

©С. А. Сура <https://orcid.org/0009-0009-9758-4199>

©Д. В. Попович <https://orcid.org/0000-0002-5142-2057>

*Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України,
Тернопіль, Україна*

РОЛЬ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ У ВІДНОВЛЕННІ ФУНКЦІЇ НИЖНІХ КІНЦІВОК

РЕЗЮМЕ. Результати численних досліджень, опублікованих у міжнародних базах даних, зокрема PubMed, свідчать про зростаючу ефективність комплексних реабілітаційних програм, які інтегрують технологічні рішення в практику фізичної терапії. Однак наукова інформація щодо порівняльної результативності різних підходів залишається фрагментованою. Це обумовило необхідність систематизації сучасних даних і визначення ключових напрямів розвитку технологічно орієнтованої фізичної терапії.

Мета дослідження – здійснити системний огляд і порівняльний аналіз наукових публікацій та літературних джерел із бази PubMed щодо ефективності комплексної фізичної терапії у відновленні пацієнтів після перенесених травм із використанням сучасних методів і технологій.

Матеріал і методи. У процесі дослідження було використано метод аналізу наукової літератури для систематизації інформації щодо ролі фізичної терапії у відновленні функцій нижніх кінцівок. Дослідження базується на узагальненні даних, опублікованих у наукових джерелах.

Результати. Системний аналіз 16 досліджень із бази PubMed підтвердив високу ефективність комплексної фізичної терапії у відновленні функцій нижніх кінцівок після травм, інсультів і хірургічних утручань. Найкращі результати спостерігалися при поєднанні традиційних фізичних вправ із сучасними технологіями – роботизованими системами, VR-тренуваннями та антигравітаційними біговими доріжками. Ранній початок реабілітації та індивідуальність дозування навантаження сприяли швидшому відновленню сили, координації й ходи. Технологічна підтримка забезпечувала точний біомеханічний контроль і підвищувала мотивацію пацієнтів. Загалом, комплексний і поетапний підхід довів свою перевагу над ізольованими методами лікування, формуючи основу сучасної ефективної фізичної реабілітації.

Висновок. Комплексна фізична терапія є основою відновлення функцій нижніх кінцівок після травм, операцій та неврологічних порушень. Найефективнішими визнано програми, що поєднують активні вправи, баланс-тренування, силові навантаження й сучасні технології. Ранній початок і індивідуальний підбір навантажень сприяють швидшому відновленню рухів і зменшують ризик ускладнень.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: фізична терапія; реабілітація; опорно-руховий апарат; методи реабілітації.

Вступ. Фізична терапія є одним із провідних напрямів сучасної медицини та реабілітації, що спрямований на відновлення функцій організму після травм, захворювань чи хірургічних утручань. Особливе місце у фізичній терапії займає відновлення функції нижніх кінцівок, оскільки вони є основною опорною та руховою структурою людського тіла, забезпечують пересування, підтримку рівноваги та якість життя в цілому. Втрата або обмеження функцій нижніх кінцівок значно знижує рівень соціальної адаптації людини, впливає на її психологічний стан та працездатність. Саме тому комплексна фізична терапія стає ключовим фактором у відновленні пацієнтів після травм, інсультів, операцій чи хронічних захворювань опорно-рухового апарату. Сучасна реабілітаційна практика ґрунтується на поєднанні традиційних методів лікувальної фізкультури, кінезіотерапії, масажу та ерготерапії із впровадженням інноваційних технологій, які розширюють можливості терапевта та пацієнта. До таких технологій належать роботизовані тренажери,

екзоскелети, біомеханічні сенсорні системи, технології віртуальної реальності та телереабілітаційні платформи. Їх використання дозволяє здійснювати об'єктивний контроль за руховими параметрами, підвищувати точність дозування навантаження, забезпечувати мотивацію пацієнта та індивідуалізувати програму відновлення. Результати численних досліджень, опублікованих у міжнародних базах даних, зокрема PubMed, свідчать про зростаючу ефективність комплексних реабілітаційних програм, які інтегрують технологічні рішення в практику фізичної терапії. Однак наукова інформація щодо порівняльної результативності різних підходів залишається фрагментарною. Це обумовлює необхідність систематизації сучасних даних і визначення ключових напрямів розвитку технологічно орієнтованої фізичної терапії.

Мета дослідження – здійснити системний огляд і порівняльний аналіз наукових публікацій та літературних джерел із бази PubMed щодо ефективності комплексної фізичної терапії у від-

новленні пацієнтів із використанням сучасних методів і технологій.

Матеріал і методи дослідження. Проведено систематичний огляд літератури в базі PubMed (2015–2025 рр.) з використанням ключових слів physical therapy, rehabilitation, modern technologies, functional recovery, lower limbs, включаючи рандомізовані контрольовані дослідження, систематичні огляди та мета-аналізи, що оцінювали комплексні програми фізичної терапії з сучасними методами (роботизовані системи, віртуальна реальність, біологічний зворотний зв'язок, електростимуляція, кінезіотейпування) для відновлення функцій нижніх кінцівок після травм, інсультів або ортопедичних утручань. Порівняльний аналіз ефективності втручань проводився відповідно до принципів PRISMA на основі клінічних показників – м'язової сили, обсягу рухів, ходьби, балансу та рівня функціональної самостійності – з метою визначення найдієвіших підходів сучасної фізичної терапії.

Результати й обговорення. Системний огляд наукових публікацій із бази PubMed дозволяє оцінити ефективність комплексної фізичної терапії при відновленні функцій нижніх кінцівок [1, 2].

Ефективність комплексної фізичної терапії у відновленні функцій нижніх кінцівок активно досліджується в останні роки, що зумовлено розвитком технологій робот-асистованої реабілітації, віртуальної реальності та систем біологічного зворотного зв'язку. Систематичний огляд Hao Q. H., Qiu M. M., Wang J., Tu Y., Lv Z. H., Zhu T. M. (2025) [1] продемонстрував, що використання роботизованих систем у пацієнтів після інсульту достовірно покращує моторну функцію нижніх кінцівок, збільшуючи силу, швидкість ходи та координацію рухів. Найкращі результати спостерігаються при поєднанні робот-асистованої терапії зі стандартними програмами фізичних/терапевтичних вправ, що свідчить про синергетичний ефект комплексного підходу.

Позитивні результати щодо поєднання фізичних і когнітивних стимулів у процесі реабілітації наведено у дослідженні Fusco A., Giovannini S., Castelli L., Coraci D., Gatto D. M., Reale G., Pastorino R., Padua L. (2022) [2]. Автори довели, що інтеграція віртуальної реальності у програми відновлення нижніх кінцівок сприяє підвищенню мотивації, залученості даних пацієнтів і водночас покращує як моторні, так і когнітивні результати. Зокрема, VR-заняття посилюють ефект фізичних вправ за рахунок підвищення кількості повторень та залучення сенсомоторного контролю.

У дослідженні Ruan Y., Wang F., Du X., Sun S. (2023) [3] показано, що комплексна програма реабілітаційного догляду після переломів нижніх кінцівок, яка включала ранню мобілізацію, контроль

венозного кровообігу та індивідуальну фізичну терапію, істотно знижує ризик тромбозу та підвищує показники якості життя. Це підтверджує важливість інтеграції фізичних і профілактичних компонентів у процес відновлення.

Мета-аналіз Jeon B. J., Kim W. H., Park E. Y. (2015) [4] підкреслює значення повторюваних та task-oriented тренувань у відновленні ходи після інсульту. Такі протоколи сприяють формуванню стійких моторних навичок, підвищують силу й витривалість нижніх кінцівок. Аналогічно, Bisca G. W., Morita A. A., Hernandez N. A., Probst V. S., Pitta F. (2015) [4] у систематичному огляді серед пацієнтів із хронічними обструктивними захворюваннями легень виявили, що прості тести функції нижніх кінцівок (TUG, 6MWT, 5×STS) є чутливими індикаторами покращення після програми фізичної терапії, що робить їх універсальним інструментом оцінки результатів реабілітації.

У свою чергу, Williamson W., Kluzek S., Roberts N., Richards J., Arden N., Leeson P., Newton J., Foster C. (2015) [6] показали ефективність поведінкових інтервенцій фізичної активності у пацієнтів з остеоартритом нижніх кінцівок, де спостерігалось достовірне підвищення рівня рухової активності та покращення функціональної спроможності. Це свідчить про те, що навіть немеханізовані, але комплексно структуровані втручання можуть забезпечувати суттєвий клінічний ефект.

Таким чином, результати аналізу підтверджують, що комплексна фізична терапія, яка поєднує традиційні фізичні вправи, технологічні інновації (робот-асистовані системи, VR), а також профілактичні та поведінкові стратегії, є найбільш ефективною для відновлення функцій нижніх кінцівок. Її ефективність зумовлена мультифакторним впливом – від стимуляції нейропластичності до підвищення мотивації та зменшення ускладнень.

Важливим напрямом сучасної реабілітації після травм нижніх кінцівок є застосування новітніх технологій, спрямованих на зменшення навантаження, контроль ваги тіла та відновлення фізіологічного патерну ходи. Рандомізоване клінічне дослідження Palke L., Schneider S., Karich B., Mende M., Josten C., Böhme J., Henkelmann R. (2022) [7] довело, що використання бігових доріжок із підтримкою частини маси тіла (anti-gravity treadmill) у пацієнтів після оперативного лікування переломів гомілковостопного суглоба та великогомілкової кістки суттєво покращує кінематичні показники ходи, силу м'язів і зменшує атрофію протягом року після операції. Це свідчить про високу ефективність поступової мобілізації з контрольованим навантаженням у ранньому післяопераційному періоді, що відповідає принципам поетапної кінезіотерапії.

Віртуальна реальність також залишається перспективним напрямом відновлення після інсульту. Систематичний огляд Luque-Moreno C., Ferragut-Garcías A., Rodríguez-Blanco C., Heredia-Rizo A. M., Oliva-Pascual-Vaca J., Kiper P., Oliva-Pascual-Vaca Á. (2015) [8] узагальнив результати понад десяти років досліджень і підтвердив, що VR-технології, інтегровані в програми фізичної терапії нижніх кінцівок, сприяють поліпшенню балансу, координації та швидкості ходи. Найбільшу ефективність VR демонструє при поєднанні з традиційними вправами або роботизованими системами, оскільки забезпечує активну сенсомоторну стимуляцію та мотиваційний ефект, що особливо важливо на етапі нейропластичного відновлення після інсульту.

В аспекті спортивної реабілітації Barton C. J., Bonanno D. R., Carr J., Neal B. S., Malliaras P., Franklyn-Miller A., Menz H. B. (2016) [9] показали, що перенавчання техніки бігу (running retraining) у поєднанні з індивідуальним кінезіологічним аналізом ефективно зменшує біль, навантаження на колінний суглоб та ризик повторних травм нижніх кінцівок. Експертний консенсус підтвердив, що корекція патерну руху та підвищення пропріоцепції мають ключове значення у запобіганні хронічним перевантаженням, особливо у спортсменів з порушенням біомеханіки стопи та гомілки.

Систематичний огляд Yu H., Randhawa K., Côté P., Optima Collaboration (2016) [10] узагальнив ефективність фізичних чинників (ультразвук, електротерапія, лазер, кріо- та теплотерапія) при пошкодженнях м'яких тканин нижніх кінцівок. Автори зазначають, що хоча фізичні чинники можуть полегшувати біль і зменшувати запалення у короткостроковій перспективі, довготривалий функціональний ефект досягається лише при їх поєднанні з активними формами терапії – ліку-

вальною гімнастикою, мануальною терапією або тренуванням сили. Це підкреслює допоміжний, а не провідний характер пасивних методів у реабілітаційному процесі.

Дослідження Dehghan N., Mitchell S. M., Schemitsch E. H. (2018) [11] також підтверджує значення ранньої активізації пацієнтів після остеосинтезу переломів нижніх кінцівок. Поєднання поступового навантаження, координаційних вправ і контролю м'язового тону дає змогу скоротити термін втрати функції та запобігти контрактурам. Автори наголошують на необхідності мультидисциплінарного підходу, який поєднує ортопедичне лікування, фізичну терапію й медсестринський моніторинг для забезпечення стійкого відновлення.

Профілактичний аспект комплексної терапії розкрили Al Attar W. S. A., Soomro N., Sinclair P. J., Pappas E., Sanders R. H. (2017) [12] у мета-аналізі програм запобігання травмам у футболістів. Доведено, що додавання вправ Nordic Hamstring до стандартних тренувань знижує ризик травм задньої групи м'язів стегна на 51 %. Таким чином, комплексні програми з акцентом на силову підготовку, гнучкість та контроль руху здатні суттєво зменшити частоту травм нижніх кінцівок у спортивній популяції.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що ефективність комплексної фізичної терапії при відновленні функцій нижніх кінцівок підтверджена у різних пацієнтів – від постінсультних до травматологічних і спортивних. Ключовим є поєднання активних вправ, технологічної підтримки (VR, anti-gravity treadmill), профілактичних заходів та індивідуалізації програми. Таке інтегроване відновлення сприяє не лише покращенню біомеханічних параметрів руху, а й зниженню ризику повторних ушкоджень, формуючи основу для тривалої функціональної стабільності (табл. 1).

Таблиця 1. Порівняльний аналіз статей, у якому узагальнено методи, цільову аудиторію, основні результати та клінічні висновки

Автори, рік	Популяція	Методика / втручання	Основні результати	Клінічні висновки
1	2	3	4	5
Luque-Moreno et al., 2015	Пацієнти після інсульту	Віртуальна реальність для реабілітації нижніх кінцівок	Поліпшення балансу, координації та швидкості ходи; підвищення мотивації	VR ефективна при поєднанні з традиційними фізичними вправами; рекомендовано для стимуляції нейропластичності
Barton et al., 2016	Спортсмени / пацієнти з травмами нижніх кінцівок	Ретренінг бігу та корекція рухових патернів	Зниження болю, покращення техніки бігу, зменшення ризику повторних травм	Корекція біомеханіки та пропріоцептивне тренування важливі для профілактики повторних ушкоджень

1	2	3	4	5
Yu et al., 2016	Пацієнти з ушкодженнями м'яких тканин нижніх кінцівок	Фізичні чинники: УЗ, електростимуляція, лазер, кріо-/теплотерапія	Зменшення болю та запалення у короткостроковій перспективі	Фізичні чинники ефективні лише як допоміжний засіб у поєднанні з активними вправами
Dehghan et al., 2018	Пацієнти після остеосинтезу верхніх і нижніх кінцівок	Раннє активне навантаження, кінезіотерапія, контроль м'язового тону	Прискорене відновлення функцій, зменшення контрактур	Раннє і структуроване втручання після операції забезпечує кращі функціональні результати
Al Attar et al., 2017	Футболісти / спортивна популяція	Програми профілактики травм із вправами Nordic Hamstring	Зниження частоти травм задньої групи м'язів стегна на 51 %	Силові та специфічні профілактичні вправи ефективні для зменшення ризику травм нижніх кінцівок

Рання ініціація фізіотерапевтичного втручання в післяопераційному періоді після планової ендопротезної заміни нижньої кінцівки асоціюється з кращими клінічними результатами, скороченням тривалості госпіталізації та підвищенням ймовірності відновлення незалежності у повсякденній діяльності. Систематичний огляд і мета-аналіз Haas R., Sarkies M., Bowles K. A., O'Brien L., Haines T. (2016) [13] показали, що початок фізичної терапії в гострій фазі після артропластики сприяє покращенню функціональних показників та зменшенню ускладнень у коротко- та середньостроковому періоді. Отримані дані підтримують модель ранньої мультидисциплінарної допомоги, в якій фізіотерапія виступає провідним компонентом у швидкій післяопераційній реабілітації.

Параметри дозування тренувального навантаження відіграють визначальну роль у формуванні ефективності програм баланс-тренувань. Мета-аналіз Lesinski M., Hortobágyi T., Muehlbauer T., Gollhofer A., Granacher U. (2015) [14] охарактеризував дозо-відповідні залежності для програм тренування рівноваги у здорових дорослих: оптимальні результати спостерігаються при періоді тренування ~11–12 тижнів з частотою приблизно 3 сеанси на тиждень і мінімальним обсягом повторень, який забезпечує нейром'язову адаптацію. Висновок підкреслює необхідність стандартизації тривалості, частоти та обсягу тренувань у клінічних протоколах реабілітації для досягнення максимального покращення постуральної стійкості.

Координований фізіотерапевтичний підхід при неврологічних ушкодженнях залишається базисом відновного процесу: Кокранівський огляд Pollock A., Baer G., Campbell P., Choo P. L., Forster A., Morris J., Pomeroy V. M., Langhorne P. (2014) [15] підтвердив, що фізична реабілітація в цілому ефективно підвищує функціональну незалежність і мо-

більність після інсульту – ефект помітний, порівняно з відсутністю втручання, і зберігається протягом подальшого періоду спостереження у кількох дослідженнях. Відтак, мультикомпонентні програми (поєднання аеробного, силового, балансного й task-oriented тренування) рекомендуються як стандарт догляду для пацієнтів після інсульту.

У травматологічній практиці та при остеопоротичних переломах останні рекомендації акцентують увагу на індивідуалізованих програмах реабілітації з урахуванням особливостей остеосинтезу і кісткової якості. Огляд Singh A., Kumar A., Kale S. Y., Prakash S., & Kumar V. (2024) [16] узагальнює підходи до відновлення після фіксації переломів в остеопоротичній кістці, наголошуючи на важливості поступового навантаження, підвищення м'язової сили й контролю функції – заходів, що зменшують ризик повторних ускладнень та сприяють відновленню біомеханічної цілісності кінцівки.

Комплексна, стандартизована та персоналізована програма фізичної терапії є ключовою для відновлення функцій нижніх кінцівок у різних клінічних популяціях. Комплексна фізична терапія є провідною стратегією у відновленні функцій нижніх кінцівок після травм, оперативних втручань і неврологічних уражень. Узагальнення результатів низки клінічних і експериментальних досліджень засвідчує, що комбінація кінезіотерапії, фізичних чинників, сенсомоторного тренування та технологій біомеханічного контролю забезпечує значне підвищення ефективності реабілітаційного процесу. Ефект проявляється у скороченні періоду іммобілізації, покращенні амплітуди рухів, відновленні стійкості ходи та нормалізації нейром'язової координації.

Важливим компонентом сучасної реабілітації є використання технологічно підтриманих методів тренування, що дозволяють точно дозувати наван-

таження та контролювати біомеханічні параметри. Так, Palke L., Schneider S., Karich B., Mende M., Josten C., Böhme J., Henkelmann R. (2022) [7] довели ефективність антигравітаційної бігової доріжки у пацієнтів після хірургічного лікування переломів гомілки та щиколотки – вже через рік відзначено суттєве зменшення атрофії м'язів і покращення ходи. Подібні висновки підтверджуються роботизованими платформами та системами зворотного біомеханічного зв'язку, які дозволяють моделювати безпечне часткове навантаження кінцівки.

Узагальнення результатів 16 досліджень дозволяє зробити кілька ключових висновків.

По-перше, найвищу ефективність відновлення функцій нижніх кінцівок демонструють багатокомпонентні програми, що поєднують активні рухи, стабілізаційні вправи, баланс-тренування та технології біомеханічного контролю.

По-друге, ранній початок реабілітації після оперативного або травматичного втручання суттєво покращує функціональні результати.

По-третє, використання інноваційних технологій, зокрема антигравітаційних систем і VR-платформ, підсилює нейропластичні процеси та підвищує мотивацію пацієнта. Нарешті, індивідуалізація дозування навантаження відповідно до віку, типу ушкодження і рівня функціонального дефіциту є вирішальним чинником ефективності реабілітації.

Таким чином, комплексна фізична терапія, побудована на принципах поступовості, сенсомоторної інтеграції та індивідуалізації, забезпечує найкращі результати у відновленні рухових функцій нижніх кінцівок після травм, хірургічних втручань та неврологічних порушень. Її ефективність доведена численними систематичними оглядами, мета-аналізами та клінічними дослідженнями, що робить даний підхід пріоритетним у сучасній фізичній реабілітації.

Висновки. Комплексна фізична терапія є ключовим фактором відновлення функцій нижніх кінцівок у пацієнтів із травмами, після оперативного лікування та неврологічних порушень.

Синтез даних із 16 досліджень свідчить, що найвищу ефективність демонструють багатокомпонентні програми, які поєднують активні вправи, баланс-тренування, силові навантаження, технологічні методи (робот-асистовані системи, VR, антигравітаційні доріжки) та профілактичні заходи.

Ключові чинники успішної реабілітації включають ранній початок фізичної терапії, поступове дозування навантаження, індивідуалізацію вправ з урахуванням особливостей пацієнта і типу ушкодження, а також стимуляцію нейропластичних процесів і мотивації. Такий інтегрований підхід дозволяє не лише прискорити відновлення рухових функцій, а й знизити ризик повторних травм і ускладнень, підвищуючи загальну якість життя пацієнтів.

Таким чином, сучасні наукові дані підтверджують, що комплексна фізична терапія є оптимальною стратегією для відновлення нижніх кінцівок і повинна розглядатися як стандарт у реабілітаційних протоколах для різних клінічних категорій пацієнтів.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження мають зосередитися на оптимізації комплексних реабілітаційних програм, включаючи поєднання традиційних і технологічно підтриманих методів (VR, роботизовані системи, антигравітаційні доріжки). Важливо оцінювати довгострокові результати, індивідуалізувати навантаження відповідно до особливостей пацієнта та досліджувати економічну ефективність втручань. Такі підходи дозволять підвищити безпеку, ефективність і стандартизувати відновлення функцій нижніх кінцівок.

Джерела фінансування. Власні кошти авторів.

Внесок авторів:

С. А. Сура – проведення наукового пошуку, аналіз та оформлення статті, огляд літератури, написання статті;

Д. В. Попович – редагування, затвердження статті.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. The effect of lower limb rehabilitation robot on lower limb - motor function in stroke patients: a systematic review and meta-analysis / Hao Q. H. et al. *Systematic reviews*. 2025. No. 14 (1). P. 70. <https://doi.org/10.1186/s13643-025-02759-6>
2. Virtual Reality and Lower Limb Rehabilitation: Effects on Motor and Cognitive Outcome - A Crossover Pilot Study / Fusco A. et al. *Journal of clinical medicine*. 2022. No. 11 (9). P. 2300. <https://doi.org/10.3390/jcm11092300>

3. Ruan Y., Wang F., Du X., Sun S. Rehabilitation nursing after lower limb fracture: Preventing deep vein thrombosis and enhancing quality of life. *Medicine* 2023. No. 102 (47). P. e36180. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000036180>
4. Jeon B. J., Kim W. H., Park E. Y. Effect of task-oriented training for people with stroke: a meta-analysis focused on repetitive or circuit training. *Topics in stroke rehabilitation*. 2015. No. 22 (1). P. 34–43. <https://doi.org/10.1179/1074935714Z.00000000035>

5. Simple Lower Limb Functional Tests in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review / Bisca G. W. et al. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2015. No. 96 (12). P. 2221–2230. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.07.017>
6. Behavioural physical activity interventions in participants with lower-limb osteoarthritis: a systematic review with meta-analysis / Williamson W. et al. *BMJ open*. 2015. No. 5 (8). P. e007642. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-007642>
7. Anti-gravity treadmill rehabilitation improves gait and muscle atrophy in patients with surgically treated ankle and tibial plateau fractures after one year: A randomised clinical trial / Palke L. et al. *Clinical rehabilitation*. 2022. No. 36 (1). P. 87–98. <https://doi.org/10.1177/02692155211037148>
8. A Decade of Progress Using Virtual Reality for Poststroke Lower Extremity Rehabilitation: Systematic Review of the Intervention Methods / Luque-Moreno C. et al. *BioMed research international*. 2015. P. 342529. <https://doi.org/10.1155/2015/342529>
9. Running retraining to treat lower limb injuries: a mixed-methods study of current evidence synthesised with expert opinion / Barton C. J. et al. *British journal of sports medicine*. 2016. No. 50 (9). P. 513–526. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095278>
10. The Effectiveness of Physical Agents for Lower-Limb Soft Tissue Injuries: A Systematic Review / Yu H. et al. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2016. No. 46(7). P. 523–554. <https://doi.org/10.2519/jospt.2016.6521>
11. Dehghan N., Mitchell S. M., Schemitsch E. H. Rehabilitation after plate fixation of upper and lower extremity fractures. *Injury*. 2018. No. 49 Suppl 1. P. S72–S77. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(18\)30308-5](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(18)30308-5)
12. Effect of Injury Prevention Programs that Include the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injury Rates in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis / Al Attar W. S. A et al. *Sports medicine (Auckland N.Z.)*. 2017. No. 47 (5). P. 907–916. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0638-2>
13. Early commencement of physical therapy in the acute phase following elective lower limb arthroplasty produces favorable outcomes: a systematic review and meta-analysis examining allied health service models / Haas R. et al. *Osteoarthritis and cartilage*. 2016. No. 24 (10). P. 1667–1681. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2016.05.005>
14. Dose-response relationships of balance training in healthy young adults: a systematic review and meta-analysis / Lesinski M. et al. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*. 2015. No. 45 (4). P. 557–576. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0284-5>
15. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke / Pollock A. et al. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2014. 2014 (4). P. CD001920. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001920.pub3>
16. Rehabilitation After Lower Limb Fracture Fixation in Osteoporotic Bone / Singh A. et al. *Indian journal of orthopaedics*. 2024. No. 59 (3). P. 405–413. <https://doi.org/10.1007/s43465-024-01325-x>

REFERENCES

1. Hao QH, Qiu MM, Wang J, Tu Y, Lv ZH, Zhu TM. The effect of lower limb rehabilitation robot on lower limb motor function in stroke patients: a systematic review and meta-analysis. *Syst Rev*. 2025;14(1):70. DOI:10.1186/s13643-025-02759-6
2. Fusco A, Giovannini S, Castelli L, Coraci D, Gatto DM, Reale G, Pastorino R, Padua L. Virtual reality and lower limb rehabilitation: effects on motor and cognitive outcome – a crossover pilot study. *J Clin Med*. 2022;11(9):2300. DOI:10.3390/jcm11092300
3. Ruan Y, Wang F, Du X, Sun S. Rehabilitation nursing after lower limb fracture: preventing deep vein thrombosis and enhancing quality of life. *Medicine (Baltimore)*. 2023;102(47):e36180. DOI:10.1097/MD.00000000000036180
4. Jeon BJ, Kim WH, Park EY. Effect of task-oriented training for people with stroke: a meta-analysis focused on repetitive or circuit training. *Top Stroke Rehabil*. 2015;22(1):34–43. DOI:10.1179/1074935714Z.00000000035
5. Bisca GW, Morita AA, Hernandez NA, Probst VS, Pitta F. Simple lower limb functional tests in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015;96(12):2221–2230. DOI:10.1016/j.apmr.2015.07.017
6. Williamson W, Kluzek S, Roberts N, Richards J, Arden N, Leeson P, Newton J, Foster C. Behavioural physical activity interventions in participants with lower-limb osteoarthritis: a systematic review with meta-analysis. *BMJ Open*. 2015;5(8):e007642. DOI:10.1136/bmjopen-2015-007642
7. Palke L, Schneider S, Karich B, Mende M, Josten C, Böhme J, Henkelmann R. Anti-gravity treadmill rehabilitation improves gait and muscle atrophy in patients with surgically treated ankle and tibial plateau fractures after one year: a randomised clinical trial. *Clin Rehabil*. 2022;36(1):87–98. DOI:10.1177/02692155211037148
8. Luque-Moreno C, Ferragut-Garcías A, Rodríguez-Blanco C, Heredia-Rizo AM, Oliva-Pascual-Vaca J, Kiper P, Oliva-Pascual-Vaca Á. A decade of progress using virtual reality for poststroke lower extremity rehabilitation: systematic review of the intervention methods. *Biomed Res Int*. 2015;2015:342529. DOI:10.1155/2015/342529
9. Barton CJ, Bonanno DR, Carr J, Neal BS, Malliaras P, Franklyn-Miller A, Menz HB. Running retraining to treat lower limb injuries: a mixed-methods study of current evidence synthesised with expert opinion. *Br J Sports Med*. 2016;50(9):513–526. DOI:10.1136/bjsports-2015-95278
10. Yu H, Randhawa K, Côté P, Optima Collaboration. The effectiveness of physical agents for lower-limb soft tissue injuries: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2016;46(7):523–554. DOI:10.2519/jospt.2016.6521
11. Dehghan N, Mitchell SM, Schemitsch EH. Rehabilitation after plate fixation of upper and lower extremity fractures. *Injury*. 2018;49 Suppl 1:S72–S77. DOI:10.1016/S0020-1383(18)30308-5

12. Al Attar WSA, Soomro N, Sinclair PJ, Pappas E, Sanders RH. Effect of injury prevention programs that include the Nordic hamstring exercise on hamstring injury rates in soccer players: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med (Auckl)*. 2017;47(5):907–916. DOI:10.1007/s40279-016-0638-2
13. Haas R, Sarkies M, Bowles KA, O'Brien L, Haines T. Early commencement of physical therapy in the acute phase following elective lower limb arthroplasty produces favorable outcomes: a systematic review and meta-analysis examining allied health service models. *Osteoarthritis Cartilage*. 2016;24(10):1667–1681. DOI:10.1016/j.joca.2016.05.005
14. Lesinski M, Hortobágyi T, Muehlbauer T, Gollhofer A, Granacher U. Dose-response relationships of balance training in healthy young adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med (Auckl)*. 2015;45(4):557–576. DOI:10.1007/s40279-014-0284-5
15. Pollock A, Baer G, Campbell P, Choo PL, Forster A, Morris J, Pomeroy VM, Langhorne P. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014; 2014(4):CD001920. DOI:10.1002/14651858.CD001920.pub3
16. Singh A, Kumar A, Kale SY, Prakash S, Kumar V. Rehabilitation after lower limb fracture fixation in osteoporotic bone. *Indian J Orthop*. 2024;59(3):405–413. DOI:10.1007/s43465-024-01325-x

S. A. Sura, D. V. Popovych

Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine

THE ROLE OF PHYSICAL THERAPY IN THE RESTORATION OF LOWER LIMB FUNCTION

SUMMARY. The results of numerous studies published in international databases, including PubMed, indicate the growing effectiveness of comprehensive rehabilitation programs that integrate technological solutions into physical therapy practice. However, scientific information on the comparative effectiveness of different approaches remains fragmented. This has necessitated the systematization of current data and the identification of key areas for the development of technology-oriented physical therapy.

The aim – to conduct a systematic review and comparative analysis of scientific publications and literature sources from the *PubMed* database on the effectiveness of complex physical therapy in the recovery of patients after injuries using modern methods and technologies.

Material and Methods. The study used a method of analyzing scientific literature to systematize information on the role of physical therapy in restoring lower limb function. The study is based on a summary of data published in scientific sources.

Results. A systematic analysis of 16 studies from the PubMed database confirmed the high effectiveness of comprehensive physical therapy in restoring lower limb function after injuries, strokes, and surgical interventions. The best results were observed when traditional physical exercises were combined with modern technologies—robotic systems, VR training, and anti-gravity treadmills. Early initiation of rehabilitation and individualized dosage of exercise contributed to faster recovery of strength, coordination, and gait. Technological support provided accurate biomechanical control and increased patient motivation. Overall, a comprehensive and phased approach has proven its superiority over isolated treatment methods, forming the basis of modern effective physical rehabilitation.

Conclusions. Comprehensive physical therapy is the basis for restoring lower limb function after injuries, surgeries, and neurological disorders. Programs that combine active exercises, balance training, strength training, and modern technologies are considered to be the most effective. Early onset and individual selection of loads contribute to faster recovery of movement and reduce the risk of complications.

KEY WORDS: physical therapy; rehabilitation; musculoskeletal system; rehabilitation methods.

Отримано 21.10.2025

Електронна адреса для листування: sophiasura798@gmail.com