

DOI: 10.21802/artm.2024.3.31.275
УДК 619.825:616-089.873

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПАЦІЄНТІВ З АМПУТАЦІЄЮ НИЖНІХ КІНЦІВОК

О.С. Ярмошевич, Н.Є. Нестерчук, І.О. Михайлова, О.В. Семенчук, Є.А. Довніч, О.Ю. Серков

Національний університет водного господарства та природокористування, Навчально-науковий інститут охорони здоров'я, кафедра фізичної терапії, ерготерапії, кафедра теорії та методики фізичного виховання м. Рівне, Україна

ORCID ID: 0009-0003-5747-643X, e-mail: o.s.yarmoshevych@nuwm.edu.ua

ORCID ID: 0000-0003-2199-3403, e-mail: n.e.nesterchuk@nuwm.edu.ua

ORCID ID: 0000-0003-0514-505X, e-mail: i.o.mykhailova@nuwm.edu.ua

ORCID ID: 0009-0008-5475-0217, e-mail: o.v.semenchuk@nuwm.edu.ua

ORCID ID: 0009-0009-5953-5169, e-mail: e.a.dovnich@nuwm.edu.ua

ORCID ID: 0009-0009-2490-792X, e-mail: o.y.sierkov@nuwm.edu.ua

Резюме. З початком російсько-української війни кількість людей, які потребують ампутації в Україні, зросла від 20 000 до 50 000. Тому дослідження сучасних тенденцій у реабілітації пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки в умовах війни в Україні є надзвичайно актуальним.

Мета – проаналізувати та систематизувати сучасні тенденції реабілітації пацієнтів з ампутацією нижніх кінцівок.

Методи. Для досягнення цілей дослідження були проведені аналіз наукової літератури та систематизація інформації з використанням електронних баз даних, таких як: PubMed, Google Scholar та інших.

Результати дослідження. На сьогодні фізична терапія пацієнтів з ампутацією нижніх кінцівок характеризується поєднанням традиційних методів з інноваційними підходами. Кіреевим та іншими було розроблено алгоритм, який передбачає проведення реабілітаційних заходів у 4 основні етапи. Передопераційна реабілітація, I етап, спрямована на поліпшення післяопераційних результатів, що досягається завдяки фізіотерапії грудної клітки, тренування рухливості м'язів і суглобів, зосереджуючись на збереженні сили та функції. Перед протезуванням (II етап) реабілітаційний процес включає вже згадані вище лікувальну гімнастику та фізіотерапію, а також масаж і кінезіотейпування. На етапі тренування з протезом активно застосовуються інноваційні підходи: роботизовані протези, технології біологічного зворотного зв'язку, VR технології. Дослідження Валле продемонструвало, що завдяки застосуванню роботизованого протезу з сенсорними датчиками не лише збільшується швидкість руху пацієнта, а й зростає його впевненість. Дослідження [Rami L. Abbas](#) продемонструвало доцільність застосування VR технологій, завдяки яким спостерігається суттєво кращий вплив на маркери балансу, тест TUG, DGI та BBS ($P < 0,05$). IV етап, передбачає пожиттєвий контроль та супровід пацієнта.

Висновки. Отже, сучасні тенденції поєднання традиційних методів з інноваційними підходами у реабілітації пацієнтів з ампутацією нижніх кінцівок є доцільним та виправданим, адже завдяки цьому досягаються кращі результати.

Ключові слова: ампутація нижньої кінцівки, лікувальна гімнастика, масаж, кінезіотейпування, роботизований протез, технології біологічного зворотного зв'язку, технології віртуальної реальності, традиційні методи, інноваційні підходи.

Вступ. Ампутація нижньої кінцівки є серйозним втручанням, яке має глибокий вплив на життя і працездатність людини. Втрата кінцівки часто стає причиною значних фізичних та психологічних змін, що потребують комплексної реабілітації. Пацієнт стикається з новими фізичними обмеженнями, такими як втрата мобільності, зміна рівноваги та необхідність адаптації до протезів. Це, у свою чергу, може обмежити можливості виконання повсякденних справ та професійної діяльності. Багато пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки переживають відчуття втрати, зниження самооцінки та депресію. Зміна фізичного образу також може впливати на соціальні взаємодії і самосприйняття [1].

Обґрунтування дослідження. Дослідження сучасних тенденцій у реабілітації пацієнтів з ампутацією нижньої кінцівки в умовах війни в Україні є

надзвичайно актуальним. Згідно зі звітом Wall Street Journal, з початком російсько-української війни кількість людей, які потребують ампутації в Україні, зросла до рівня, якого не було з часів Першої світової війни. За оцінками видання, від 20 000 до 50 000 українців втратили одну-дві кінцівки. Ці дані отримані з раніше неоприлюднених оцінок протезних фірм, лікарів і благодійних організацій. Число може бути вищим за оцінене, оскільки про багато ампутацій повідомляють лише через кілька місяців після процедури [2].

Мета дослідження проаналізувати та систематизувати сучасні тенденції реабілітації пацієнтів з ампутацією нижніх кінцівок.

Методи дослідження для досягнення цілей дослідження були проведені аналіз наукової літератури та систематизація інформації з використанням

електронних таких баз даних, як: PubMed, Google Scholar та інших.

Результати дослідження. На сьогодні фізична терапія пацієнтів з ампутацією нижніх кінцівок характеризується поєднанням традиційних методів реабілітації, таких як лікувальна гімнастика, масаж, кінезіотейпування [3], з інноваційними підходами, такими як технології біологічного зворотного зв'язку, роботизовані системи, технології віртуальної реальності (VR).

Згідно із сучасним поглядом на реабілітацію пацієнтів після ампутації нижньої кінцівки, Кіреєвим та іншими було розроблено алгоритм, який передбачає проведення реабілітаційних заходів на 4 основних етапах: передопераційному (I етап); перед протезуванням (II етап); етапі тренування з протезом (III етап); під час пожиттєвого догляду (IV етап) [4].

Передопераційна реабілітація (або так звана «попередня реабілітація») є все більш поширеною стратегією, яка застосовується в багатьох групах пацієнтів для покращення їхнього фізичного та психічного стану перед операцією. Вона також спрямована на поліпшення післяопераційних результатів, таких як функціональна здатність, тривалість перебування в стаціонарі (LOS) і можливі перед- та післяопераційні ускладнення. Така попередня реабілітаційна програма зазвичай починається за 4–6 тижнів до операції та включає повторювані фізичні вправи, бажано в поєднанні з трудотерапією та ознайомленням щодо досвіду реабілітації і можливого встановлення протезів після операції. Було запропоновано, щоб передопераційна програма, яка використовується в лікуванні молодих пацієнтів з ампутацією нижніх кінцівок, складалася з фізіотерапії грудної клітки, тренування рухливості м'язів і суглобів, зосереджуючись на збереженні сили та функції. Наголошується на необхідності підтримки рухливості, активності та нормального діапазону рухів неуражених кінцівок, серцево-легеневого кондиціонування, включаючи динамічні вправи, якщо вони переносяться, щоб пацієнт досяг максимального функціонального стану та адаптувався до ампутації в перед- та післяопераційному періоді реабілітації [5]. Таким чином можна зазначити, що вже на першому етапі застосовується лікувальна гімнастика та фізіотерапія.

Під час другого етапу, перед протезуванням, реабілітаційний процес включає вже згадані вище лікувальну гімнастику та фізіотерапію, а також масаж і кінезіотейпування. Важливими питаннями підготовки ампутаційної кукси до протезування є підготовка післяопераційної рани і рубця, боротьба з набряком, попередження атрофії м'язів, попередження формування контрактур в суглобах ампутованої нижньої кінцівки [6].

Після хірургічних операцій хворий тривалий час перебуває в нерухомому стані, що призводить до ослаблення м'язового тону та досить вираженого больового синдрому. Масаж у цей час вкрай необхідний. Процедуру лікувального масажу залежно від причини ампутації, її обсягу, локалізації і перебігу післяопераційного періоду починають застосовувати на 2-3-тю добу або через 7-10 днів. Завдання масажу: профілактика післяопераційних ускладнень; зменшення болю,

тону м'язів та набряку тканин; активізація крово- і лімфообігу, трофічних і регенеративних процесів; попередження атрофії м'язів, тугорухливості, контрактур; сприяння утворенню рухомого рубця і формуванню кукси. В цей час застосовують сегментарно-рефлекторні впливи в ділянці відповідних паравертебральних зон. Для зниження тону м'язів, що охоплені рефлекторними контрактурами, використовуються прийоми площинного і охоплюючого погладжування, розтирання кінчиками пальців, штрихування, пиляння. Суглоби масажують прийомами погладжування і розтирання. Обов'язково масажують збережену кінцівку [7].

З метою підготовки кукси до опорної функції та протезування диференційовано застосовують прийоми глибокого розминання і вібрації, зміцнюють м'язи, що збереглися після ампутації: в ділянці стегна – привідні м'язи і розгиначі стегна; при ампутації в ділянці гомілки – литковий м'яз та ін. Кукса масажується прийомами площинного циркулярного і охоплюючого погладжування, розтирання, щипцеподібного розминання. У ділянці дистального конусу проводять: вібрацію, поколачування, рубання, стьобання [8].

Фізичні вправи після ампутації нижньої кінцівки спрямовані на усунення контрактур суглобів (забезпечення хорошої рухливості у всіх суглобах кукси), на укріплення м'язів, тому всі і здорові кінцівки, спини, передньої черевної стінки, сідничних м'язів, м'язів верхніх кінцівок. Вправи виконують у вихідному положенні лежачи на спині та животі, сидячи, стоячи в упорі на колінах. Що стосується вправ, які безпосередньо впливають для попередження контрактури суглобів ампутованої кінцівки, варто виділити наступні: в положенні лежачи на животі піднімати певну кількість разів ампутовану ногу як можна вище і опускати повільно вниз, слідкуючи, щоб нога не відхилялася вбік; в положенні лежачи на спині при зігнутих в коліні здоровій нозі піднімати випрямлену куксу вгору певну кількість разів і опускати, не згинаючи коліна; лежачи на здоровому боці піднімати куксу певну кількість разів до кута 45-60°, повільно опускати, слідкуючи, щоб голова, тіло і здорова нога залишалися в горизонтальному положенні; в положенні лежачи на спині зігнути здорову ногу, піднімати та опускати сідниці; в положенні лежачи на спині покласти подушку між стегнами і рівномірно стискати її обома ногами [6].

Кінезіотейпування після ампутації нижньої кінцівки використовується як частина реабілітаційної програми для покращення якості життя пацієнтів. Ця методика може допомогти зменшити набряк, зменшити біль, покращити кровообіг і підтримати м'язову функцію в залишковій кінцівці. Тейпи накладаються у спеціальних напрямках та з натягінням, що забезпечує дренажний ефект. Кінезіотейпи піднімають шкіру, створюючи простір між нею і підшкірними тканинами. Це сприяє покращенню лімфодренажу і відтоку міжклітинної рідини, що допомагає зменшити набряк. Кінезіотейпування може допомогти зменшити біль за рахунок зниження тиску на больові рецептори в шкірі та тканинах, а також через покращення кровообігу, що сприяє зменшенню запалення. Крім того, кінезіотейпи

можуть сприяти правильній адаптації протеза і поліпшити загальний функціональний стан пацієнта [9].

На етапі тренування з протезом, окрім вищезазначених традиційних методів, активно застосовуються інноваційні підходи: роботизовані протези, технології біологічного зворотного зв'язку, VR технології.

Роботизовані протези після ампутації нижньої кінцівки є складними пристроями, які допомагають пацієнтам відновити рухову активність і повернутися до звичного життя. Для початку, пацієнт консультується з протезистами для визначення оптимальної конструкції протеза. Враховуються індивідуальні потреби, рівень ампутації та фізична активність пацієнта. Роботизований протез виготовляється з урахуванням форми і розмірів кукси. Використовуються сучасні матеріали і технології для забезпечення комфорту і функціональності. Пацієнт вчиться користуватись протезом під наглядом мультидисциплінарної команди фахівців. Цей етап включає навчання основним рухам, таким як ходьба, підйом по сходах, сидіння тощо. Під час адаптації може знадобитися корекція протеза для забезпечення максимальної зручності і функціональності. Після початкового етапу навчання пацієнт продовжує тренування, щоб зміцнити м'язи і підвищити витривалість. Це включає як вправи з протезом, так і без нього для загального зміцнення тіла [10].

У поєднанні з роботизованими протезами активно застосовують технології біологічного зворотного зв'язку. Важливий компонент для природного контролю протезів – сенсорний зворотний зв'язок. Використання електродів, імплантованих у нервову систему, може передавати відчуття дотику і пропріоцепції (відчуття положення кінцівок). Це значно полегшує користування протезом, дозволяючи користувачам краще відчувати свої рухи і підтримувати баланс. Також можлива спінальна стимуляція – технологія, яка передбачає імплантацію електродів над спинним мозком, що дозволяє регулювати інтенсивність сенсорних сигналів у реальному часі. Цей метод показав значні покращення у балансі та зменшенні фантомного болю у пацієнтів. Ще один з інноваційних методів біологічного зворотного зв'язку – імплантація магнітів, що включає імплантацію магнітів у м'язи для вимірювання їх довжини та руху. Ці дані використовуються для керування протезом через спеціальні алгоритми, що забезпечує більш точний контроль і природні рухи [11]. Загалом, ці технології спрямовані на забезпечення користувачів протезами можливість інтуїтивного та природного контролю своїх штучних кінцівок, зменшення фантомного болю та покращення якості життя після ампутації.

Технології віртуальної реальності (VR) – це ще одна інновація, яка широко застосовується в реабілітації після ампутації нижньої кінцівки. Вони допомагають пацієнтам відновити баланс, мобільність і контроль над протезами завдяки інтерактивним та реалістичним тренувальним середовищам. Переваги застосування VR:

- відновлення рухових функцій. Віртуальні середовища дозволяють пацієнтам тренуватися у

ходьбі та інших рухах, використовуючи спеціальні тредміли, які можуть симулювати різні типи поверхонь, підйоми і спуски. Це допомагає відновити природну ходу і покращити баланс.

- зменшення фантомного болю. Використання VR для імітації рухів втрачених кінцівок допомагає зменшити фантомний біль. Пацієнти бачать у віртуальному середовищі свою "віртуальну" ногу, що сприяє поліпшенню їхнього сприйняття тіла і зменшенню болю.

- мотивація і залученість: VR-технології роблять процес реабілітації більш інтерактивним і захоплюючим. Пацієнти частіше залишаються залученими у процес тренувань, що покращує їхню мотивацію і результати лікування. Наприклад, спеціальні програми включають інтерактивні ігри та завдання, що допомагають підтримувати високий рівень мотивації.

- гейміфікація. Деякі VR-системи використовують елементи гейміфікації, щоб зробити тренування цікавішими. Це може включати змагання з віртуальними суперниками або виконання завдань у віртуальному світі, що сприяє кращому залученню пацієнтів у процес реабілітації (Home - ClinicalTrials.gov) (Grantome).

- реалістичний зворотний зв'язок: Системи VR забезпечують користувачів візуальним та сенсорним зворотним зв'язком, що допомагає їм краще контролювати свої рухи і адаптуватися до протеза. Це сприяє більш точному і природному виконанню рухів [12].

Загалом, використання VR-технологій у реабілітації після ампутації нижніх кінцівок дозволяє створити ефективніші та індивідуально налаштовані програми відновлення, що суттєво покращують результати лікування та якість життя пацієнтів.

Під час реабілітації на етапі позитивного догляду з метою досягнення пацієнтом найвищого рівня функціональної незалежності необхідно проводити щорічне регулярне обстеження пацієнта., навчання його з приводу поточної поведінки. За необхідності потрібно направляти до відповідних закладів для вирішення медичних, психологічних, реабілітаційних проблем або потреб з приводу протеза. Позитивна реабілітація передбачає контроль пацієнта на предмет психосоціальної адаптації, патологій шкіри кукси, болю, скелетно-м'язових порушень, серцево-судинних захворювань, інших хронічних захворювань, здоров'я та забезпечення використання відповідного взуття для контралатеральної кінцівки [4].

Обговорення результатів. Juha M. Niijmans та інші провели дослідження, у якому припустили, що передопераційна реабілітація покращить післяопераційні результати після ампутації нижньої кінцівки. Щоб перевірити цю гіпотезу, було проведено пошук літератури в PubMed, EMBASE, EBSCOhost, Web of Science і ScienceDirect, щоб виявити дослідження, які досліджували вплив передопераційної реабілітаційної терапії на післяопераційні результати, такі як тривалість перебування в лікарні, мобільність, фізичне функціонування та якість життя, пов'язана зі здоров'ям. Грунтуючись на поточній літературі, гіпотезу про те, що враховуючи позитивні ефекти

післяопераційних результатів у багатьох групах пацієнтів передопераційна реабілітація покращить післяопераційні результати, не можна ні підтвердити, ні відхилити. Однак здається, що передопераційна реабілітаційна програма може бути здійсненою лише в обраній підгрупі відносно молодих пацієнтів з дисваскулярними захворюваннями. Результати вказують на висновок, що майбутні дослідження все ще необхідно продовжити, щоб зрозуміти потенційну користь передопераційної реабілітації пацієнтів з ампутацією нижніх кінцівок. Було показано, що в літературі існує суттєва нестача інформації щодо попередньої реабілітації пацієнтів, яким призначено ампутацію нижньої кінцівки, та її впливу на післяопераційні результати пацієнтів [5].

Подкур О.О. разом з Івченко Д. В. була зроблена комплексна програма реабілітації військових після ампутації нижньої кінцівки в період підготовки до протезування. Ця програма включала традиційні методи реабілітації, такі як масаж, фізичні вправи. Дослідження було проведене на базі відділення реабілітації 7 міської лікарні м. Запоріжжя. Контингентом дослідження стали 28 осіб після травматичної ампутації нижньої кінцівки віком від 19 до 54 років. Після реабілітації динаміка показників «загальне здоров'я» (GH) значно зросла. До початку проведення комплексної програми реабілітації показник у представників групи становив – $\bar{X} = 36$ балів ($S = 2,7$ бали), Me (25 %; 75 %) = 32,5 (31; 34) балів, після проведення комплексної програми реабілітації зміна відбулась наступним чином – $\bar{X} = 44,8$ балів ($S = 2,7$ бали), Me (25 %; 75 %) = 45,5 (43; 48) балів. Показник інтегральної шкали «фізичний компонент здоров'я» також значно збільшився після проведеної програми з – $\bar{X} = 140$ балів ($S = 3,6$ бали), Me (25 %; 75 %) = 141 (135; 147) балів до – $\bar{X} = 178$ балів ($S = 3,8$ бали), Me (25 %; 75 %) = 180,5 (176; 187) балів. Отримані в цьому дослідженні результати свідчать про ефективність запропонованої комплексної програми реабілітації, спрямованої на підготовку до протезування військовослужбовців після ампутації нижньої кінцівки на рівні гомілки (функціональні терапевтичні вправи, фізіотерапія, постізометрична релаксація, масаж) [13].

Yasin Ekinci та інші провели дослідження, метою якого було дослідити вплив різних технік кінезіологічного тейпування на параметри ходьби транстибіальної ампутації з обмеженням розгинання колінного суглоба. Два різні методи кінезіологічного тейпування (кінезіотейп і динамічний тейп) були застосовані до транстибіального пацієнта з обмеженням розгинання колінного суглоба. Ходьбу пацієнтів оцінювали за допомогою The Biodex Gait Trainer 2. Параметри ходи без стрічки були такими: середня швидкість ходьби 0,38 м/с, середній цикл кроку 0,48 цикл/с, середня довжина лівого кроку 50 см, середня довжина правого кроку 43 см, коефіцієнт варіації 9% ліворуч і коефіцієнт варіації 9% праворуч. Після накладення кінезіотейпу та динамічного тейпу ці значення були виміряні таким чином: середня швидкість ходьби 0,50,56 м/с, середній цикл кроку 0,51,56 цикл/с, середня довжина лівого кроку 61-60 см, середня довжина правого кроку 53- 54 см, коефіцієнт варіації 6%-

5% зліва і коефіцієнт варіації 6%-4% справа. Динамічний тейп і кінезіотейп позитивно вплинули на активні рухи суглобів і параметри ходьби. Стосовно швидкості ходьби та довжини кроку динамічний тейп виявився більш ефективним, ніж кінезіотейп. Методи тейпування, що застосовуються до людей з ампутуваними кінцівками, позитивно впливають на діапазон рухів, що, у свою чергу, призводить до покращення параметрів ходьби [9].

Джакомо Валле та інші дослідили як штучний зворотний зв'язок, відновлений через нейророботизовану ногу, впливає на сенсомоторні стратегії користувачів. Учасники (суб'єкти 1 і 2) перенесли трансфеморальну ампутацію внаслідок травматичних подій. Вони отримали імплантати чотирьох поперечних інтраневральних електродів у дистальному відділі великогомілкового нерва. Нейронний сенсорний зворотний зв'язок був охарактеризований і відновлений через сенсорну біонічну ногу. Біонічна нога була оснащена датчиками тиску під ступнею та кодувальником у коліні. Нейронна стимуляція керувалася зчитуванням цих датчиків. У результаті ця нервова стимуляція забезпечувала суб'єктам постійну тактильну інформацію та інформацію про положення протеза ноги протягом усього циклу ходи. Суб'єктів просили йти рівною злітно-посадковою смугою у зручному для них темпі. Обидва суб'єкти мали більшу мобільність, коли надавався сенсорний зворотний зв'язок ($P < 0,001$). Це вимірювалося швидкістю їхньої ходи. У суб'єкта 1 спостерігали збільшення швидкості приблизно на 10%. У суб'єкта 2 виміряли збільшення приблизно на 5%. Піддослідних також просили ходити кутовими сходами протягом 30 секунд. Мобільність (кількість кіл), досягнута двома суб'єктами, була вищою, ніж рухливість без стимуляції. Зокрема, суб'єкт 1 покращив свою швидкість (кількість кіл за сеанс) з $1,71 \pm 0,23$ до $1,91 \pm 0,24$, а суб'єкт 2 — з $1,67 \pm 0,25$ до $2,05 \pm 0,11$. Крім того, після кожного сеансу рухового завдання просили суб'єктів оцінити свою впевненість у собі (від 0 — зовсім не впевнено до 10 — надзвичайно впевнено) під час виконання завдань із сенсорним зворотним зв'язком і без нього. Результати показують, що суб'єкти мають вищу самовпевненість, коли забезпечувався інтраневральний сенсорний зворотний зв'язок. Упевненість випробуваного 1 змінилася з $5,9 \pm 0,5$ до $8,4 \pm 0,4$. У досліджуваного 2 самовпевненість змінилася з $3,4 \pm 0,5$ до $6,7 \pm 0,4$ [14].

Rami L. Abbas та інші дослідили вплив додавання тренінгу віртуальної реальності до традиційної програми реабілітації. Тридцять два пацієнта з травматичними ампутаціями нижніх кінцівок, які проходили програму реабілітації після облаштування принаймні 6 місяців тому, були набрані та випадковим чином розподілені на дві групи однакового розміру; група С (контрольна група) проходила традиційну програму вправ, а група VR (група віртуальної реальності) проходила додаткове навчання віртуальної реальності. Втручання проводилося протягом 6 тижнів зі швидкістю три сеанси на тиждень. Показниками результатів, які оцінювали до та після 6 тижнів, були шкала балансу Берга (BBS), тест «Вставай і йди» (TUG), динамічний індекс ходи (DGI) і тест 6-хвилинної ходьби (6 MWT). Обидва

втручання спричинили покращення всіх вимірюваних параметрів ($P < 0,05$); однак віртуальна реальність продемонструвала суттєво кращий вплив лише на маркери балансу, тест TUG, DGI та BBS ($P < 0,05$), але не на 6 MWT ($P > 0,05$)[15].

Висновки. Згідно із сучасними поглядами, виділяють 4 основні етапи реабілітації пацієнтів після ампутації нижньої кінцівки. На першому етапі, передопераційної реабілітації, активно застосовують лікувальну гімнастику та фізіотерапію для тренування рухливості м'язів і суглобів, зосереджуючись на збереженні сили та функції. Дослідження Juha M. Hijmans показало, що на сьогодні суттєво не вистачає інформації щодо попередньої реабілітації пацієнтів, яким призначено ампутацію нижньої кінцівки, та її впливу на післяопераційні результати пацієнтів. На II етапі, перед протезуванням, реабілітаційний процес включає вже згадані вище лікувальну гімнастику та фізіотерапію, а також масаж і кінезіотейпування. Саме комплексні програми, які включають поєднання декількох традиційних методів, дозволяють досягнути найкращих результатів. На III етапі, тренування з протезом, окрім вищезазначених методів, активно застосовуються інноваційні підходи: роботизовані протези, технології біологічного зворотного зв'язку, VR технології. Дослідження Джакомо Валле продемонструвало, що завдяки застосуванню роботизованого протезу у поєднанні з технологією біологічного зворотного зв'язку не лише збільшується швидкість руху пацієнта, а й зростає його впевненість. Дослідження Rami L. Abbas продемонструвало доцільність застосування VR технологій, завдяки яким спостерігається суттєво кращий вплив лише на маркери балансу, тест TUG, DGI та BBS ($P < 0,05$). IV етап, життєва реабілітація передбачає контроль пацієнта на предмет психосоціальної адаптації, патологій шкіри кукси, болю, скелетно-м'язових порушень, серцево-судинних захворювань, інших хронічних захворювань, здоров'я та забезпечення використання відповідного взуття для контралатеральної кінцівки.

Отже, сучасні тенденції поєднання традиційних методів з інноваційними підходами у реабілітації пацієнтів з ампутацією нижніх кінцівок є доцільним та виправданим. Саме завдяки використанню лікувальної гімнастики, масажу та кінезіотейпування у поєднанні з використанням технологій біологічного зворотного зв'язку, роботизованих систем та віртуальної реальності досягаються найкращі результати.

References.

- Nahorna O, Dekhteruk V. Fizychna terapiia khvorykh pislia amputatsii nyzhnikh kintsivok. R&R [internet]. 18, Veresen 2020 [tsyt. za 12, Cherven 2024];(6). <https://health.nuwm.edu.ua/index.php/rehabilitation/article/view/87>
- Coleman T. Amputee rate in Ukraine rises to level akin to WWI. The Week. August 2023. <https://theweek.com/russo-ukrainian-war/1025490/amputee-rate-in-ukraine-rises-to-level-akin-to-wwi>
- Arestova LIu, Manucharian SV. Metodyka fizychnoi rehabilitatsii osib pislia amputatsii nyzhnoi kintsivky na rivni homilky. Zbirnyk tez VI Vseukrainskoi molodizhnoi naukovopraktychnoi konferentsii z

mizhnarodnoiu uchastiu «Molodyi vchenyi: suchasni tendentsii formuvannia ta zberezhennia zdorovia liudyny». 2023 bereznia 30-31.

- Kireiev IV, Zhabotynska NV, Shtrygol SY, Bakumenko MG, Khizhnyak VM. Alhorytm rehabilitatsii patsiyentiv pislia amputatsii nyzhnoi kintsivky. Suchasni pytannia fizychnoi rehabilitatsii, rekreatsii ta fizychnoho vykhovannia riznykh hrup naselennia: zb. nauk. pr., m. Kharkiv, 17-18 lystop. 2022 r. Kharkiv; 2022. p. 17-19
- Hijmans JM, Dekker R, Geertzen JHB. Pre-operative rehabilitation in lower-limb amputation patients and its effect on post-operative outcomes. Med Hypotheses. 2020 Oct. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.110134>
- Korobko L, Markovych O, Chyzyshyn B. Fakhova medychna dopomoha fizychnoho terapevta z profilaktyky kontraktur pislia amputatsii nyzhnikh kintsivok. PCS [Internet]. 2022 Oct 27 Available from: <https://pcs.khmn.edu.ua/index.php/pcs/article/view/19>
- Kyryliuk VV, Sitovskiy AM. Likyvalnyi masazh pry zakhvoriuvanniakh ta travmakh oporno-rukhovalo aparatu: metodychni rekomendatsii. Lutsk; 2022.
- Biletska OM, Manucharyan SV, Rashad DA. Zastosuvannia likyvalnoho masazhu v kompleksii rehabilitatsiinykh zakhodiv pislia amputatsii nyzhnoi kintsivky. Aktualni pytannia suchasnoho masazhu. Nauk zhurn. 2023;1(8):171.
- Ekinci Y, Erbahçeci F, Dünger T. The effect of different taping techniques on transtibial amputation walking parameters: A case report. Prosthet Orthot Int. 2024 Jan 3. doi: 10.1097/PXR.0000000000000317.
- Fleming A, Stafford N, Huang S, Hu X, Ferris DP, Huang HH. Myoelectric control of robotic lower limb prostheses: a review of electromyography interfaces, control paradigms, challenges and future directions. J Neural Eng. 2021 Jul 27;18(4). DOI 10.1088/1741-2552/ac1176
- Moreira JVDs, Rodrigues K, Pinheiro DJLL, Cardoso T, Vieira JL, Cavalheiro E, Faber J. Electromyography biofeedback system with visual and vibratory feedbacks designed for lower limb rehabilitation. J Enabling Technol. 2023 Mar 13;17(1):1-11.DOI 10.1108/JET-05-2022-0039
- Ambron E, Buxbaum LJ, Miller A, Stoll H, Kuchenbecker KJ, Coslett HB. Virtual Reality Treatment Displaying the Missing Leg Improves Phantom Limb Pain: A Small Clinical Trial. Neurorehabilitation and Neural Repair. 2021;35(12):1100-1111. doi:10.1177/15459683211054164
- Podkur OO. Kompleksna rehabilitatsiia viiskovykh pislia amputatsii nyzhnoi kintsivky v period pidhotovky do protezuvannia: kvalifikatsiina robota mahistra spetsialnosti 227 "Fizychna terapiia, erhoterapiia". Ivchenko DV, naukovyi kerivnyk. Zaporizhzhia: ZNU; 2023. 63 s.
- Valle G, Saliji A, Fogle E, Cimolato A, Petrini FM, Raspopovic S. Mechanisms of neuro-robotic prosthesis operation in leg amputees. Sci Adv. 2021 Apr 21;7(17):eabd8354. doi: 10.1126/sciadv.abd8354. PMID: 33883127; PMCID: PMC8059925.
- Abbas RL, Cooreman D, Al Sultan H, El Noyal M,

Saab IM, El Khatib A. The Effect of Adding Virtual Reality Training on Traditional Exercise Program on Balance and Gait in Unilateral, Traumatic Lower Limb Amputee. *Games Health J.* 2021 Feb;10(1):50-56. doi: 10.1089/g4h.2020.0028. Erratum in: *Games Health J.* 2021 Apr;10(2):145. doi: 10.1089/g4h.2020.0028. correx. PMID: 33533682.

UDC 619.825:616-089.873

CURRENT TRENDS IN THE REHABILITATION OF PATIENTS WITH LOWER LIMB AMPUTATION

O.S. Yarmoshevysh, N.E. Nesterchuk, I.O. Mykhailova, O.V. Semenchuk, E.A. Dovnich, O.Yu. Sierkov

The National University of Water and Environmental Engineering, The Institute of Health Care, Department of Physical Therapy and Occupational Therapy, Department of Theory and Methodology of Physical Education, Rivne, Ukraine

ORCID ID: 0009-0003-5747-643X,
e-mail: o.s.yarmoshevysh@nuwm.edu.ua

ORCID ID: 0000-0003-2199-3403,
e-mail: n.e.nesterchuk@nuwm.edu.ua

ORCID ID: 0000-0003-0514-505X,
e-mail: i.o.mykhailova@nuwm.edu.ua

ORCID ID: 0009-0008-5475-0217,
e-mail: o.v.semenchuk@nuwm.edu.ua

ORCID ID: 0009-0009-5953-5169,
e-mail: e.a.dovnich@nuwm.edu.ua

ORCID ID: 0009-0009-2490-792X,
e-mail: o.y.sierkov@nuwm.edu.ua

Abstract. Amputation of a lower limb is a serious intervention that has a profound impact on a person's life and ability to work. The loss of a limb often causes significant physical and psychological changes that require comprehensive rehabilitation. The patient faces new physical limitations, such as loss of mobility, changes in balance and the need to adapt to prostheses. According to a report by the Wall Street Journal, since the beginning of the Russian-Ukrainian war, the number of people in need of amputation in Ukraine has risen to levels not seen since the First World War. The publication estimates that between 20,000 and 50,000 Ukrainians have lost one or two limbs. Therefore, the study of current trends in the rehabilitation of patients with lower limb amputation in the context of war in Ukraine is extremely relevant.

Purpose. To analyse and systematise current trends in the rehabilitation of patients with lower limb amputation.

Materials and methods. To achieve the objectives of the study, the researchers analysed scientific literature and systematised information using electronic databases such as PubMed, Google Scholar and others.

Research results. Today, physical therapy for patients with lower limb amputation is characterised by a combination of traditional rehabilitation methods and innovative approaches. Kireev and others developed an algorithm that includes rehabilitation activities at 4 main stages. Preoperative rehabilitation, stage I, is aimed at improving postoperative outcomes. It has been suggested that the preoperative programme used in the treatment of young patients with lower limb amputation should consist of chest physiotherapy, muscle and joint mobility training, focusing on maintaining strength and function. During the second stage, before prosthetics, the rehabilitation process includes the aforementioned therapeutic gymnastics and physiotherapy, as well as massage and kinesiotaping. Important issues in preparing an amputated stump for prosthetics include preparing the postoperative wound and scar, controlling edema, preventing muscle atrophy, and preventing the formation of contractures in the joints of the amputated lower limb. In addition to the above-mentioned traditional methods, innovative approaches are actively used at the stage of training with a prosthesis: robotic prostheses, biofeedback technologies, and VR technologies. Giacomo Valle's research has shown that the use of a robotic prosthesis in combination with biofeedback technology not only increases the patient's movement speed, but also increases his or her confidence. Research by Rami L. Abbas demonstrated the feasibility of using VR technologies, which showed a significant improvement in the balance markers, TUG, DGI and BBS tests ($P < 0.05$). Life-long rehabilitation, stage IV, involves monitoring the patient for psychosocial adaptation, stump skin pathologies, pain, musculoskeletal disorders, cardiovascular diseases, other chronic diseases, health, and ensuring the use of appropriate footwear for the contralateral limb.

Conclusions. Thus, the current trends in combining traditional methods with innovative approaches in the rehabilitation of patients with lower limb amputation are appropriate and justified. It is through the use of therapeutic gymnastics, massage and kinesiotaping in combination with the use of biofeedback technologies, robotic systems and virtual reality that the best results are achieved.

Keywords: lower limb amputation, therapeutic gymnastics, massage, kinesiotaping, robotic prosthesis, biofeedback technology, virtual reality technology, traditional methods. Innovative approaches.

Стаття надійшла в редакцію 19.08.2024 р.

Стаття прийнята до друку 24.09.2024 р.