

УДК 615.825-043.2:616.8-009.7:616-089.873:617.57/.58

DOI <https://doi.org/10.32782/health-2025.4.22>

## ВПЛИВ НЕЙРОПСИХОЛОГІЧНОЇ РУХОВОЇ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ФАНТОМНОГО БОЛЮ АМПУТОВАНОЇ КІНЦІВКИ

**Маркович Олексій Володимирович,**

кандидат педагогічних наук,  
доцент, доцент кафедри фізичної терапії, ерготерапії  
КЗВО «Рівненська медична академія»  
ORCID: 0000-0001-7917-3382

**Прокопчук Віта Юріївна,**

кандидат педагогічних наук,  
доцент, доцент кафедри фізичної терапії, ерготерапії,  
КЗВО «Рівненська медична академія»  
ORCID: 0000-0002-0562-9508

**Нагорна Ольга Борисівна,**

доктор наук фіз. вих. та спорту,  
доцент, професор кафедри терапії та реабілітації  
Національного університету водного  
господарства та природокористування.  
ORCID: 0000-0001-9834-7851

**Демчук Катерина Миколаївна,**

асистент кафедри фізичної терапії, ерготерапії,  
КЗВО «Рівненська медична академія»  
ORCID: 0000-0003-2411-6553

**Войтович Лілія Олегівна,**

асистент кафедри фізичної терапії, ерготерапії,  
КЗВО «Рівненська медична академія»  
ORCID: 0009-0008-1749-7507

*Ампутація кінцівки – це хірургічна операція з видалення частини або всієї кінцівки, що проводиться за життєвими показаннями – (гангрена, інфекція, пухлина) або внаслідок тяжкої травми (травматична ампутація). Ампутація спрямована на порятунок життя пацієнта, усунення вогнища інфекції чи нежиттєздатної тканини, з наступним формуванням кукси для наступного протезування*

*Ампутація кінцівки є комплексною фізичною та психологічною проблемою для пацієнта, що докорінно змінює його життя, відносини в сім'ї, на роботі, в суспільстві. Проблема супроводжується втратою мобільності, депресією фантомними болями та соціальною ізоляцією. На жаль, до теперішнього часу не має цілковитого розуміння про причини, механізми виникнення і способи подолання фантомного болю, а тому дослідження даної проблеми тривають.*

**Мета дослідження:** *Визначити ефективність подолання фантомного болю при комплексному застосуванні нейropsихологічних методів фізичної терапії (фантомно-ідеомоторної гімнастики і дзеркальної терапії) з метою подолання фантомного болю.*

**Матеріали та методи.** *В експериментальному дослідженні взяли участь 22 пацієнтів з помірними і сильними фантомними болями, за 6-ти бальною вербальною ранговою шкалою після ампутації кінцівок на рівні стегна і гомілки. Пацієнтів шляхом випадкового відбору було рівномірно розділено на дві групи – контрольну (n=11) і основну(n=11).*

*Протягом проведення експериментального дослідження пацієнти обох груп лікувалися та відновлювалися за однією методикою – програмою прийнятому в лікувальному закладі. Пацієнти ж основної групи додатково займалися за дослідницькою методикою. Експериментальне лікування продовжувалось 1,5 місяця. В першій половині дня пацієнти, під керуванням інструктора, по 15 хвилин виконували курси ідеомоторних вправ на ампутованій кінцівці, а в другій половині дня протягом 15 хвилин – сеанси дзеркального зорового зворотного зв'язку (дзеркальна терапія). Такий взаємодіючий ефект обох видів нейropsихологічної рухової фізичної активності сприяв формуванню і відновленню різноманітних взаємозв'язків в корі головного мозку, які вплинули на зниження інтенсивності фантомного больового відчуття.*

**Результати.** В результаті експериментального дослідження, яке тривало протягом 6-ти тижнів, було отримано результати: у пацієнтів основної групи значно зменшились фантомні больові відчуття у порівнянні з контрольною, а саме: потужність фантомного болю зменшилась з 7,18 до 4,05 балів, різниця склала 3,13 балів, що у процентному співвідношенні склала 45,03 %; фантомний біль у пацієнтів контрольної групи зменшився з 7,16 до 6,10 балів, тобто різниця склала 1,06 балів, або на 13,56 %. Таким чином, різниця динаміки інтенсивності фантомного болю між пацієнтами основної і контрольної групи становить 31,47 %.

**Висновок.** Методи нейропсихологічної рухової фізичної терапії, а саме – фантомно-ідеомоторні вправи із взаємодією з дзеркальною гімнастикою зорового зворотного зв'язку (дзеркальною терапією) є простими і доступними засобами подолання фантомного болю, що дозволяє широко практикувати дану методику в практичній діяльності фізичного терапевта.

**Ключові слова:** фізична реабілітація, ампутація кінцівки, фантомний біль, фантомно-ідеомоторна гімнастика, дзеркальна терапія.

### **Oleksii Markovych, Vita Prokopchuk, Olha Nahorna, Kateryna Demchuk, Lillia Voitovych. The effect of neuropsychological motor physical therapy on the intensity of phantom pain in amputated limbs**

*Limb amputation is a surgical procedure to remove part or all of a limb, performed for life-saving reasons (gangrene, infection, tumor) or as a result of severe trauma (traumatic amputation). Amputation is aimed at saving the patient's life, eliminating the source of infection or non-viable tissue, followed by the formation of a stump for subsequent prosthetics.*

*Limb amputation is a complex physical and psychological problem for the patient, radically changing their life, relationships in the family, at work, and in society. The problem is accompanied by loss of mobility, depression, phantom pain, and social isolation. Unfortunately, to date, there is no complete understanding of the causes, mechanisms, and ways to overcome phantom pain, and therefore research on this problem continues.*

*The aim of the study is to determine the effectiveness of overcoming phantom pain through the combined use of neuropsychological methods of physical therapy (phantom-ideomotor gymnastics and mirror therapy) with the aim of overcoming phantom pain.*

*Materials and methods.* Twenty-two patients with moderate to severe phantom pain, rated on a 6-point verbal rating scale, after amputation of the limbs at the hip and lower leg participated in the experimental study. Patients were randomly divided into two groups – control (n=11) and main (n=11).

*During the experimental study, patients in both groups were treated and rehabilitated using the same method – the program adopted by the medical facility. Patients in the main group additionally underwent treatment using the experimental method. The experimental treatment lasted 1.5 months. In the first half of the day, under the guidance of an instructor, patients performed 15-minute courses of ideomotor exercises on the amputated limb, and in the second half of the day, they underwent 15-minute sessions of mirror visual feedback (mirror therapy). This mutually reinforcing effect of both types of neuropsychological motor physical activity contributed to the formation and restoration of various connections in the cerebral cortex, which led to a reduction in the intensity of phantom pain.*

*Results.* As a result of the experimental study, which lasted for 6 weeks, the following results were obtained: in patients in the main group, phantom pain sensations significantly decreased compared to the control group, namely: the intensity of phantom pain decreased from 7.18 to 4.05 points, a difference of 3.13 points, which in percentage terms amounted to 45.03%; phantom pain in patients in the control group decreased from 7.16 to 6.10 points, i.e., the difference was 1.06 points, or 13.56%. Thus, the difference in the dynamics of phantom pain intensity between patients in the main and control groups is 31.47%.

*Conclusion.* Methods of neuropsychological motor physical therapy, namely phantom-ideomotor exercises combined with mirror gymnastics with visual feedback (mirror therapy), are simple and accessible means of overcoming phantom pain, which allows this technique to be widely practiced in the practical work of physical therapists.

**Key words:** physical rehabilitation, limb amputation, phantom pain, phantom-ideomotor gymnastics, mirror therapy.

**Вступ.** Фантомний больовий синдром, що виникає після ампутації кінцівки або її частини, є складною медичною та соціальною проблемою, яка дотепер не має раціонального рішення. Механізми, що лежать в основі даного больового синдрому, до кінця не вивчені, і традиційна медикаментозна терапія не завжди є однаково ефективною. В даний час актуальність вивчення зазначеної проблеми обумовлена зростанням кількості потерпілих при бойових конфліктах, стихійних лих, промислових катастроф, а також значною питомою вагою оклюзійних уражень судин нижніх кінцівок та пухлин. За характером фантомного болю їх поділяють на чотири основні групи:

1. Болі місцевого характеру, які іррадіюють у відсутні дистальні елементи відсутньої кінцівки – пальці, ступню, п'яту тощо за типом неврологічних болів, і відчуються пацієнтами як рвучі, стріляючі, колючі.

2. Болі кінестетичні або типу «крампі», при яких больові відчуття приймаються як наслідок розтягування, викручування, стиснення м'язів відсутньої частини кінцівки – у вигляді міотонічного синдрому.

3. Болі каузальнішого кшталту, при яких превалює вегетативна складова – вони описуються як палючі та пекучі.

4. Змішані болі невизначеного характеру.

Фантомні болі можуть проявлятися у вигляді приступів, характер яких варіює за тривалістю, однак вони можуть бути постійними або мати мінливий характер і з'являтися незалежно від давності після ампутації [1].

Необхідність своєчасно і адекватно коректувати хронічний больовий синдром обумовлена не лише інтенсивністю і частотою больових проявів, великим відсотком больових рецидивів, а також їх суттєвим впливом на показники якості життя. Фантомні болі часто обтяжують болісними розладами різні видів чутливості і крім інвалідизації спричиняють соціальну дезадаптацію пацієнтів через емоційні розлади (страх, стрес, депресія тривога), до проблем з адекватним протезуванням [2].

Проблеми лікування пацієнтів з постійними проявами фантомного болю вказують про виникнення та функціонування в структурах центральної нервової системи вогнищ патологічно посиленого збудження, що становлять єдину патологічну больову систему, з гіперактивністю, і сприйнятливостю до різних несприятливих факторів – охолодження кукси, зміни погоди, погіршення загального стану тощо.

Периферична складова фантомного болю утворює стійкий зв'язок з центральною нервовою системою, шляхом підвищення збудливості та реактивності центробіжних нервових волокон, нейронів задніх рогів спинного мозку і вищих нервових структур, завдяки чого біль стає генералізованим [3].

Таким чином фантомний больовий синдром є складним патологічним комплексом нейропсихологічного походження, через складну перебудову нервової системи. Центральна нервова система – головний і спинний мозок «не встигають» адаптуватися до ампутації кінцівки, не вловлюють звичні сигнали та починають невірно трактувати нервові імпульси, що призводить до виникнення болю.

Необхідно також зважати на наявність так званої соматосенсорної карти мозку – мозок має «карту» тіла, і після ампутації сусідні ділянки цієї системи можуть «перепризначати» собі зони впливу втраченої кінцівки. Постійно збуджені нервові закінчення в ділянці ампутаційної кукси, зміни в спинному і головному мозку запускають помилкові больові сигнали, а «соматосенсорна пам'ять» мозку та психологічні фактори (депресія, стрес) погіршують ситуацію, продукуючи відчуття болю [4].

Під час ампутації периферичні нерви, які раніше іннервували кінцівку, перерізаються, але мозок намагається знайти ці сигнали. В резуль-

таті чого відбувається так звана кортикальна реорганізація – зміщення зон мозку, що відповідають за чутливість, утворюючи хибне сприйняття. Крім того, в ділянці ампутації часто виникають невроми – патологічні вузли нервового походження, які викликають постійне збудження больових рецепторів.

Значну роль у механізмі виникнення фантомного болю відіграють і тригерні зони – фізичні фактори, такі як м'язова напруга в куксі, інфекції, проблеми з кровообігом, а також емоційні фактори [5].

Однак потрібно розуміти, що наявність фантомного болю після ампутації кінцівки можна в певній мірі адаптувати до нових реалій завдяки нейропластичності центральної нервової системи, тобто здатності мозку до «перебудови». Експериментальні дослідження підтвердили, що пластичність нервової системи зберігається протягом усього життя, сприяючи можливості для перенавчання та відновлення, навіть при серйозних проблемах.

На даний час, при лікуванні фантомного болю застосовують ряд методів – фармакологічні, хірургічні, фізичні, однак їхня ефективність не є доведеною, або є сумнівною. Наприклад, лікування фантомного болю за допомогою анальгетиків, антидепресантів та інших препаратів є дієвою лише в окремих випадках, переважно при наявності больових відчуттів середньої інтенсивності [6].

Хірургічна тактика подолання хронічного больового синдрому є інвазивним втручанням з додатковими стражданнями пацієнтів, з не завжди гарантованим результатом. Тому методи подолання даної патології перебувають все ще на стадіях експериментальних досліджень [7; 8].

**Мета дослідження** – визначити ефективність нейропсихологічної терапії фантомного болю (фантомно-імпульсної гімнастики і дзеркальної терапії) після ампутації кінцівки.

**Завдання дослідження** – проаналізувати сучасні наукові підходи до розуміння механізмів виникнення фантомного болю, методів його корекції; оцінити теоретично-практичні засади методу нейропсихологічної терапії; розробити й запропонувати експериментальну програму нейропсихологічної фізичної терапії.

**Методи дослідження.** Педагогічний експеримент проводився на базі КП «Рівненський обласний госпіталь ветеранів війни» РОР. Для проведення педагогічного експерименту було відібрано 22 пацієнтів з приблизно однаковою інтенсивності больовими фантомними відчуттями (помірно-сильними), які шляхом випадко-

вого відбору було поділено на дві рівнозначні групи: основну (n=11) і контрольну (n=11). Усі пацієнти, які приймали участь в експерименті були чоловічої статі, приблизно одного віку й отримували аналогічне лікування (згідно програми затвердженої в реабілітаційному закладі) дослідження можна вважати валідним.

Лікування, яке приймали пацієнти обох груп було ідентичним і складалося із: знеболюючих засобів; лікування, направлено на функціональний стан кукси – компресійне, мануальне, гартувальне; основну увагу приділялось руховій активності направленої на зміцнення усічених м'язів кукси, проксимальних м'язів ампутованої кінцівки, м'язів кору, а також покращенні роботи усіх органів і систем пацієнтів.

Пацієнти основної групи, після отримання згоди, додатково – двічі на день, 6 днів на тиждень займалися в двох напрямках:

1. Щоденно по 15 хвилин виконували фантомно-імпульсну (ідеомоторну, віртуальну) гімнастику на ампутованій кінцівці;

2. Щоденно по 15 хвилин виконували терапевтичні вправи дзеркального зорового зворотного зв'язку – дзеркальна терапія (на здоровій кінцівці). Коротко зупинимось на зазначених методах нейропсихологічної гімнастики:

– Идеомоторна гімнастика при фантомному болю – це система тренувань, що базується на уяві та ментальному моделюванні рухів а не на фізичному їх виконанні. При цьому відбувається «обман» мозку, що призводить до зменшення болю через напругу та розслаблення віртуальних м'язів, Навіть уявний рух викликає мікроскопічні імпульси в м'язах, схожі на реальні і призводить до реакції нервової системи. При виконанні віртуальних гімнастичних вправ бажано робити їх «словесний супровід» і відчутти не лише картинку руху, а й напруження м'язів, швидкість та дихання. Пацієнт повинен «бачити» рух своїми очима, а не спостерігати за собою з боку.

При виконання фантомно-ідеомоторних вправ потрібно навчитися концентруватися, включати уяву, занурюватись у свої відчуття. Крім зменшення проявів фантомного болю, заняття дають змогу: а) утримувати рівновагу і рівномірний розподіл ваги тіла; б) зміцнити м'язи; в) розробити суглоби та сухожилля у здоровій нозі, ампутаційній куксі та верхніх кінцівках; г) сформувати м'язові тканини на куксі; д) відновити кровообіг та лімфообіг; е) навчитися керувати рухами кукси (напружувати та розслабляти м'язи на куксі, знімати зайву напругу зі збережених суглобів [9].

– Метод нейропсихологічної гімнастики – дзеркального зорового зворотного зв'язку (дзеркальна терапія), започаткований лікарем індійського походження В. Рамачандраном удосконалив даний напрямок впливу на фантомні болі. Вчений стверджує, що фантомні відчуття породжуються у взаємодії чутливих та рухових ділянок кори головного мозку, які в умовній «карті тіла» розташовані у правій секції кори головного мозку. За твердженнями В. Рамачандрана, все що необхідно зробити, це «обманути» мозок, що ампутувана кінців все ще місці і нею можна рухати. Для цього він розміщував здорову кінцівку (руку чи ногу), якою пацієнту необхідно було виконувати фізичні рухи перед дзеркалом, а ампутовану – позаду нього. Пацієнт при виконанні рухів повинен уважно спостерігати за візуальною картинкою – рухом здорової кінцівки перед дзеркалом і його відображенням в дзеркалі. Як відомо, дзеркальне відображення створює симетричну копію обернену на 180° і людський головний мозок сприймає побачене, як наявність обох кінцівок (реальної перед дзеркалом і ампутованої – ілюзорної в дзеркалі), що вони обидві здорові і рухаються без болю.

Терапевтичний ефект даної методики пояснюється тим, що головний мозок зіткнувшись з суперечливим даними переключається на сигнали від зорового аналізатора і створює в корі головного мозку нову «карту» тіла. За даними В. Рамачандрана лікування методом дзеркальної терапії усуває до 30 % випадків фантомного болю [10, 11].

При подальших дослідженнях (зокрема Дж. Андо) були встановлені інші механізми дзеркального зорового зворотного впливу на фантомний біль. Виявлення в корі головного мозку біля 20 % так званих «дзеркальних нейронів» свідчить, про здатність мозку розрізняти ліву та праву сторони тіла людини, поєднувати процеси виконання та сприйняття дії, координувати виконання зорових, пропріоцептивних, слухових і моторних команд, знижуючи інтенсивність фантомного болю [11].

За іншою версією (Еррадор Кольменеро) стимуляція рухової уяви при дзеркальній терапії, відновлює втрачені зворотний і активує ті ділянки кори головного мозку, які до ампутації відповідали за нормальну рухову активність [12]. Таким чином «обманутий» мозок пацієнта і змушує повірити в те, що ампутувана кінцівка працює нормально, створюються нові нейронні зв'язки, в певній мірі відновлюються втрачені функції, зникає фантомний біль.

**Технологія і результати дослідження.** Як

уже зазначалось пацієнти основної і контрольної групи займалися в лікувальному закладі за аналогічною методикою лікування. Пацієнти основної групи додатково по 15 хвилин на день, під наглядом інструктора виконували спочатку в першій половині дня курс ідеомоторних вправ з ампутованою кінцівкою і по 15 хвилин курс дзеркальної терапії – в другій половині дня:

1. Перед виконанням фантомно-імпульсної уявної гімнастики пацієнти повинні були: зайняти зручне положення (лежачи, сидячи, стоячи) в тихому місці; закрити очі уявляючи ампутовану кінцівку цілою.

При ампутації нижньої кінцівки на будь-якому рівні типовими уявними вправами були ідеомоторні рух стопи і пальців стопи:

– в будь-якому положенні тіла пацієнти уявно згинали, розгинали, розводили в сторони пальці стопи в статичному і активному варіанті;

– в будь-якому положенні тіла уявно згинали, розгинали, відводили в сторони, робили ротаційні рухи ступню в надп'ятова-гомільковому суглобі;

– в положенні сидячи на стільці пацієнти умовно затискали і пересували пальцями ніг різні предмети – умовні олівці, шнурки, шматки тканини;

– в цьому ж положення імітували ходьбу на пальцях, п'ятках, бокових поверхнях стоп, перекочували ступню з пальців на п'ятку та ін.

Більшість пацієнтів при перших спробах не могли виконати уявний рух, щоб при цьому не

відбувалося скорочення м'язів, однак ми наполегливо продовжували заняття і поступово стало спостерігатись уявне скорочення відсутніх м'язів.

2. При дзеркальній терапії пацієнти зручно розташовувалися, сидячи на стільці перед вертикально встановленим плоским дзеркалом, розміщеним паралельно його середній лінії; збережена нога розміщувалась перед дзеркалом, а кука ампутованої – за його задньою стінкою.

Пацієнти виконували різноманітні рухові вправи збереженою ногою, згідно нашої інструкції, й уважно спостерігали за її рухами в дзеркалі. При ампутації нижньої кінцівки виконувались усі можливі активні рухи пальцями стопи, в надп'ятова-гомільковому суглобі, в колінному суглобі (при ампутації гомілки).

Експеримент тривав 1,5 (6 тижнів) місяця після завершення якого у пацієнтів обох груп було проведено контрольне реабілітаційне оцінювання інтенсивності фантомного болю. За результатами отриманих даних було проведено їх математичний аналіз і визначено ефективність експериментальної методики лікування фантомного болю.

Результати експериментального дослідження ми визначали за показниками 6-ти бальної вербальної рейтингової шкали (Verbal Rating Scale, VRS) фантомного болю. За цією шкалою пацієнти обох груп повинні були оцінити суб'єктивний рівень фантомного болю за такою оцінкою (таблиця 1).

Перед початком експериментального дослідження у пацієнтів основної і контрольної груп,

Таблиця 1

### Основні показники вербальної рейтингової шкали болю (Verbal Rating Scale, VRS)

| Інтенсивність болю в балах | Опис больового відчуття  |
|----------------------------|--|
| 0 балів                    | Відсутність болю, дискомфортні відчуття носять вкрай слабку вираженість.                             |
| 1 бал                      | Больові відчуття виражені слабо, спорадичні, пацієнт періодично звертає на них увагу.                |
| 2 бали                     | Больові відчуття помірної інтенсивності, постійні, пацієнт безперестанку на них відволікається.      |
| 3 бали                     | Біль переважно сильно виражений, терпимий, завдає пацієнту суттєві фізичні і психологічні страждання |
| 4 бали                     | Біль сильний, буквально підпорядковує всі інші почуття, суттєво обмежує фізичну активність           |
| 5 балів                    | Біль вкрай важкого характеру, нестерпний, пацієнт прикутий до ліжка, нерідко марить.                 |

Таблиця 2

### Динаміка інтенсивності фантомного болю після ампутації нижньої кінцівки за вербальною рейтинговою шкалою на початку та після експерименту

| Інтенсивність болю на початок експерименту (в балах) | Інтенсивність болю наприкінці експерименту (в балах) | Різниця інтенсивності болю (в балах) | Різниця інтенсивності болю (в відсотках) | При Р |
|--|--|--------------------------------------|--|-------|
| Основна група n = 11                                 |  |                                      |  |       |
| 7,18   | 4,05   | 3,13                                 | 45,03%                                   | <0,05 |
| Контрольна група n = 11                              |  |                                      |  |       |
| 7,16   | 6,11   | 1,05                                 | 13,55%                                   | <0,05 |

шляхом опитування було визначено їх суб'єктивну оцінку інтенсивності фантомного болю в ампутованій кінцівці за 6-ти бальною вербальною рейтинговою шкалою (Verbal Rating Scale, VRS).

Математичний аналіз проведеного експерименту засвідчив, що, при порівнянні інтенсивності фантомного болю, у пацієнтів основної групи значно зменшилися больові відчуття, а саме: інтенсивність фантомного болю за суб'єктивними відчуттями учасників основної групи зменшилась з 7,18 до 4,05 балів, різниця склала, відповідно, 3,13 балів (у відсотковому співвідношенні становила 45,03%). Фантомний біль пацієнтів контрольної групи зменшився з 7,16 до 6,10 балів, тобто різниця склала 1,06 балів, або на 13,56%. Таким чином, зменшення інтенсивності фантом-

ного болю між пацієнтами основної і контрольної групи становить 31,47 %.

**Висновки.** Ампутація кінцівки призводить до значних фізіологічних, психологічних та соціальних змін у житті людини, особливо коли вона супроводжується нестерпним фантомним больовим синдромом. На даний час єдиного надійного методу подолання фантомного болю не існує.

На наш погляд, перспективним напрямком боротьби з зазначеним недугом є широке застосування різних засобів фізичної терапії, в першу чергу нейропсихологічного спрямування. Завдяки нейропластичності, мозок людини здатний активізувати втрачені і створити нові нейрофізіологічні нейронні мережі, які мають здатність пригнічувати фантомні больові сигнали від ампутаційної кукси.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Buch, N. S., Qerama, E., Brix Finnerup, N., & Nikolajsen, L. (2020). Neuromas and postamputation pain. *Pain*, 161(1), 147–155.
2. Davie-Smith, F., Paul, L., Stuart, W., et al. (2019). The influence of socio-economic deprivation on mobility, participation, and quality of life following major lower extremity amputation in the West of Scotland. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 57(4), 554–560.
3. Ahmed, A., Bhatnagar, S., Mishra, S., Khurana, D., Joshi, S., & Ahmad, S. M. (2017). Prevalence of phantom limb pain, stump pain, and phantom limb sensation among the amputated cancer patients in India: A prospective, observational study. *Indian Journal of Palliative Care*, 23(1), 24–35.
4. Allami, M., Faraji, E., Mohammadzadeh, F., & Soroush, M. R. (2019). Chronic musculoskeletal pain, phantom sensation, phantom and stump pain in veterans with unilateral below-knee amputation. *Scandinavian Journal of Pain*, 19(4), 779–787.
5. Schone, H. R., Baker, C. I., Katz, J., Nikolajsen, L., Limakatso, K., Flor, H., & Makin, T. R. (2022). Making sense of phantom limb pain. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 93, 833–843.
6. Alviar, M. J. M., Hale, T., & Dungca, M. (2016). Pharmacologic interventions for treating phantom limb pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 10, CD006380.
7. Dumanian, G. A., Potter, B. K., Mioton, L. M., Ko, J. H., Cheesborough, J. E., Souza, J. M., et al. (2019). Targeted muscle reinnervation treats neuroma and phantom pain in major limb amputees: A randomized clinical trial. *Annals of Surgery*, 270, 238–246.
8. Herr, H. M., Clites, T. R., Srinivasan, S., Talbot, S. G., Dumanian, G. A., Cederna, P. S., & Carty, M. J. (2020). Reinventing extremity amputation in the era of functional limb restoration. *Annals of Surgery, Publish Ahead of Print*.
9. Stanica I-C, Moldoveanu F, Portelli G-P, Dascalu M-I, Moldoveanu A, Ristea MG (2020) Flexible virtual reality system for neurorehabilitation and quality of life improvement. *Sensors* 20(21):6045].
10. Ramachandran, V., Chunharas, C., Marcus, Z., Furnish, T., & Lin, A. (2018). Relief from intractable phantom pain by combining psilocybin and mirror visual-feedback (MVF). *Neurocase*, 24(2), 105–110.
11. Ramachandran, V. S., & Altschuler, E. (2009). The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. *Brain*, 132, 1693–1710.
12. Andoh, J., Diers, M., Milde, C., Frobel, C., Kleinböhl, D., & Flor, H. (2017). Neural correlates of evoked phantom limb sensations. *Biological Psychology*, 126, 89–97.
13. Herrador Colmenero, L., Perez Marmol, J. M., Martí-García, C., de Querol Zaldivar, M., Los Á., Tapia Haro, R. M., et al. (2018). Effectiveness of mirror therapy, motor imagery, and virtual feedback on phantom limb pain following amputation: A systematic review. *Prosthetics and Orthotics International*, 42, 288–298.

#### REFERENCES

1. Buch, N. S., Qerama, E., Brix Finnerup, N., & Nikolajsen, L. (2020). Neuromas and postamputation pain. *Pain*, 161(1), 147–155. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001703>
2. Davie-Smith, F., Paul, L., Stuart, W., & others. (2019). The influence of socio-economic deprivation on mobility, participation, and quality of life following major lower extremity amputation in the West of Scotland. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 57(4), 554–560. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2018.12.020>
3. Ahmed, A., Bhatnagar, S., Mishra, S., Khurana, D., Joshi, S., & Ahmad, S. M. (2017). Prevalence of phantom limb pain, stump pain, and phantom limb sensation among the amputated cancer patients in India: A prospective, observational study. *Indian Journal of Palliative Care*, 23(1), 24–35. <https://doi.org/10.4103/0973-1075.197945>

4. Allami, M., Faraji, E., Mohammadzadeh, F., & Soroush, M. R. (2019). Chronic musculoskeletal pain, phantom sensation, phantom and stump pain in veterans with unilateral below-knee amputation. *Scandinavian Journal of Pain*, 19(4), 779–787. <https://doi.org/10.1515/sjpain-2019-0014>
5. Schone, H. R., Baker, C. I., Katz, J., Nikolajsen, L., Limakatso, K., Flor, H., & Makin, T. R. (2022). Making sense of phantom limb pain. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 93, 833–843. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2021-327396>
6. Alviar, M. J. M., Hale, T., & Dungea, M. (2016). Pharmacologic interventions for treating phantom limb pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 10, CD006380. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006380.pub3>
7. Dumanian, G. A., Potter, B. K., Mioton, L. M., Ko, J. H., Cheesborough, J. E., Souza, J. M., ... & Jordan, S. W. (2019). Targeted muscle reinnervation treats neuroma and phantom pain in major limb amputees: A randomized clinical trial. *Annals of Surgery*, 270, 238–246. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000003263>
8. Herr, H. M., Clites, T. R., Srinivasan, S., Talbot, S. G., Dumanian, G. A., Cederna, P. S., & Carty, M. J. (2020). Reinventing extremity amputation in the era of functional limb restoration. *Annals of Surgery. Advance online publication*. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000004003>
9. Stanica I-C, Moldoveanu F, Portelli G-P, Dascalu M-I, Moldoveanu A, Ristea MG (2020) Flexible virtual reality system for neurorehabilitation and quality of life improvement. *Sensors* 20(21):6045]. <https://doi.org/10.3390/s20216045>
10. Ramachandran, V., Chunharas, C., Marcus, Z., Furnish, T., & Lin, A. (2018). Relief from intractable phantom pain by combining psilocybin and mirror visual-feedback (MVF). *Neurocase*, 24(2), 105–110. <https://doi.org/10.1080/13554794.2018.1465122>
11. Ramachandran, V. S., & Altschuler, E. (2009). The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. *Brain*, 132, 1693–1710. <https://doi.org/10.1093/brain/awp135>
12. Andoh, J., Diers, M., Milde, C., Frobels, C., Kleinböhl, D., & Flor, H. (2017). Neural correlates of evoked phantom limb sensations. *Biological Psychology*, 126, 89–97. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2017.04.004>
13. Herrador Colmenero, L., Perez Marmol, J. M., Martí-García, C., de Querol Zaldivar, M., Los, Á., Tapia Haro, R. M., ... & Aguilar-Ferrándiz, M. E. (2018). Effectiveness of mirror therapy, motor imagery, and virtual feedback on phantom limb pain following amputation: A systematic review. *Prosthetics and Orthotics International*, 42, 288–298. <https://doi.org/10.1177/0309364617740232>

Дата першого надходження статті до видання: 21.11.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 19.12.2025

Дата публікації (оприлюднення) статті: 31.12.2025