артроліз (21.07.2026). Порушення функції опори та ходьби обох нижніх кінцівок. Згідно протоколу реабілітаційного лікування було проведено: фізичні вправи (м'язи стабілізатори колінних суглобів, стабілізаторів вертикального положення тулуба); механотерапія для розробки рухів в колінних суглобів та зміцнення м'язів лівої нижньої кінцівки, навчання навичок, що стосуються переміщення, тренування на спеціалізованій реабілітаційній доріжці для відновлення стереотипу ходьби. Всього було проведено 10 реабілітаційних сеансів. Для порівняльної оцінки результатів використовували інструменти функціонального оцінювання: оцінка болі за шкалою ВАШ, 10 метровий тест ходи, тест «Встань та йди», шкала Бартел, опитувальник KOOS-12. Інструментальне дослідження ходьби проводилося на спеціалізованій реабілітаційній сенсорній доріжці. Аналізували довжину та ширину кроку, швидкість, темп, фази опору та переносу, COP, пікові сили та тиск у трьох зонах відбитка стопи. Величини наведено як показники конкретного пацієнта без статистичної перевірки.

Результати. За результатами порівняльного інструментального дослідження ходьби на спеціалізованій реабілітаційній доріжці встановлено позитивну динаміку просторово-часових характеристик ходьби та зміну механізму розподілу опорного навантаження між нижніми кінцівками.

Просторові параметри ходьби: порівняльний аналіз засвідчив збільшення довжини кроку обох нижніх кінцівок і подвійного кроку. Одночасно зменшилася асиметрія довжини кроку, що вказує на покращення просторової симетрії ходьби. Спостерігалось збільшення ширини бази опори, яке може відображати компенсаторну стратегію забезпечення стійкості під час пересування. Куткові характеристики положення стоп стали більш симетричними, що свідчить про зміну їхньої орієнтації відносно напрямку руху (таб. 1).

Часові характеристики ходьби: у заключному дослідженні зареєстровано збільшення швидкості пересування за одночасного зменшення частоти кроків і збільшення тривалості повного циклу ходьби. Це свідчить про зміну рухової стратегії, за якої збільшення швидкості

досягається переважно завдяки подовженню кроку. Зазначені зміни характеризують перебудову просторово-часової організації ходьби, однак не дозволяють самостійно оцінити її енергетичну економічність (таб. 2).

Таблиця 1

Параметри	Первинний аналіз	Заклучний аналіз	Динаміка
Довжина лівого кроку, см	36	48	+33,3%
Довжина правого кроку, см	33	46	+39,4
Довжина подвійного кроку, см	69	94	+36,2%
Ширина кроку, см	14	17	+21,4%
Розворот лівої стопи, °	-2,0	3,1	+5,1 ⁰
Розворот правої стопи, °	3,5	3,2	-0,4 ⁰

Таблиця 2

Параметри	Первинний аналіз	Заклучний аналіз	Динаміка
Час лівого кроку, с	1,11	1,17	+5,4%
Час правого кроку, с	0,94	1,22	+29,8%
Час подвійного кроку, с	2,05	2,39	+16,6%
Швидкість, км/год	1,2	1,4	+16,7%
Темп, крок/хв	59	50	-15,3%

Фазові характеристики циклу ходьби: первинне дослідження виявило виражену асиметрію тривалості опорної та переносної фаз між нижніми кінцівками. Під час заключного аналізу спостерігалось зближення показників тривалості опори, збільшення частки одноопорної фази лівої нижньої кінцівки та зменшення міжкінцівкової асиметрії. Одночасно скоротилася тривалість подвійної опори. Отримані результати узгоджуються з покращенням часової координації рухів і більш збалансованим чергуванням опорних фаз під час ходьби (таб. 3).

Показники коливання центра тиску (COP): встановлено збільшення довжини траєкторії переміщення центра тиску на обох нижніх кінцівках, особливо на стороні протезування. Графічне відображення траєкторій продемонструвало більш виражене переміщення центра тиску вздовж опорної поверхні стоп, що може означати більшу амплітуду постуральних коливань. Також зареєстровано збільшення тривалості перенесення навантаження від п'яtkового до переднього відділу. Це свідчить про зміну стратегії балансу та зміну послідовності навантаження опорних зон (таб. 4).

Таблиця 3

Параметри	Первинний аналіз	Заключний аналіз	Динаміка
Фаза опори, ліва, %	60,7	64,1	+3,4%
Фаза опори, права, %	71,0	65,3	-5,7%
Подвійна опора, %	32,1	29,4	-2,7%
Одноопорна фаза, ліва, %	28,6	34,8	+6,2%
Одноопорна фаза, права, %	39,3	36,1	-3,2%
Фаза переносу, ліва, %	39,3	36,1	-3,2%
Фаза переносу, права, %	29,0	34,6	+5,6%

Таблиця 4

Параметри	Первинний аналіз	Заключний аналіз	Динаміка
Площа еліпса COP, мм ²	17	40	+135,3%
Довжина траєкторії COP, мм	176	195	+10,8%
Середня швидкість COP, мм/с	18	20	+11,1%

Функціональні результати реабілітації: дані функціонального оцінювання підтверджують позитивну клінічну динаміку. За результатами встановлено збільшення швидкості самостійного пересування, скорочення часу виконання завдання, покращення функціонального стану колінного суглоба, зменшення інтенсивності больового синдрому. Також зафіксовано збільшення сили згиначів і розгиначів лівого колінного суглоба та покращення амплітуди рухів. Показник за шкалою Бартел залишився без змін, що свідчить про відсутність динаміки загальної повсякденної незалежності за цим інструментом (таб. 5)

Таблиця 5

Назва інструменту	Первинний аналіз	Заключний аналіз
ВАШ	7 б	6 б
Шкала Бартел	80 б	80 б
10 м тест ходьби	0,38 м/с	0,56 м/с
Тест «Встань та йди»	24 с	16 с
KOOS-12	35,4%	52,1%
Гоніометрія (лівий колінний суглоб)	0/5/35	0/0/47
ММТ (стабілізатори лівого колінного суглоба)	Згиначі 2/5 б; розгиначі 2/5 б	Згиначі 2/5 б; розгиначі 2/5 б

Висновки. У представленому клінічному випадку сукупність результатів інструментального та клінічного оцінювання свідчить про позитивні зміни функціональних можливостей пацієнта, насамперед щодо просторово-часової організації ходьби, симетрії опорних фаз і мобільності. Водночас, збільшення показників коливань центру тиску можуть бути несприятливим у пацієнта в довгостроковій перспективі. Інструментальний аналіз ходи дозволив кількісно визначити характер біомеханічної перебудови, а результати інструментів функціонального оцінювання підтвердили покращення мобільності. З огляду на одиничне спостереження та проведення тренування на спеціалізованій доріжці у складі комплексної реабілітаційної програми, встановлені зміни не можуть бути віднесені виключно до впливу цього методу. Необхідні подальші дослідження з розробкою протоколів тренування та контролем постуральної стійкості.

Література

1. Highsmith, M. J., Andrews, C. R., Millman, C., Fuller, A., Kahle, J. T., Klenow, T. D., Lewis, K. L., Bradley, R. C., & Orriola, J. J. (2016). Gait Training Interventions for Lower Extremity Amputees: *A Systematic Literature Review. Technology and innovation*, 18(2-3), 99–113. <https://doi.org/10.21300/18.2-3.2016.99>
2. Abou, L., Fliflet, A., Zhao, L., Du, Y., & Rice, L. (2022). The Effectiveness of Exercise Interventions to Improve Gait and Balance in Individuals with Lower Limb Amputations: A Systematic Review and Meta-analysis. *Clinical rehabilitation*, 36(7), 857–872. <https://doi.org/10.1177/02692155221086204>
3. Madou, E., Sureshkumar, A., Payne, M. W., Viana, R., & Hunter, S. W. (2024). The effect of exercise interventions on gait outcomes in subacute and chronic rehabilitation from lower-limb amputation: A systematic review and meta-analysis. *Prosthetics and orthotics international*, 48(2), 128–148. <https://doi.org/10.1097/PXR.0000000000000255>

ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ В ПІСЛЯГОСТРОМУ ПЕРІОДІ ОСТЕОІНТЕГРАТИВНОГО ПРОТЕЗУВАННЯ

Россохатський О.І.¹, Стауде В.А.^{1,2}, Кузнецов О.О.^{1,2}, Случак Ю.М.¹

¹ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», м. Харків, Україна

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Ключові слова: фізична терапія, остеоінтегративне протезування, остеоперцепція, післягострий період.

Вступ: остеоінтегративне протезування нижніх кінцівок є одним із найперспективніших напрямів сучасної реабілітаційної медицини. На відміну від класичного гільзового протезування, воно забезпечує безпосередню передачу навантаження на кісткову тканину через імплантат, що створює унікальне явище — остеоперцепцію. Пацієнт отримує можливість відчувати опору, вібрацію та характер поверхні, що значно підвищує якість життя та функціональну незалежність.

Проте післягострий період остеоінтегративного протезування потребує чітко структурованого клінічного протоколу фізичної терапії. Важливими є:

- рання профілактика контрактур,
- поступове осьове навантаження,
- системний контроль за станом стоми,
- збалансоване застосування засобів фізичної терапії.

Саме суворе дотримання етапності та прогресії навантаження дозволяє досягти головної мети — повної функціональної незалежності пацієнта, відновлення біомеханіки ходьби без допоміжних засобів та безпечної адаптації кісткової тканини до нових умов.

Мета дослідження: обґрунтування та практична реалізація клінічного протоколу фізичної терапії в післягострому періоді остеоінтегративного протезування нижніх кінцівок, спрямованого на:

- досягнення повної функціональної незалежності пацієнта;
- відновлення біомеханіки ходьби без допоміжних засобів опори;
- безпечну адаптацію кісткової тканини до осьових навантажень;

- профілактику ускладнень (контрактури, інфекції стоми, м'язовий дисбаланс, механічна нестабільність імплантату).
- Дослідження проводилося як клінічне поздовжнє (поздовжньо-динамічне) спостереження за процесом реабілітації пацієнтів після остеоінтегративного (внутрішньокісткового) протезування нижніх кінцівок у післягострому та реконструктивно-відновлювальному періодах.

Матеріали та методи дослідження: Об'єкт дослідження становила група з 3 пацієнтів чоловічої статі, які перенесли однотипне хірургічне втручання — остеоінтегративне протезування стегна від 19.02.2026.

Для оцінки ефективності реабілітаційного процесу, динаміки відновлення біомеханіки ходи та функціонального стану пацієнтів застосовувався комплекс науково-практичних методів:

- Клініко-інструментальні методи:
 - *Оцінка больового синдрому:* за Візуально-аналоговою шкалою болю (VAS) для контролю реакції кісткової тканини на осьове навантаження.
 - *Гоніометрія:* вимірювання амплітуди рухів (ROM) у суглобах кукси (зокрема, визначення кута згинальної контрактури стегнового суглоба).
- Біомеханічні методи та контроль навантаження:
 - *Метод дозованого тензометричного/вагового контролю:* оцінка відсоткового розподілу маси тіла при осьовому навантаженні (використання підлогових ваг та візуального орієнтиру).
 - *Візуальний біомеханічний аналіз ходьби:* аналіз симетрії та фазовості кроку з використанням дзеркала самоконтролю в паралельних брусах.
- Методи фізичної терапії та функціонального тренування:
 - *Метод суцесивного стретчингу:* для ліквідації згинальних контрактур.
 - *Прогресивне ізометричне та динамічне тренування:* застосування міні-петель опору, фіксованих безпосередньо до дистальної частини абатменту або штифтової частини люсі-з'єднувача.
 - *Спеціалізована ергометрія:* тренування на велотренажері з регульованим опором.

- Математично-статистичні методи:
- Первинна обробка часових та кількісних параметрів реабілітаційного процесу (потижневий моніторинг навантаження, обсяг динамічних серій вправ).

Результати дослідження: Впровадження сукцесивного пасивного та активно-пасивного стретчингу за рекомендацією фахівців (із 3-ї доби — 23.02.2026; системно з 12-ї доби — 03.03.2026, у дозуванні 4 рази на день по 15 хвилин протягом 5 тижнів) дозволило досягти наступних результатів:

- До початку осьового навантаження (5-й тиждень, 24.03.2026) у всіх трьох пацієнтів було досягнуто повне розгинання у кульшовому суглобі, що створило біомеханічні передумови для фізіологічного вертикального вирівнювання тазу та хребта.
- Застосування дозованого розтягнення не викликало подразнення окістя чи реактивного болю в ділянці імплантату, що підтверджує безпечність та ефективність обраного часового регламенту впровадження стретчингу.
- Застосування інноваційного методу фіксації опору — гумової міні-петлі безпосередньо до абатменту або штифтової частини люсі-з'єднувача — дозволило реалізувати принципи ізометричного та динамічного тренування силових характеристик м'язів кукси.

Висновки : Впроваджена програма фізичної терапії за повільним протоколом показала 100% ефективність щодо відновлення самостійної ходьби без допоміжних засобів у термін до 13 тижнів після операції.

Комплексне поєднання раннього стретчингу, дозованого осьового навантаження, прямих ізометрично-динамічних вправ на абатмент та аеробного тренування на велотренажері забезпечує повне ліквідування контрактур та симетричний паттерн ходи.

Жодного випадку інфекційних ускладнень стоми, больового синдрому кісткового походження чи нестабільності імплантату протягом усього спостереження зареєстровано не було.

ОСОБЛИВОСТІ БОРОТЬБИ З КОНТРАКТУРАМИ ПІСЛЯ ОСТЕОІНТЕГРАТИВНОГО ПРОТЕЗУВАННЯ

Стауде В. А.^{1,2}, Кузнецов О. О.^{1,2}, Россохатський О. І.¹, Земляна А. О.¹

¹ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», м. Харків, Україна

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Ключові слова: *остеоінтегративне протезування, згинальна контрактура, фізична терапія*

Вступ. Остеоінтегративне протезування є одним із найперспективніших напрямків у відновленні мобільності пацієнтів із ампутаціями кінцівок. Безгільзове кріплення протеза забезпечує покращений пропріоцептивний контроль (остеоперцепцію) та природну передачу навантаження на кістку. Однак ключовою умовою функціонального успіху є збереження та відновлення амплітуди рухів у суглобах. Контрактура після ампутації — це патологічне обмеження рухливості через скорочення м'яких тканин. При остеоінтеграції передчасний та агресивний стрейчинг у перші дні після операції несе високі ризики розриву рани, травмування свіжозащитих м'язів, виникнення ентезопатій та мікрорухів імплантату. Тому реабілітація після остеоінтегративного протезування вимагає застосування спеціалізованих повільних протоколів.

Мета дослідження. Обґрунтувати особливості, терміни та ефективність фізичної терапії при усуненні згинальних контрактур у пацієнтів після остеоінтегративного протезування нижніх кінцівок.

Матеріал та методи. У дослідженні брали участь 3 пацієнти, яким 19.02.2026 р. було проведено остеоінтегративне протезування. Для оцінки функціонального стану застосовувалися: гоніометрія (пасивний та активний діапазон рухів, PROM/AROM), тест Томаса (Thomas Test) для виявлення згинальної контрактури кульшового суглоба, мануальне м'язове тестування (ММТ) та візуально-аналогова шкала болю (ВАШ).

Результати дослідження та їх обговорення. Згідно з рекомендаціями оперуючого хірурга (23.02.2026 р., 3-тя доба) розглядалося питання початку стрейчингу. Проте, враховуючи гострий стан м'яких тканин та ризик розвитку ентезопатії, початок навантажувального стрейчингу було відкладено. Активний дозований стрейчинг розпочато на 12-ту добу (03.03.2026 р.) за дозволом оперуючого

хірурга. Схема передбачала виконання вправ 4 рази на день по 15 хвилин протягом 5 тижнів із використанням підвісних важелів та тязарів у положенні лежачи на спині зі зігнутою протилежною ногою.

За залишкової контрактури протезистом встановлювалися Offset-пластини (Offset-plate), розмір яких розраховувався на основі тесту Томаса та довжини кістки для вирівнювання механічної осі (Knee-leg-axis symmetry). Додатково застосовувалося позиціонування на животі для розтягнення *m. iliopsoas*, зміцнення м'язів-антагоністів (великого сідничного м'яза) та м'язів кору, а також гігієна стоми 2 рази на день (Stomacare). Станом на 24.03.2026 р. (5 тижнів після операції) пацієнти успішно досягли контрольної точки без ускладнень з боку стоми та м'язово-сухожилкового болю.

Висновки. Реабілітація пацієнтів після остеоінтеграції вимагає адаптації класичних методик під біомеханіку імплантату та використання протезних засобів компенсації (Offset-пластин). Відтермінування активного стрейчингу до 12-ї доби після операції з подальшим дозуванням (4 р/день по 15 хв з поступовим збільшенням ваги) є безпечним та ефективним підходом. Успіх боротьби з контрактурами забезпечується злагодженою роботою мультидисциплінарної команди у складі хірурга, фізичного терапевта, ерготерапевта, протезиста та медичної сестри.

Список використаної літератури:

Ghazali M. F., Abd Razak N. A., Abu Osman N. A., Gholizadeh H. Awareness, potential factors, and post-amputation care of stump flexion contractures among transtibial amputees. *Journal of Physical Therapy Science*. 2017. Vol. 29, No. 10. P. 1730–1735.

van de Meent H. BADAL X Part 3: Aftercare. Version Feb 2026. OTN Implants, 2026. 41 p.

Choo Y. J., Kim D. H., Chang M. C. Amputation stump management: A narrative review. *World Journal of Clinical Cases*. 2021. Vol. 9, No. 16. P. 3810–3817.

КАРДІОВАСКУЛЯРНІ ПОРУШЕННЯ В ОСІБ З ТРАНСФЕМОРАЛЬНОЮ АМПУТАЦІЄЮ НИЖНІХ КІНЦІВОК

Федечко М.Й.

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів

Ключові слова: трансфеморальна ампутація, кардіоваскулярний ризик, інфаркт міокарда, протезування, реабілітація.

Вступ. Повномасштабна війна в Україні призводить до великої кількості бойових травм, серед яких є значна кількість ампутацій нижніх кінцівок. Ця проблема вимагає їх довгострокового медичного супроводу. З урахуванням того, що середній вік українських військовослужбовців є близько 40 років, особливої уваги потребує профілактика серцево-судинних захворювань, які мають високу поширеність в Україні.

За даними досліджень, трансфеморальна ампутація може бути пов'язана з підвищеним ризиком розвитку кардіоваскулярної патології, оскільки супроводжується змінами периферичної гемодинаміки та порушеннями автономної регуляції. Крім того, вона може сприяти суттєвому зниженню фізичної активності, збільшенню маси тіла та порушенням ліпідного й вуглеводного обміну, що в сукупності підвищує ймовірність виникнення серцево-судинних ускладнень.

Водночас залишається недостатньо вивченим вплив протезування та адаптації до ходьби з протезом на кардіоваскулярний ризик, особливо в осіб із травматичною ампутацією. Отже, аналіз наукових даних щодо серцево-судинних порушень у осіб із трансфеморальною ампутацією нижніх кінцівок є важливим для визначення пріоритетів кардіоваскулярного моніторингу, профілактики ускладнень і вдосконалення індивідуалізованих програм відновлення.

Матеріали та методи. Проведено огляд наукової літератури, присвячений серцево-судинним порушенням в осіб із трансфеморальною ампутацією нижніх кінцівок. Пошук публікацій здійснювали в міжнародних наукових базах даних PubMed/MEDLINE та Google Scholar. До аналізу включали оригінальні дослідження й оглядові статті, у яких висвітлювали поширеність і чинники ризику кардіоваскулярних захворювань, зміни системної гемодинаміки, особливості серцево-судинної відповіді на фізичне навантаження та

можливий вплив протезування на стан серцево-судинної системи пацієнтів після ампутації. Проаналізовано публікації, як безпосередньо присвячені трансфеморальній ампутації, так і ті, що стосуються досліджень в осіб з ампутаціями нижніх кінцівок інших рівнів, якщо їхні результати мали значення для розуміння проблеми. Узагальнення даних проводили описовим методом із порівнянням результатів досліджень та виокремленням потенційних патофізіологічних механізмів розвитку серцево-судинних захворювань в осіб з трансфеморальними ампутаціями.

Результати досліджень. Одним із найбільш важливих питань у вивченні віддалених наслідків ампутації нижніх кінцівок є визначення її зв'язку з серцево-судинною захворюваністю та смертністю. Особливу увагу привертають дослідження осіб із травматичними ампутаціями, оскільки в цій групі, на відміну від пацієнтів із ампутаціями внаслідок атеросклерозу периферичних артерій або цукрового діабету, серцево-судинні захворювання не є безпосередньою причиною втрати кінцівки.

У довготривалому когортному дослідженні Modan et al. проаналізували 24-річну смертність серед осіб з травматичними ампутаціями нижніх кінцівок, які отримали поранення під час служби в ізраїльській армії у 1948–1974 роках. Загальна смертність серед ампутованих була істотно вищою, ніж серед учасників контрольної групи, при чому, основною причиною була смертність від серцево-судинних захворювань. У підгрупі обстежених осіб із травматичними ампутаціями також виявили вищі концентрації інсуліну натще та після перорального глюкозотолерантного тесту, а також підвищену активність системи згортання крові. Очевидно, що підвищений кардіоваскулярний ризик після травматичної ампутації може бути пов'язаний не лише з традиційними факторами ризику, а й із метаболічними та гемостатичними порушеннями [1]. Важливим дослідженням, безпосередньо присвяченим трансфеморальній ампутації, є робота Mundell et al. Аналіз отриманих результатів провели залежно від етіології ампутації. У пацієнтів, яким ампутацію виконали внаслідок судинних причин, ризик великих серцево-судинних подій збільшився в чотири рази. Проте, серед осіб із травматичними або онкологічними ампутаціями статистично значущого підвищення ризику не виявили. Автори також не встановили статистично значущої різниці в ризику кардіальних подій залежно від отримання протеза. Все ж ці результати потребують подальшої оцінки, оскільки висновки

дослідження проводились на невеликій вибірці. Також відсутність статистично значущої асоціації між отриманням протеза та серцево-судинними подіями не дає підстав стверджувати, що протезування не впливає на функціональний стан серцево-судинної системи.

Додаткові докази на користь підвищеного кардіоваскулярного ризику отримано в загальнонаціональному когортному дослідженні Choi et al., проведеному в Республіці Корея. На основі даних Національної системи медичного страхування автори проаналізували 22 950 осіб з ампутаціями та 76 645 контрольних учасників, зіставлених за віком і статтю. Наявність ампутації асоціювалася з підвищенням ризику інфаркту міокарда, фібриляції передсердь та серцевої недостатності.

Проблеми бойових ампутацій вивчалися у ретроспективному дослідженні Bhatnagar et al. [4], у якому аналізували кардіоваскулярні фактори ризику серед американських ветеранів, які зазнали бойових травм під час операцій в Іраку та Афганістані. В осіб з ампутаціями виявили нижчий рівень холестерину ліпопротеїнів високої щільності (ХС ЛПВЩ) та вищий рівень тригліцеридів. У цих пацієнтів встановлено вищий середній артеріальний тиск. Також вищою була частота метаболічного синдрому.

Підвищеному ризику розвитку серцево-судинних захворювань сприяє також інсулінорезистентність, яка частіше відмічалася серед осіб з із травматичними ампутаціями нижніх кінцівок, Peles et al. В іншому дослідженні Paula-Ribeiro et al., у групі ампутуваних були вищими систолічний артеріальний тиск, діастолічний артеріальний тиск та середній АТ, а також частота серцевих скорочень. При цьому кровоплин у передпліччі суттєво не відрізнявся, але розрахований периферичний судинний опір був вищим у групі з ампутаціями. Важливим є те, що гемодинамічні зміни можуть проявлятися не лише в судинах безпосередньо поблизу ампутаційної кукси, а й у віддалених судинних басейнах. У цьому контексті Naschitz і Lenger у своєму огляді літератури зазначили, що інсулінорезистентність, психологічний стрес, зміни поведінки та порушення артеріального кровоплину можуть взаємодіяти у формуванні кардіоваскулярного ризику.

Окремого розгляду потребує роль фізичної активності та протезування. Трансфеморальна ампутація змінює біомеханіку ходьби, зменшує участь м'язів нижньої кінцівки в забезпеченні руху та може підвищувати енергетичну вартість пересування. Водночас зниження повсякденної рухової активності після травми може сприяти

збільшенню маси тіла, погіршенню чутливості до інсуліну та формуванню несприятливого ліпідного профілю. Таким чином, протезування необхідно розглядати не як самостійний засіб зниження кардіоваскулярного ризику, а як чинник, потенційний вплив якого залежить від функціональних можливостей пацієнта, інтенсивності фізичної активності та супутніх захворювань.

Висновки. Аналіз даних наукових досліджень дає можливість припустити зв'язок ампутації нижньої кінцівки з несприятливими кардіометаболічними змінами та підвищенням ризику окремих серцево-судинних подій.

Для зниження ризику серцево-судинних подій важливим є комплексне оцінювання серцево-судинного стану військовослужбовців після трансфеморальної ампутації з урахуванням артеріального тиску, варіабельності серцевого ритму, метаболічних показників, толерантності до фізичного навантаження, рівня повсякденної активності та використання протеза, а також впровадження реабілітаційних програм.

ПЕРСПЕКТИВА ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В РЕАБІЛІТАЦІЇ ПІСЛЯ АМПУТАЦІЙ НИЖНІХ КІНЦІВОК

Яремчук М.М.¹, Притула Н.Ю.², Случак Ю.М.², Блайда І.М.¹

1 Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького

2 ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України»

Ключові слова: ампутація нижніх кінцівок, реабілітація, віртуальна реальність

Вступ. Ампутація нижньої кінцівки призводить не лише до анатомічної втрати сегмента, а й до суттєвої перебудови постурального контролю, стереотипу ходьби, сенсорного зворотного зв'язку та навичок орієнтації у просторі. Реабілітація після ампутації включає підготовку кукси, профілактику контрактур, відновлення сили та витривалості, навчання вертикалізації, рівноваги, ходьби з протезом і повернення до побутової активності. Особливою проблемою є фантомний біль, який може знижувати толерантність до навантажень і мотивацію до тренувань. У цих умовах віртуальна реальність (VR) розглядається як додатковий інструмент, здатний забезпечити багаторазове відпрацювання функціональних завдань у контрольованому та мотиваційно привабливому середовищі.

Систематичні огляди останніх років свідчать, що VR-втручання можуть позитивно впливати на моторні функції осіб після ампутації, зокрема на рівновагу, ходьбу та використання протеза, однак доказова база залишається неоднорідною, а оптимальні протоколи ще не стандартизовані [1–3]. Окремі огляди також демонструють потенціал VR у зменшенні фантомного болю, хоча якість доказів і тривалість ефекту потребують подальшого вивчення [4, 5].

Мета. Оцінити перспективи застосування імерсивної віртуальної реальності як допоміжної технології в комплексній реабілітації пацієнтів після ампутації нижніх кінцівок та визначити можливі напрями її використання для тренування ходьби, рівноваги, координації та функціональної мобільності.

Матеріали та методи. Проведено аналітичний огляд сучасних наукових публікацій щодо застосування VR у реабілітації після ампутацій та функціональний аналіз доступних модулів програмного

забезпечення VR-окулярів. Система віртуальної реальності, що включає VR-окуляри, спеціалізоване програмне забезпечення та засоби відстеження рухів, забезпечує занурення пацієнта у віртуальне середовище, дає змогу використовувати окремі програми для нижніх кінцівок, налаштовувати складність завдань і реєструвати показники їх виконання. Для тренувань нижніх кінцівок контролери можуть фіксуватися у спеціальних тримачах у ділянці гомілок. У пацієнтів із протезом місце фіксації та алгоритм калібрування мають індивідуально адаптуватися до рівня ампутації, конструкції протеза та безпеки пацієнта.

Як потенційно придатні для пацієнтів після ампутації розглянуто модулі «Кроки – Основні», «Кроки – Перешкоди», «Коридор», «Прогулянка» та «Калюжа». Модулі ходьби дають змогу відпрацьовувати ритмічність і точність кроку, контролювати його довжину, тренувати проходження заданої траєкторії та подолання перешкод. «Коридор» може бути використаний для повторного тренування прямолінійної ходьби та контролю симетрії переміщення. «Прогулянка» поєднує пересування у віртуальному середовищі з орієнтацією та вибором напрямку, що створює умови для функціонального й когнітивно-моторного навантаження. «Калюжа» може застосовуватися для тренування цілеспрямованого руху нижньою кінцівкою, точності постановки стопи/протеза та перенесення ваги. Складність модулів може змінюватися за рахунок висоти перешкод, розміру цільової зони, довжини маршруту та допустимого діапазону кроків.

Передбачуваний реабілітаційний протокол доцільно будувати поетапно. На ранньому етапі, у положенні сидючи або з опорою, VR може використовуватися для адаптації до середовища, тренування уваги, контролю руху збереженої кінцівки та підготовки до вертикалізації. Після протезування, за умови дозволу реабілітаційної команди, доцільно переходити до тренування перенесення маси тіла, симетрії стояння, крокових рухів, прямолінійної ходьби та подолання перешкод. Інтенсивність і тривалість сеансів мають визначатися індивідуально з урахуванням рівня ампутації, стану кукси, стабільності серцево-судинної системи, ризику падіння, когнітивного статусу та переносимості VR.

Результати. Аналіз функціональних можливостей VR та наявних наукових даних дозволяє визначити кілька перспективних напрямів застосування технології після ампутації нижньої кінцівки. По-перше,

імерсивне середовище може підвищувати залученість пацієнта і кількість повторень функціонально спрямованих рухів, що є важливим для формування нового моторного стереотипу. По-друге, програмовані завдання дають змогу поступово ускладнювати тренування – від простого кроку до проходження маршрутів і подолання перешкод – без необхідності постійно змінювати фізичне оточення. По-третє, цифрова реєстрація часу виконання, кількості успішних і помилкових дій та інших показників створює можливість об'єктивно відстежувати динаміку виконання тренувальних завдань.

За даними систематичних оглядів, VR-тренування у людей з ампутаціями асоціюються з покращенням окремих параметрів моторної функції та постуральної стабільності. Водночас переконливих доказів переваги VR над стандартною фізичною терапією поки недостатньо [1-3]. Тому найбільш обґрунтованим є використання VR-технологій не як заміни традиційної реабілітації, а як її доповнення. Особливо перспективним є поєднання VR із протезним тренуванням, біологічним зворотним зв'язком і завданнями подвійної задачі, де пацієнт одночасно виконує рухове та когнітивне завдання.

Для пацієнтів із фантомним болем VR може мати додаткову цінність завдяки візуальному та сенсомоторному залученню. У більшості досліджень, включених до систематичних оглядів, після VR-сеансів пацієнти відзначали зниження інтенсивності фантомного болю, проте через невеликі вибірки, різні протоколи та відсутність достатніх довгострокових спостережень цей ефект слід розглядати як перспективний, але не остаточно доведений [4, 5].

Практичними обмеженнями є наслідки контузій, запаморочення, втома, ризик втрати рівноваги, необхідність адаптації обладнання до протеза та відсутність уніфікованих критеріїв дозування навантаження. Для пацієнтів, які тренуються стоячи або під час ходьби, VR має застосовуватися лише під наглядом фахівця та з фізичним страхуванням від падіння. Важливо також оцінювати не лише «ігрові» показники, а й клінічно значущі результати: швидкість ходьби, дистанцію 6-хвилинного тесту ходьби, Timed Up and Go, параметри рівноваги, функціональну незалежність, ступінь використання протеза та інтенсивність болю.

Висновки

Віртуальна реальність є перспективним допоміжним напрямом у реабілітації після ампутації нижніх кінцівок. Модулі спеціалізованого програмного забезпечення VR-системи для ходьби та рухів нижніх

кінцівки потенційно можуть бути інтегровані у протезне тренування для відпрацювання кроку, перенесення маси тіла, рівноваги, орієнтації у просторі та подолання перешкод. Основними очікуваними перевагами є висока залученість пацієнта, можливість багаторазового повторення завдань у контрольованих умовах із належним забезпеченням безпеки, градуйоване ускладнення навантаження та цифровий контроль результатів. Водночас VR слід розглядати як доповнення, а не альтернативу стандартній фізичній терапії. Подальші перспективні дослідження мають бути спрямовані на розробку стандартизованих протоколів для різних рівнів ампутації, визначення оптимальної частоти й тривалості сеансів та оцінку впливу VR на ходьбу, баланс, користування протезом, фантомний біль і якість життя.

Література

1. Hao, J., Chen, Z., Remis, A., & He, Z. (2023). Virtual Reality-Based Rehabilitation to Restore Motor Function in People With Amputation: A Systematic Literature Review. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 102(5), 468–474. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000002150>
2. Paillet, J., Del Valle Rodríguez, M., Vázquez, J. H., Ruiz-Matas Contreras, F. J., Raya-Benítez, J., Granados Santiago, M., & Valenza, M. C. (2025). The Effects of Virtual Reality Interventions on Motor Function Rehabilitation in Lower-Limb Amputees: A Systematic Review and Metanalysis. *Bioengineering (Basel, Switzerland)*, 12(11), 1170. <https://doi.org/10.3390/bioengineering12111170>
3. Arazpour, M., Keshavarzi, F., & Gard, S. A. (2026). The effects of virtual reality environment simulations on balance and gait rehabilitation in persons with lower extremity amputation. *Prosthetics and orthotics international*, 50(1), 15–38. <https://doi.org/10.1097/PXR.0000000000000428>
4. Eldaly, A. S., Avila, F. R., Torres-Guzman, R. A., Maita, K. C., Garcia, J. P., Serrano, L. P., Emam, O. S., & Forte, A. J. (2024). Virtual and Augmented Reality in Management of Phantom Limb Pain: A Systematic Review. *Hand (New York, N.Y.)*, 19(4), 545–554. <https://doi.org/10.1177/15589447221130093>
5. Vassantachart, A. Y., Yeo, E., & Chau, B. (2022). Virtual and Augmented Reality-based Treatments for Phantom Limb Pain: A Systematic Review. *Innovations in clinical neuroscience*, 19(10-12), 48–57.