



© Коллектив авторов, 2025
УДК 616-036.838-06 : 616.8-009.7
<https://doi.org/10.24884/1607-4181-2025-32-3-104-115>

М. Б. Яковлева* В. А. Белаш, Е. Б. Биличенко, В. М. Теплов, А. А. Потапчук,
Т. М. Кобзева, О. В. Никонова

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова
197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ НЕМЕДИКАМЕНТОЗНЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ ФАНТОМНОЙ БОЛИ НА ПЕРВОМ ЭТАПЕ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

Поступила в редакцию 04.07.2025 г.; принята к печати 03.10.2025 г.

Резюме

Введение. Фантомный болевой синдром (ФБС) затрагивает порядка 85 % пациентов, перенесших ампутацию, и блокирует активное участие пациента в реабилитационных мероприятиях, критически снижая их эффективность. Существующие методы лечения недостаточно эффективны. Рост травматических ампутаций, в том числе вследствие минно-взрывных ранений, требует разработки надежных протоколов лечения ФБС, включающих немедикаментозные методы, реализуемые в рамках мультидисциплинарной реабилитационной команды.

Цель — сравнить эффективность дополнительных немедикаментозных методов лечения фантомной боли (ФБ) на первом этапе реабилитации пациентов с травматической ампутацией.

Методы и материалы. В проспективном рандомизированном исследовании приняли участие 166 пациентов с травматической ампутацией. В группу контроля вошли пациенты, получавшие только базовую терапию ФБС в рамках первого этапа реабилитации: габапентин, ЛФК, тугое бинтование. Четыре опытные группы составили пациенты, получавшие дополнительно в течение 2 недель (10 процедур): транскраниальную электростимуляцию (ТЭС); психотерапию (ПСИ); одномоментно ПСИ и ТЭС; зеркальную терапию (ЗТ). Оценивалась динамика ФБ.

Результаты. Дополнительные методы продемонстрировали большую эффективность по сравнению с группой контроля: значительное улучшение (3 и более баллов ВАШ) отмечено у 57 % пациентов против 22 %, умеренное (<3 баллов) — 35 против 56 %, ухудшение — 8 против 22 %. Анализ линейной смешанной модели показал статистически и клинически значимое отличие динамики ФБ в опытных группах от контрольной ($F(16, 423,013) = 3,542$; Partial $\eta^2 = 0,118$; $p < 0,001$).

Выводы. Дополнительные немедикаментозные методы терапии ФБС — ТЭС, ПСИ, ЗТ на раннем этапе медицинской реабилитации — значимо улучшают его течение. Дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение факторов развития ФБС, определение показаний для отдельных методов и персонализацию протокола лечения ФБ.

Ключевые слова: фантомный болевой синдром, фантомные боли, ампутация конечности, травматическая ампутация, психотерапия фантомной боли, зеркальная терапия, транскраниальная электростимуляция

Для цитирования: Яковлева М. Б., Белаш В. А., Биличенко Е. Б., Теплов В. М., Потапчук А. А., Кобзева Т. М., Никонова О. В. Сравнительный анализ эффективности дополнительных немедикаментозных методов лечения фантомной боли на первом этапе медицинской реабилитации. *Ученые записки ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова.* 2025; 32(3):104–115. <https://doi.org/10.24884/1607-4181-2025-32-3-104-115>.

* Автор для связи: Мария Борисовна Яковлева, ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И. П. Павлова Минздрава России, 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8. E-mail: maria-ya2001@mail.ru.

Maria B. Yakovleva*, Vasili A. Belash, Elena B. Bilichenko, Vadim M. Teplov,
Alla A. Potapchuk, Tatiana M. Kobzeva, Olga V. Nikonova

Pavlov University
6-8, L'va Tolstogo str., Saint Petersburg, 197022, Russia

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF ADDITIONAL NON-DRUG TREATMENTS FOR PHANTOM PAIN AT THE FIRST STAGE OF MEDICAL REHABILITATION

Received 04.07.2025; accepted 03.10.2025

Summary

Introduction. Phantom pain syndrome (PPS) affects approximately 85 % of patients after amputation and inhibits active participation in rehabilitation, critically reducing its effectiveness. Current treatment methods are insufficiently effective. The increasing incidence of traumatic amputations, including those resulting from mine blast injuries, requires the development of reliable PPS treatment protocols that incorporate non-pharmacological methods implemented within a multidisciplinary rehabilitation team.

The objective was to compare the effectiveness of additional non-pharmacological treatments for PPS during the first stage of rehabilitation of patients with traumatic amputation.

Methods and materials. A total of 166 patients with traumatic amputations participated in this prospective, randomized study. The control group included patients who received only basic PPS therapy during the first stage of rehabilitation: gabapentin, exercise therapy, and tight bandaging. Four experimental groups comprised patients who additionally received 10 sessions of the following for two weeks: transcranial electrical stimulation (TES); psychotherapy (PSI); simultaneous PSI and TES; and mirror therapy (MT). The dynamics of PPS were assessed.

Results. The additional methods demonstrated greater effectiveness compared to the control group: significant improvement (3 or more VAS points) was noted in 57 % of patients versus 22 %, moderate improvement (<3 points) in 35 % versus 56 %, and deterioration in 8 % versus 22 %. Linear mixed model analysis revealed a statistically and clinically significant difference in PPS dynamics in the experimental groups compared to the control group ($F(16, 423.013) = 3.542$; Partial $\eta^2 = 0.118$; $p < 0.001$).

Conclusions. Additional non-pharmacological treatments for PPS, such as TES, PSI, and MT, significantly improve its course during the early stages of medical rehabilitation. Further research should focus on understanding the factors that contribute to the development of PPS, identifying indications for specific treatments, and personalizing PPS treatment protocols.

Keywords: phantom pain syndrome, phantom limb pain, limb amputation, traumatic amputation, psychotherapy for phantom limb pain, mirror therapy, transcranial electrical stimulation

For citation: Yakovleva M. B., Belash V. A., Bilichenko E. B., Teplov V. M., Potapchuk A. A., Kobzeva T. M., Nikonova O. V. Comparative analysis of the effectiveness of additional non-drug treatments for phantom pain at the first stage of medical rehabilitation. *The Scientific Notes of Pavlov University*. 2025;32(3):104–115. (In Russ.). <https://doi.org/10.24884/1607-4181-2025-32-3-104-115>.

* **Corresponding author:** Maria B. Yakovleva, Pavlov University, 6-8, L'va Tolstogo str., Saint Petersburg, 197022, Russia. E-mail: mari-ya2001@mail.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Ампутация конечности является одной из наиболее травматичных операций в хирургии. В мировой практике отмечается рост числа ампутаций: 80–90 % из них составляют нетравматические ампутации, связанные с сосудистыми, онкологическими заболеваниями, диабетом; 10 % приходится на травматические ампутации, в том числе вследствие минно-взрывных ранений [1]. Частота развития ФБ достигает 85 % [2], а полное исчезновение боли отмечают лишь 15 % пациентов [3]. Еще в исследованиях времен Великой Отечественной войны отмечалось, что при травматической ампутации интенсивность ФБ выше [4]. Даже при малой интенсивности боль может блокировать процесс реабилитации, снижая готовность пациента активно участвовать в занятиях и способствуя пессимистическим ожиданиям относительно перспектив восстановления [5].

Таким образом, вопрос коррекции ФБ представляет собой актуальную проблему, решение которой может способствовать повышению эффективности реабилитации и улучшению качества жизни пациента.

История исследования феномена ФБ насчитывает не одно столетие со времени описания хи-

рургом Ambroise Pare первого пациента с болью в отсутствующей конечности в 1551 г. [6]. Многие исследователи предлагали различные объяснения причинам формирования ФБ от галлюцинаторных механизмов [4] до нейрофизиологических процессов [7, 8, 11] с соответствующими подходами к их лечению. Однако до настоящего времени не сформировано единое представление о ведущем патогенетическом механизме.

Современные модели патогенеза ФБ объединяют центральные, периферические и психологический компоненты. При этом большинство исследований подчеркивают, что фантомные ощущения и боли имеют комплексную природу [8].

Теории, описывающие центральные механизмы, представлены моделью «переназначения коры», объясняющей ФБ реорганизацией соматосенсорной коры [9]; альтернативной моделью «постоянной репрезентации», предполагающей, что фантомная боль связана с сохранением активности корковых зон, соответствующих утраченной конечности [10]; концепцией «нейроматрицы», рассматривающей фантомную боль как результат несоответствия между генетически детерминированной схемой тела и измененной ампутацией [11].

Периферические теории включают модель повреждения соматосенсорных рецепторов, приводящего к генерации патологических сигналов, вызывающих аллодинию [12], и модель постампутиционной невралгии, определяющей ФБ как следствие избыточной гиперактивности поврежденных ампутиацией и вновь разросшихся аксонов культы [7].

Психологические механизмы патогенеза изучены в меньшей степени. В работах, посвященных проблеме ФБ, в том числе у ветеранов боевых действий, неоднократно отмечалась связь болевых ощущений с такими психоэмоциональными феноменами, как стресс, тревога, склонность к катастрофизации [13], степень адаптации [14]. Однако детального исследования психологических компонентов ФБ пока недостаточно.

Лечение ФБС, несмотря на широкий спектр предложенных методов, полностью эффективно лишь у небольшой доли пациентов и требует дальнейшего изучения [15].

Центральные теории патогенеза обусловили применение методов, связанных с нейромодуляцией — транскраниальной электростимуляции (ТЭС), транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС), которые могут применяться достаточно рано после ампутиации и демонстрируют умеренно выраженный краткосрочный дозозависимый эффект [16], а также методов, направленных на облегчение процессов корковой реорганизации — зеркальной терапии, показавшей свою результативность в раннем снижении уровня ФБ [17].

Периферические модели обосновывают развитие хирургических методов лечения. В частности, иссечение нервом у ампутантов с минно-взрывными ранениями по данным Sehirlioglu et al. (2009) эффективно снижало ФБ [18]. При этом ФБ нередко возникает у пациентов без невралгии культы, а также задолго до ее формирования — на 3–7-е сутки после ампутиации [19].

Фармакотерапия — метод лечения, охватывающий периферические и центральные патогенетические звенья — включает антиконвульсанты (габапентин, карбамазепин), антидепрессанты (миртазапин, amitриптилин), опиоиды, местные анестетики и НПВС, эффективность которых в ряде работ подвергается сомнению или имеет ряд ограничений (сроки приема, побочные действия) [20]. В частности, ботулинотерапия способна эффективно снижать ФБ, но в настоящее время применяется лишь после заживления раны культы [19].

Учет психологических факторов в генезе ФБ предполагает включение в программу реабилитации методов психокоррекции. Это особенно важно в ситуации травматической ампутиации, характеризующейся внезапностью потери, что усиливает психологическую травму и оказывается отдельной реабилитационной мишенью [4, 21], однако эффективность психотерапии в лечении ФБ, в частности, на этапе ранней реабилитации, практически не изучена.

Таким образом, в условиях множественных военных конфликтов и других чрезвычайных ситуаций, влекущих за собой рост числа лиц, перенесших травматическую ампутиацию, представляется актуальной задача разработки алгоритмов коррекции ФБС, обладающих высокой эффективностью и доступных с ранних этапов лечения пациентов.

Цель исследования — сравнить эффективность дополнительных немедикаментозных методов лечения ФБ на первом этапе реабилитации пациентов с травматической ампутиацией.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

На базе Центра лечения сочетанной травмы ПСПбГМУ им. И. П. Павлова проведено интервенционное проспективное исследование с простой рандомизацией и смешанным планом набора групп (рис. 1).

Обследовано 166 пациентов с травматической ампутиацией. Уровень ФБ определялся количественно по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) от 0 до 10 баллов: максимальный уровень боли за предыдущие сутки. Отдельно по ВАШ определялся уровень боли в культе. Затем пациенты со значением ФБ выше нуля случайным образом распределялись между группами сравнения. После определения исходного уровня ФБ (контрольная точка 0) проводилось лечебное воздействие в течение 2 недель с ежедневным определением уровня ФБ (неделя 1 и 2). Далее следовал двухнедельный период наблюдения с определением уровня ФБ в конце каждой недели (неделя 3 и 4).

Все пациенты получали базовую терапию согласно клиническим рекомендациям [21]. С пациентами в экспериментальных группах проводились дополнительные методы немедикаментозной коррекции ФБ:

— транскраниальная электростимуляция (ТЭС) с применением аппарата «Трансаир-4» в монополярном режиме импульсного тока с индивидуальным подбором силы тока в количестве 10 процедур по 30 мин [16];

— краткосрочная динамическая психотерапия травмы, направленная на проработку и интеграцию травматического опыта и сопровождение процесса переживания утраты, включавшая дебрифинг и мультимодальную работу с ФБ (ПСИ) в количестве 10 сеансов по 50 мин [22, 23];

— одновременное применение психотерапии и транскраниальной электростимуляции (ПСИ + ТЭС) по вышеуказанным методикам в количестве 10 процедур;

— зеркальная терапия (ЗТ) с элементами когнитивной мультисенсорной реабилитации с применением вертикального зеркала, полностью отражающего сохранный конечность, в количестве 10 процедур по 15–30 мин в зависимости от динамики состояния [24, 25].

В связи с характером изучаемых немедикаментозных вмешательств «ослепление» пациентов и специалистов, проводящих лечение, было невоз-

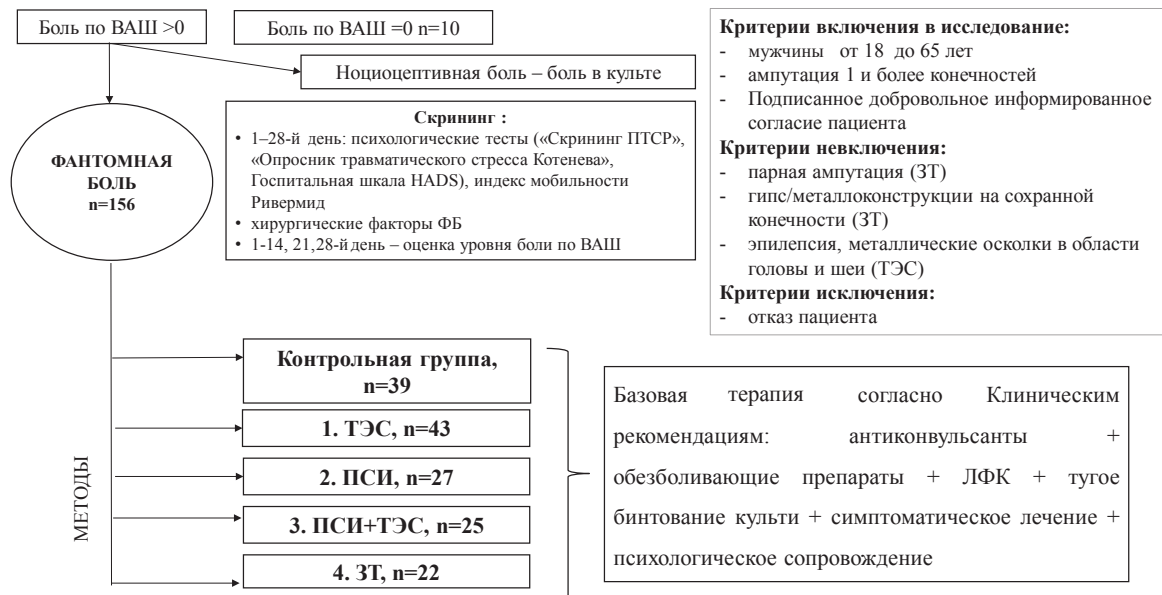


Рис. 1. Дизайн исследования

Fig. 1. Study design

можно. Пациенты были напрямую вовлечены в процесс терапии и не могли не осознавать характер получаемого вмешательства. Аналогичным образом, специалисты, обеспечивающие проведение процедур, не могли быть «слепы» к назначаемому методу лечения в силу его специфики.

Статистическая обработка. Большинство изучаемых показателей не соответствовало закону нормального распределения, поэтому количественные данные описаны в виде медианы, 25-го, 75-го перцентилей ($M [Q1 - Q3]$) и сравнивались с использованием критериев Манна – Уитни, Краскала – Уоллиса. Качественные данные представлены в виде % и сравнивались с использованием критерия χ^2 (Хи-квадрат).

Для анализа динамики болевого синдрома использовался принцип «анализа в соответствии с намерением лечить» (intention-to-treat, ИТТ): все пациенты были включены в анализ в исходно рандомизированных группах независимо от полноты последующего наблюдения. В рамках ИТТ построена и проанализирована линейная смешанная модель (linear mixed-effects model, LMM) как метод анализа результатов повторных измерений, учитывающий всю доступную информацию от всех пациентов, несбалансированность данных, наличие пропусков измерений, межиндивидуальную вариабельность. Модель включала следующие компоненты: *зависимая переменная:* ФБ. *Фиксированные эффекты:* «Группа», «Время» (в неделях), *эффект взаимодействия* «Группа × Время». *Ковариаты:* исходный уровень ФБ, время с момента ампутации, уровень ампутации. *Случайные эффекты:* случайный свободный член для учета межиндивидуальной вариабельности. *Ковариационная структура:* неструктурированная, как наиболее гибкий вариант, не накладывающий ограничений на характер корреляции между повторными

измерениями. Оценка параметров модели проводилась методом ограниченного максимального правдоподобия (Restricted Maximum Likelihood, REML). Для проверки предположений модели были использованы: графический анализ остатков (рис. 6), подтверждающий нормальность их распределения; анализ графика «остатки против предсказанных значений» (рис. 7), подтверждающий гомогенность дисперсий. Для оценки статистической значимости фиксированных эффектов использовались F-тесты типа III. Для попарного сравнения групп при значимом взаимодействии проводился post-hoc анализ с поправкой Бонферрони. Оценка клинической значимости результатов основных эффектов модели проводилась по величине частичного эта-квадрата ($\text{Partial } \eta^2 = (F \times \text{df_effect}) / (F \times \text{df_effect} + \text{df_error})$), интерпретируемого в соответствии с критериями Коэна: 0,01 – малый, 0,06 – средний, 0,14 – большой эффект. Клиническая значимость при межгрупповых сравнениях оценивалась по разнице медианной динамики уровня ФБ между опытной и контрольной группами относительно минимально клинически значимой разницы (Minimal Clinically Important Difference, MCID) для ВАШ, принятой за 2 балла: $\Delta M_i = (M_{g_i} - M_{k_i}) - (M_{k_0} - M_{i_0})$, где M – групповая медиана, g – опытная группа (ТЭС, ПСИ, ПСИ+ТЭС, ЗТ), k – контрольная группа, 0 – исходное значение ФБ, i – данный период исследования (неделя 1, 2, 3, 4).

Расчеты и построение графиков производились в программной среде IBM SPSS Statistics 27.0.1.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Характеристика пациентов. Изучаемая выборка представлена мужчинами преимущественно молодого возраста с медианой давности ампутации 1 – 2 месяца, получающих базовую терапию

Таблица 1

Характеристика пациентов

Table 1

Patient characteristics

Показатель		Контроль	ТЭС	ПСИ	ПСИ+ТЭС	Зеркальная	р
Исходный уровень ФБ, балл ВАШ		5,0 [3,5–7,0]	7,0 [5,0–8,0]	6,0 [4,5–8,0]	7,0 [5,0–8,0]	7,5 [5,0–9,0]	0,318
Возраст, лет		33,0 [26,0–40,0]	35,5 [28,0–44,0]	28,0 [24,0–36,0]	41,0 [33,0–50,0]	41,0 [35,0–45,0]	0,165
Время, после ампутации, дней		35,0 [25,0–69,0]	59,0 [31,5–111,0]	31,0 [22,0–44,0]	40,0 [22,0–82,0]	27,0 [22,0–35,0]	0,700
Уровень ампутации	Рука	6; 16,7 %	4; 9,3 %	6; 22,2 %	0; 0 %	5; 26,3 %	0,051
	Бедро	9; 25 %	15; 34,9 %	8; 29,6 %	14; 60,9 %	4; 21,1 %	
	голень	21; 58,3 %	24; 55,8 %	13; 48,1 %	9; 39,1 %	10; 52,6 %	
Степень заживления культи	Гн. рана	9; 25,7 %	9; 22 %	9; 33,3 %	7; 28 %	6; 28,6 %	0,539
	Чистая рана	19; 54,3 %	20; 48,8 %	16; 59,3 %	12; 48 %	13; 61,9 %	
	Зажившая	7; 20 %	12; 29,2 %	2; 7,4 %	6; 24 %	2; 9,5 %	
Боль в культе, балл ВАШ		3,0 [1,0–5,0]	3,0 [1,0–7,0]	5,0 [3,0–7,5]	3,0 [1,0–7,0]	3,0 [0,0–6,0]	0,459
Доза габапентина, мг/сутки		1200 [900; 1800]	1200 [900–1800]	1500 [1050–1800]	1500 [1200–1800]	1200 [900–2100]	0,240
Активность по шкале Ривермид, балл		6,0 [3,0; 6,0]	6,0 [3,0–6,0]	3,0 [2,0–6,0]	6,0 [3,0–6,0]	6,0 [6,0–7,0]	0,262
ПТСР скрининг, балл		3,5 [2,5–4,5]	3,0 [2,0–5,0]	4,0 [3,5–6,0]	4,0 [3,0–5,0]	4,0 [3,0–5,0]	0,230
ПТСР по шкале Котенева, балл		110,0 [82,5–110,0]	85,0 [81,0–94,0]	92,0 [79,0–126,0]	74,0 [73,0–89,5]	97,0 [74,0–110,0]	0,417
HADS тревога, балл		6,0 [3,0–8,0]	3,0 [2,0–6,0]	7,0 [4,5–10,0]	4,0 [2,0–5,0]	6,0 [4,0–7,0]	0,006
HADS депрессия, балл		3,0 [2,0–5,5]	5,0 [3,0–6,0]	5,0 [2,0–7,5]	4,0 [2,0–6,0]	5,0 [4,0–6,0]	0,270

габапентином в дозе 900 – 2100 мг/сутки, госпитализированных для этапного хирургического лечения и проведения первого этапа реабилитации (табл. 1). Уровень мобильности соответствовал перемещению в пределах кровати и прикроватного стула.

По уровню ампутации преобладали ампутации нижних конечностей. Из всей выборки 20 человек были с парными ампутациями ног, 1 пациент с парной ампутацией руки, 2 пациента с ампутацией руки и ноги. Один пациент отмечал фантомную боль носа. Случаи реампутации отмечались у 43 %.

На момент исследования фантомные боли наблюдались у 94 % пациентов. В оставшиеся 6 % попали пациенты, у которых ФБ прошли к моменту поступления в госпиталь, либо пациенты, у которых боли начались после перевода в другие медицинские центры. В нашем опыте был лишь один пациент (ампутация стопы по Лисфранку), у которого ФБ отсутствовали изначально и не возникали в дальнейшем в течение года.

Характер ФБ был разнообразен: по типу каузалгий («жжет», «будто паяльником поджигают»); парестезий («колет», «мурашки ползают», «щекотка неприятная»); гиперпатий («электрические

разряды», «пятку выкручивает», «будто ногти из пальцев вырывает»).

Боль в культе варьировала практически во всем диапазоне ВАШ, отражая фазу раневого процесса.

Медиана уровней тревоги, депрессии и травматического стресса не достигала субклинического уровня, что противоречит бытующему мнению о неизбежном развитии ПТСР после травматических событий и указывает на возможность профилактики его развития, особенно при наличии социальной поддержки и своевременной реабилитации [26]. Однако в 25 % случаев отмечено наличие клинически значимых симптомов ПТСР, требующих специфической психотерапии (раздражительность, нарушения сна в виде бессонницы и/или кошмарных сновидений, сверхбдительность, навязчивые травматические воспоминания). При этом анализ отдельных симптомов, таких как диссомния, не проводился ввиду множественности определяющих их факторов (ПТСР, тревожно-депрессивные состояния, болевой синдром, интоксикационный синдром, госпитальная обстановка).

Тревога отмечалась чаще, чем депрессия (25 % случаев против 17 %), что согласуется с данными о более высокой распространенности тревожных

расстройств при хронической боли (страх ограничений, ожидание боли) [27] и соответствует процессу эмоционального переживания утраты конечности — этапу, предшествующему принятию потери.

По нашим наблюдениям, в большинстве случаев (81 %) пациенты сообщали о сильной и выраженной ФБ (рис. 2). При этом болевое поведение даже при наличии легкой ФБ в 2–3 балла характеризовалось сниженной мотивацией к занятиям ЛФК и тревогой по поводу перспектив освоения протеза, что в ряде случаев фактически блокировало реабилитационные мероприятия.

В контрольной группе отмечена положительная итоговая динамика ФБ в 77 % случаев, в основном за счет умеренного (не более 2 баллов по ВАШ) снижения ФБ (54 %) (рис. 3). Добавление специфических методов лечения ФБ увеличивало долю пациентов с выраженным регрессом боли до 57 % против 23 %. Случаи ухудшения ФБ отмечались во всех группах, однако в объединенной опытной группе доля пациентов с ухудшением ФБ снизилась до 8 % против 23 % в контрольной группе ($p = 0,005$).

Как видно из данных табл. 2, доля пациентов с клинически значимым (≥ 2 баллов) улучшением ФБС увеличивалась в каждой группе во всех контрольных точках. При этом, в каждой из опытных групп % таких пациентов значимо отличался от контрольной группы (27 %), достигая 70 % в группе ТЭС, 72 % — ПСИ + ТЭС, 83 % — ПСИ и 89 % — ЗТ.

Уровень ФБ в изучаемых группах представлен в табл. 2 и на рис. 4. После завершения лечебной фазы в опытных группах наблюдалось продолжение развития эффекта, что типично для многих реабилитационных методик и может быть обусловлено нейропластичностью.

Смешанная модель выявила статистически значимое влияние на уровень боли факторов «Группа» ($F(4, 141,033) = 5,710; p < 0,001$), «Неделя» ($F(4, 424,924) = 59,168; p < 0,001$) и их взаимодействия ($F(16, 423,013) = 3,542; p < 0,001$). Значения

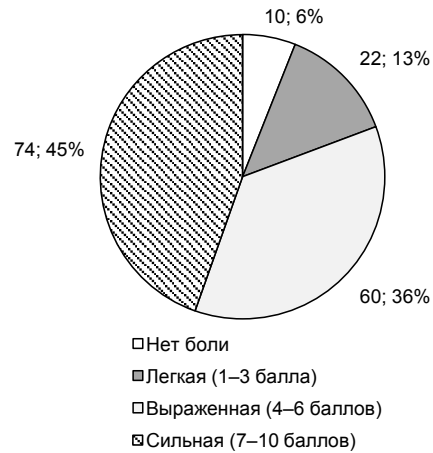


Рис. 2. Распределение пациентов в зависимости от выраженности ФБ

Fig. 2. Distribution of patients depending on the severity of PP. Частичного эта-квadrата соответствуют высокой клинической значимости эффекта. Включенные в модель ковариаты (исходный уровень ФБ, время после ампутации и уровень ампутации) также продемонстрировали статистически значимое влияние ($p < 0,05$). Таким образом, модель указывает на то, что ФБ менялась в течение периода наблюдения статистически и клинически значимо. Дополнительные методы лечения ФБ отличались от контрольной группы и по-разному влияли на динамику болевого синдрома во времени (табл. 3, рис. 5).

Post-hoc анализ с поправкой Бонферрони показал, что группы ПСИ и ЗТ достоверно отличались от контрольной, но не различались между собой; отличие группы ПСИ + ТЭС от контрольной группы определялось на уровне тенденции ($p = 0,071$), а для группы ТЭС не достигло статистически значимого уровня (табл. 4). График предсказанных значений, наглядно демонстрирующий динамику изменения боли в группах, представлен на рис. 5.

Анализ медианной динамики ФБ показал клинически значимое превосходство всех дополнительных

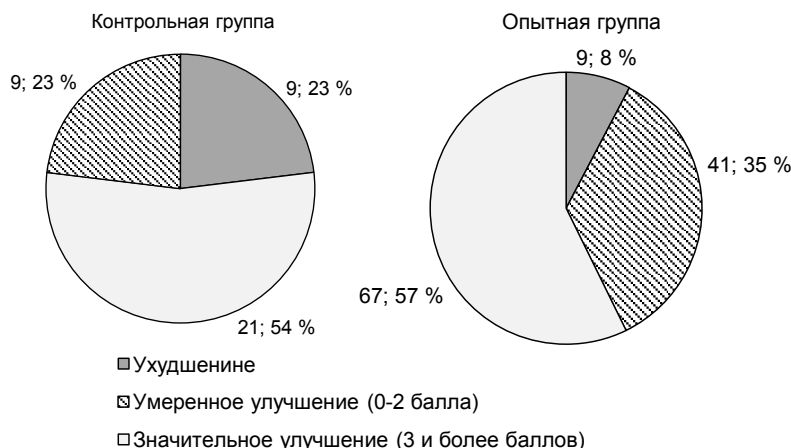


Рис. 3. Распределение пациентов контрольной и опытной групп в зависимости от эффективности лечения ФБ

Fig. 3. Distribution of patients in the control and experimental groups depending on the effectiveness of PP treatment

Таблица 2

Основные показатели уровня ФБ в изучаемых группах в зависимости от периода наблюдения

Table 2

Key indicators of PP levels in the study groups depending on the observation period

Группа	Исходно	Лечение						Наблюдение					
		1-я неделя		2-я неделя		3-я неделя		4-я неделя					
	М [Q1–Q3]	М [Q1–Q3]	ΔMa	% ^b	М [Q1–Q3]	ΔMa	% ^b	М [Q1–Q3]	ΔMa	% ^b	М [Q1–Q3]	ΔMa	% ^b
Контрольная	5,0 [2,0–7,0]	4,0 [1,0–5,1]	0	9,5	2,3 [0,0–5,0]	0	23,5	4,0 [1,0–7,0]	0	27,6	3,0 [1,0–5,0]	0	26,9
ТЭС	7,0 [5,0–8,0]	4,9 [3,6–6,3]	1,1	38,1 ^c	4,7 [2,5–5,7]	–0,4	50,0 ^c	4,0 [2,0–6,0]	2	53,8	3,0 [2,0–5,0]	2	69,6 ^c
ПСИ	6,0 [4,0–8,0]	3,5 [2,9–5,9]	1,5	53,6 ^c	2,7 [1,7–5,0]	0,6	65,2 ^c	2,0 [1,0–4,5]	3	66,7 ^c	2,0 [1,0–4,0]	2	82,6 ^c
ПСИ+ТЭС	7,0 [5,0–8,0]	4,4 [2,7–5,6]	1,6	45,8 ^c	2,7 [1,7–3,3]	1,6	63,2 ^c	3,0 [2,0–4,0]	3	77,3 ^c	2,0 [1,0–4,0]	3	72,2 ^c
ЗТ	7,5 [5,0–9,0]	5,0 [4,4–6,3]	1,5	42,9 ^c	3,8 [3,3–4,7]	1	66,7 ^c	3,0 [2,0–4,0]	3,5	71,4 ^c	3,0 [1,0–4,0]	2,5	88,9 ^c

Примечание: ^a – отличие от контрольной группы в динамике ФБ между исходным значением и данной неделей; ^b – % пациентов с клинически значимым улучшением (≥2 баллов по ВАШ) в сравнении с исходным уровнем; ^c – статистически значимое отличие (p<0,05) от контрольной группы с учетом поправки Бонферрони.

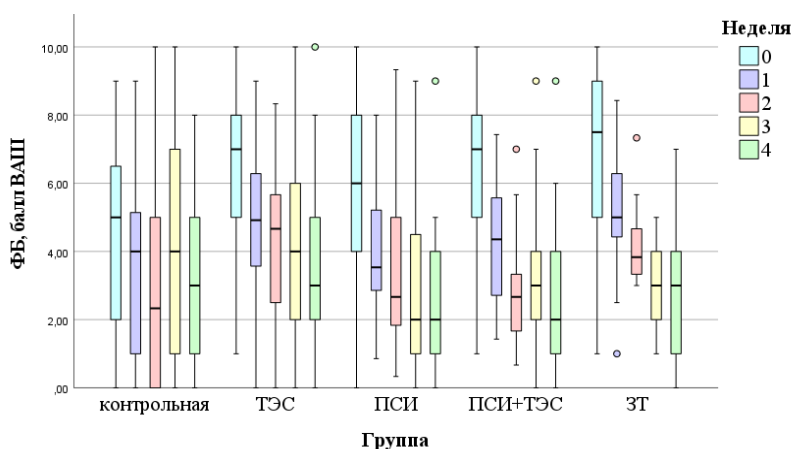


Рис. 4. Уровень ФБ в изучаемых группах в зависимости от периода исследования

Fig. 4. PP levels in groups depending on the study period

вмешательств. В группах ТЭС, ПСИ, ПСИ + ТЭС, ЗТ разница динамики ФБ по сравнению с контрольной группой (ΔM, табл. 2) в периоде наблюдения (неделя 3, 4) достигла 2 – 3,5 баллов, преодолев порог минимальной клинической значимости (MCID = 2 балла).

Таким образом, наши данные указывают на то, что уровень ФБ изменяется во времени во всех группах, что может быть обусловлено не только проводимой базовой терапией (габапентин, ЛФК, тугое бинтование), но и естественным течением патологического процесса. Уровень исходной боли, время, прошедшее после ампутации, и уровень ампутации являются независимыми факторами, оказывающими влияние на динамику ФБ в процессе лечения. Дополнительные методы лечения позволяют повысить эффективность стандартной терапии ФБ: снизить долю пациентов с ухудшением ФБ и повысить долю пациентов со значительным улучшением течения ФБ.

ТЭС-терапия значимо повышала долю пациентов с клинически значимым улучшением, но не достигла статистически значимого отличия от контроля в линейной смешанной модели. Умеренное снижение ФБ при изолированном применении ТЭС подтверждено в современных исследованиях [16]. Эффект ТЭС-терапии является дозозависимым и максимально проявляется при продолжительных или повторных курсах, что следует учитывать при планировании дальнейших исследований. Важными особенностями метода в реальной клинической практике являются его доступность, легкость применения и отсутствие необходимости дополнительных усилий со стороны пациента. Последнее особенно важно на раннем этапе реабилитации ввиду узкого «реабилитационного окна». Ограничениями применения метода могут являться эпилептический синдром, нарушение целостности кожного покрова голо-

Таблица 3

Основные параметры и результаты построения линейной смешанной модели

Table 3

Main parameters and results of LMM

Фактор	Ст. св. числителя	Ст. св. знаменателя	F	Partial η^2	Знач.
Свободный член	1	136,613	11,242	—	0,001
Группа	4	141,033	5,710	0,139	0,000
Неделя	4	424,924	59,168	0,358	0,000
Группа * Неделя	16	423,013	3,542	0,118	0,000
Время после ампутации	1	138,690	6,754	—	0,010
Исходный уровень ФБ	1	131,418	156,835	—	0,000
Уровень ампутации	1	133,103	5,429	—	0,021

Примечание: зависимая переменная: уровень ФБ.

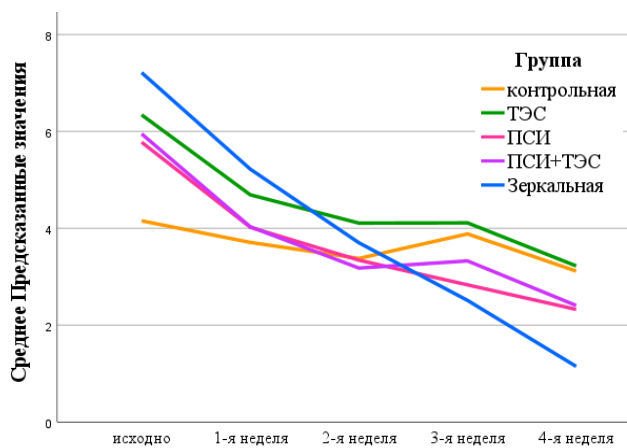


Рис. 5. Динамика предсказанных средних значений ФБ в изучаемых группах

Fig. 5. Dynamics of predicted mean values of PP in the studied groups

вы и наличие металлических частиц в зоне воздействия.

Психотерапия, направленная на проработку травматического опыта, показала себя как высокоэффективный метод, подтверждая значимость психологического механизма формирования ФБ и актуальность дальнейшего поиска эффективных, воспроизводимых и масштабируемых техник психотерапии ФБС [28]. В настоящее время психотерапия является наименее доступным методом ввиду кадрового дефицита медицинских психологов и необходимости дополнительного повышения квалификации в области психотерапии травмы.

Добавление ТЭС к психотерапии по принципу «прибор в руках специалиста» снижало ФБ с 7 до 2 баллов и существенно превышало по сравнению с контролем долю пациентов с клинически значимым улучшением (72,2 % против 26,9 %, $p < 0,05$), но не увеличивало эффективность психотерапии. Это, вероятнее всего, обусловлено их антагонистичностью в отношении концентрации внимания пациента. Возможность синергизма психотерапии

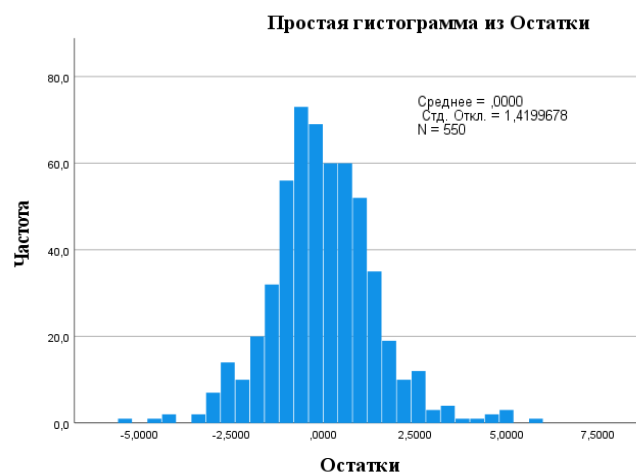


Рис. 6. Распределение остатков LMM

Fig. 6. Distribution of LMM residuals

и ТЭС при разнесенных во времени процедурах не исключена и требует дальнейшего изучения.

Зеркальная терапия с активным участием пациента обеспечила значительное снижение боли с 7,5 до 3 баллов и достоверно отличалась от контрольной группы, что позволяет также считать ее высокоэффективным методом. Значительное снижение боли вследствие применения зеркальной терапии у ряда пациентов согласуется с данными метаанализа [29], подтверждающими эффективность метода как при острой, так и хронической боли, но длительность эффекта требует дальнейшего изучения. Помимо значимой клинической эффективности важно подчеркнуть доступность данного метода. Ограничениями применения ЗТ в ранней реабилитации являются малоподвижность пациента, особенно в случае политравмы, невозможность применения при парных ампутациях, нарушениях зрения, а также необходимость обучения специалиста по физической реабилитации способам персонализации метода с учетом специфики ФБС.



Рис. 7. Диаграмма рассеяния остатков и предсказанных значений LMM
Fig. 7. Scatter plot of residuals and predicted values of LMM

Таблица 4

Парные межгрупповые сравнения по уровню фантомной боли в LMM

Table 4

Pairwise intergroup comparisons of phantom pain levels in the LMM

(I) Группа	(J) Группа	Средняя разность (I – J)	Среднеквадратичная ошибка	Ст. св.	Знач. ^c	95 % доверительный интервал для разности ^c	
						Нижняя граница	Верхняя граница
Контрольная	ТЭС	0,366	0,309	144,412	1,000	-0,513	1,246
	ПСИ	1,135*	0,324	134,443	0,006	0,211	2,060
	ПСИ + ТЭС	0,955	0,349	134,672	0,071	-0,042	1,952
	зеркальная	1,707*	0,443	160,617	0,002	0,447	2,967
ТЭС	контрольная	-0,366	0,309	144,412	1,000	-1,246	0,513
	ПСИ	0,769	0,321	132,769	0,181	-0,149	1,687
	ПСИ + ТЭС	0,589	0,343	133,891	0,885	-0,391	1,568
	зеркальная	1,341*	0,426	160,502	0,020	0,128	2,554
ПСИ	контрольная	-1,135*	0,324	134,443	0,006	-2,060	-0,211
	ТЭС	-0,769	0,321	132,769	0,181	-1,687	0,149
	ПСИ + ТЭС	-0,180	0,361	127,160	1,000	-1,210	0,850
	зеркальная	0,572	0,434	154,556	1,000	-0,664	1,808
ПСИ + ТЭС	контрольная	-0,955	0,349	134,672	0,071	-1,952	0,042
	ТЭС	-0,589	0,343	133,891	0,885	-1,568	0,391
	ПСИ	0,180	0,361	127,160	1,000	-0,850	1,210
	зеркальная	0,752	0,458	152,364	1,000	-0,554	2,058
ЗТ	контрольная	-1,707*	0,443	160,617	0,002	-2,967	-0,447
	ТЭС	-1,341*	0,426	160,502	0,020	-2,554	-0,128
	ПСИ	-0,572	0,434	154,556	1,000	-1,808	0,664
	ПСИ + ТЭС	-0,752	0,458	152,364	1,000	-2,058	0,554

Примечание: основано на оцененных маргинальных средних; * – средняя разность значима на уровне 0,05; ^a – зависимая переменная: ФБ, балл ВАШ; ^c – корректировка для нескольких сравнений: Бонферрони.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты согласуются с современными представлениями о ФБ как о мультифакторном феномене, требующем интеграции нейрофизиологических, психологических и сенсорных методов. Добавление немедикаментозных методов терапии ФБС на раннем этапе медицинской реабилитации значимо улучшает его течение. Психотерапия и ЗТ в наибольшей степени снижают уровень ФБ. ТЭС — наиболее доступный метод с клинически значимой эффективностью. Сочетание ПСИ и ТЭС при одномоментном проведении процедур не обладает выраженным синергизмом. Дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение факторов развития ФБС, определение показаний для дополнительных терапевтических методов, персонализацию протокола лечения ФБ, а также более продолжительный период наблюдения для определения эффективности терапии ФБ за пределами изучаемого в данной работе периода ранней реабилитации.

Ограничения исследования. Основным ограничением нашего исследования является отсутствие «ослепления» пациентов и персонала, что могло привести к возникновению ожиданий (эффекта плацебо), искажающего субъективную оценку основного исхода (интенсивности ФБ). Данное ограничение обусловлено активным участием пациента и уникальным, легко узнаваемым характером изучаемых вмешательств. Для минимизации потенциального влияния на результаты были предприняты следующие меры: для оценки ФБ использовалась ВАШ — стандартизированный и валидированный инструмент, протоколы всех вмешательств были стандартизированы и строго соблюдались для обеспечения воспроизводимости, статистический анализ проводился на анонимизированных данных с применением LMM (учет внутригрупповых корреляций, контроль посторонних факторов через включение ковариат, анализ временных трендов и индивидуальных различий, коррекция неравномерности измерений).

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

Authors declare no conflict of interest

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of

animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

Благодарности

Авторы выражают благодарность всему коллективу и пациентам Центра лечения сочетанной травмы.

Acknowledgements

The authors express their gratitude to all team members and patients of the Polytrauma Center.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yuan B., Hu D., Gu S. et al. The global burden of traumatic amputation in 204 countries and territories // *Front Public Health*. – 2023. – Vol. 11. – P. 1258853. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1258853>. PMID: 37927851; PMCID: PMC10622756.
2. Jensen T. S., Nikolajsen L. Phantom pain and other phenomena after amputation // *Textbook of Pain*. 4th ed. Wall P., Melzack R., eds. – Edinburgh: Churchill Livingstone, 1999. – P. 799–814.
3. Давыдов А. Т., Тюкавин А. И., Резванцев М. В. и др. Фантомная боль, роль и место различных методов лечения фантомно-болевого синдрома // *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. – 2014. – Т. 12, № 1. – С. 35–58. <https://doi.org/10.17816/RCF12135-58>.
4. Психопатология боевой травмы: Сборник трудов / под ред. проф. Э. М. Залкинд; Психиатр. клиника Молотовск. гоС. мед. ин-та и Молотовск. психиатр. больница Министерства здравоохранения РСФСР. – Молотов: Молотовское обл. изд-во, 1946. – 116 с.
5. Голубев В. Л., Данилов А. Б., Добрушина О. Р. Применение стратегии повышения мотивации пациента в лечении хронической боли // *РМЖ*. – 2011. – Спецвыпуск «Болевой синдром». – С. 1–5.
6. Корабельников Д. И., Ткаченко Е. В., Магомедалиев М. О. Фантомы и фантомные конечности: история описания феномена // *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. – 2024. – Т. 16, № 4. – С. 409–416. <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2024.219>.
7. Di Pino G., Piombino V., Carassiti M., Ortiz-Catalan M. Neurophysiological models of phantom limb pain: what can be learnt // *Minerva Anesthesiol*. – 2021. – Vol. 87, № 4. – P. 481–487. <https://doi.org/10.23736/S0375-9393.20.15067-3> PMID: 33432796.
8. Шагина Е. Д., Никишина В. Б., Запесоцкая И. В. Нейропатогенез фантомно-болевого синдрома: обзор зарубежной литературы // *Национальный психологический журнал*. – 2025. – Т. 20, № 2. – С. 24–36. <https://doi.org/10.11621/npj.2025.0202>
9. Makin T. R., Flor H. Brain (re)organisation following amputation: Implications for phantom limb pain // *Neuroimage*. – 2020. – Vol. 218. – P. 116943. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116943>. PMID: 32428706; PMCID: PMC7422832.
10. Kikkert S., Mezue M., Henderson Slater D. et al. Motor correlates of phantom limb pain // *Cortex*. – 2017. – Vol. 95. – P. 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.07.015>. PMID: 28822914; PMCID: PMC5637164.
11. Melzack R. Phantom limbs and the concept of a neuromatrix // *Trends Neurosci*. – 1990. – Vol. 13, № 3. – P. 88–92. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(90\)90179-e](https://doi.org/10.1016/0166-2236(90)90179-e). PMID: 1691874.
12. Treede R. D., Meyer R. A., Raja S. N., Campbell J. N. Peripheral and central mechanisms of cutaneous hyperalgesia // *Prog Neurobiol*. – 1992. – Vol. 38, № 4. – P. 397–421. [https://doi.org/10.1016/0301-0082\(92\)90027-c](https://doi.org/10.1016/0301-0082(92)90027-c). PMID: 1574584.
13. Bonica's Management of Pain: 5th edition / Ballantyne J. C., Fishman S., Rathmell J. P. (eds.). – Phila-

delphia: Walters Kluwer Health, 2019. – 6053 p. – ISBN: 9781496349033.

14. Pursel A., Nichols R., Evans D., Lindquist K. The Exploration of the GWOT Combat Amputee's Experience With Longitudinal Care: A Qualitative Study // *Military Medicine*. – 2024. – Vol. 189, № 11–12. – P. 2408–2415.

15. Мокиенко О. А., Ивкина М. В. Методы лечения фантомной боли с позиций доказательной медицины // *Российский неврологический журнал*. – 2023. – Т. 28, № 6. – С. 11–18. <https://doi.org/10.30629/2658-7947-2023-28-6-11-18>.

16. Garcia-Pallero M. Á., Cardona D., Rueda-Ruzafa L. et al. Central nervous system stimulation therapies in phantom limb pain: a systematic review of clinical trials // *Neural Regen Res*. – 2022. – Vol. 17, № 1. – P. 59–64. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.314288>.

17. Foell J., Bekrater-Bodmann R., Diers M., Flor H. Mirror therapy for phantom limb pain: brain changes and the role of body representation // *Eur J Pain*. – 2014. – Vol. 18, № 5. – P. 729–39. <https://doi.org/10.1002/j.1532-2149.2013.00433.x>. PMID: 24327313.

18. Sehirlioglu A., Ozturk C., Yazicioglu K. et al. Painful neuroma requiring surgical excision after lower limb amputation caused by landmine explosions // *Int Orthop*. – 2009. – Vol. 33, № 2. – P. 533–6. <https://doi.org/10.1007/s00264-007-0466-y>. PMID: 17940765; PMCID: PMC2899049.

19. Коваленко А. П., Мусиков В. К., Базуева Т. В. и др. Лечение синдрома фантомной боли ботулиническим нейротоксином // *Российский журнал боли*. – 2024. – Т. 22, № 3. – С. 44–54. <https://doi.org/10.17116/pain20242203144>.

20. Fang J., Lian Y. H., Xie K. J., Cai S. N. Pharmacological interventions for phantom limb pain // *Chin Med J (Engl)*. – 2013. – Vol. 126, № 3. – P. 542–9. PMID: 23422122.

21. Федеральные клинические рекомендации по предотвращению фантомного болевого синдрома при ампутации конечности. Федерация анестезиологов и реаниматологов Российской Федерации. РОИБ. М., 2014. – 24 с. URL: <http://www.painrussia.ru/publications/reference-materials-and-guides/> (дата обращения: 24.10.25).

22. Horowitz M. J. *Stress Response Syndromes: PTSD, Grief and Adjustment Disorders*. 3rd ed. – Northvale, NJ: Jason Aronson, 1997. – 368 p.

23. Mann J. *Time-Limited Psychotherapy*. – Cambridge, MA: Harvard University Press; 1980. – 216 p.

24. Ramachandran V. S., Rogers-Ramachandran D. C. Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors // *Proceedings of the Royal Society of London*. – 1996. – Vol. 263. – P. 377–386.

25. Zernitz M., Rizzello C., Rigoni M., Van de Winckel A. Case Report: Phantom limb pain relief after cognitive multisensory rehabilitation // *Front. Pain Res*. – 2024. – Vol. 5. – P. 1374141. <https://doi.org/10.33.89/fpain.2024.1374141>.

26. Пушкарев А. Л., Доморацкий В. А., Аринчина Н. Г. Диагностика посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) у участников военных действий. – Минск: БНИИЭТИН, 1999. – 17 с.

27. Kazemi H., Ghassemi S., Fereshtehnejad S. M. et al. Anxiety and depression in patients with amputated limbs suffering from phantom pain: a comparative study with non-phantom chronic pain // *IntJPrevMed*. – 2013. – Vol. 4, № 2. – P. 218–25. PMID: 2354814; PMCID: PMC3604856.

28. Cárdenas K., Aranda M. Uso de psicoterapias como tratamiento del dolor de miembro fantasma [Psychotherapies for the Treatment of Phantom Limb Pain] // *Rev Colomb Psiquiatr*. – 2017. – Vol. 46, № 3. – P. 178–186. (In Spanish). <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2016.08.003>. PMID: 28728802.

29. Xie H. M., Zhang K. X., Wang S. et al. Effectiveness of Mirror Therapy for Phantom Limb Pain: A Systematic

Review and Meta-analysis // *Arch Phys Med Rehabil*. – 2022. – Vol. 103, № 5. – P. 988–997. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.07.810>. PMID: 34461084.

REFERENCES

1. Yuan B., Hu D., Gu S. et al. The global burden of traumatic amputation in 204 countries and territories // *Front Public Health*. 2023;11:1258853. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1258853>. PMID: 37927851; PMCID: PMC10622756.

2. Jensen T. S., Nikolajsen L. Phantom pain and other phenomena after amputation // *Textbook of Pain*. 4th ed. Wall P., Melzack R., eds. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1999: 799–814.

3. Davydov A. T., Tyukavin A. I., Rezvantsev M. V. et al. Phantom pain, role and place of different methods of treatment of the phantom pain syndrome // *Reviews on Clinical Pharmacology and Drug Therapy*. 2014;12(1):35–58. (In Russ.). <https://doi.org/10.17816/RCF12135-58>.

4. Psychopathology of combat trauma: Proceedings / Zalkind E. M., eds. Psychiatric Clinic of the Molotov State Medical Institute and Molotov Psychiatric Hospital of the Ministry of Health of the RSFSR. Molotov, Molotov Regional Publishing House, 1946, 116 pp. (In Russ.).

5. Golubev V. L., Danilov A. B., Dobrushina O. R. Application of patient motivation enhancement strategy in chronic pain treatment // *Russian Medical Journal (RMZh)*. 2011; Special issue “Pain syndrome”:1–5. (In Russ.).

6. Korabelnikov D. I., Tkachenko E. V., Magomedaliyev M. O. Phantoms and phantom limbs: history of describing the phenomenon // *Epilepsy and Paroxysmal Conditions*. 2024;16(4):409–416. (In Russ.). <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2024.219>.

7. Di Pino G., Piombino V., Carassiti M., Ortiz-Catalan M. Neurophysiological models of phantom limb pain: what can be learnt // *Minerva Anesthesiol*. 2021;87(4):481–487. <https://doi.org/10.23736/S0375-9393.20.15067-3> PMID: 33432796.

8. Shagina E. D., Nikishina V. B., Zapesotskaya I. V. Neuro-pathogenesis of phantom pain syndrome: overview of foreign research // *National Psychological Journal*. 2025;20(2):24–36. (In Russ.). <https://doi.org/10.11621/npj.2025.0202>.

9. Makin T. R., Flor H. Brain (re)organisation following amputation: Implications for phantom limb pain // *Neuroimage*. 2020;218:116943. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116943>. PMID: 32428706; PMCID: PMC7422832.

10. Kikkert S., Mezue M., Henderson Slater D. et al. Motor correlates of phantom limb pain // *Cortex*. 2017;95:29–36. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.07.015>. PMID: 28822914; PMCID: PMC5637164.

11. Melzack R. Phantom limbs and the concept of a neuromatrix // *Trends Neurosci*. 1990;13(3):88–92. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(90\)90179-e](https://doi.org/10.1016/0166-2236(90)90179-e). PMID: 1691874.

12. Treede R. D., Meyer R. A., Raja S. N., Campbell J. N. Peripheral and central mechanisms of cutaneous hyperalgesia // *Prog Neurobiol*. 1992;38(4):397–421. [https://doi.org/10.1016/0301-0082\(92\)90027-c](https://doi.org/10.1016/0301-0082(92)90027-c). PMID: 1574584.

13. Bonica's Management of Pain: 5th edition / Ballantyne J. C., Fishman S., Rathmell J. P. (eds.). Philadelphia: Walters Kluwer Health, 2019. 6053 p. ISBN: 9781496349033.

14. Pursel A., Nichols R., Evans D., Lindquist K. The Exploration of the GWOT Combat Amputee's Experience With Longitudinal Care: A Qualitative Study // *Military Medicine*. 2024;189(11–12):2408–2415.

15. Mokienko O. A., Ivkina M. V. Phantom limb pain: actual concepts of pathophysiology and treatment methods from the standpoint of evidence-based medicine // *Russian neurological journal*. 2023;28(6):11–18. (In Russ.). <https://doi.org/10.30629/2658-7947-2023-28-6-11-18>.

16. Garcia-Pallero M. Á., Cardona D., Rueda-Ruzafa L. et al. Central nervous system stimulation therapies in phantom limb pain: a systematic review of clinical trials // *Neural Regen Res.* 2022;17(1):59–64. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.314288>.
17. Foell J., Bekrater-Bodmann R., Diers M., Flor H. Mirror therapy for phantom limb pain: brain changes and the role of body representation // *Eur J Pain.* 2014;18(5):729–39. <https://doi.org/10.1002/j.1532-2149.2013.00433.x>. PMID: 24327313.
18. Sehrioluglu A., Ozturk C., Yazicioglu K. et al. Painful neuroma requiring surgical excision after lower limb amputation caused by landmine explosions // *Int Orthop.* 2009;33(2):533–6. <https://doi.org/10.1007/s00264-007-0466-y>. PMID: 17940765; PMCID: PMC2899049.
19. Kovalenko A. P., Misikov V. K., Bazueva T. V. et al. Treatment of phantom pain syndrome with botulinum neurotoxin // *Russian Journal of Pain.* 2024;22(3):44–54. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/pain20242203144>.
20. Fang J., Lian Y. H., Xie K. J., Cai S. N. Pharmacological interventions for phantom limb pain // *Chin Med J (Engl).* 2013;126(3):542–9. PMID: 23422122.
21. Federation of Anesthesiologists and Reanimatologists of the Russian Federation. Federal clinical guidelines for the prevention of phantom pain syndrome after limb amputation. Russian Society for the Study of Pain (ROIB). Moscow, 2014. 24 pp. (In Russ.).
22. Horowitz M. J. *Stress Response Syndromes: PTSD, Grief and Adjustment Disorders.* 3rd ed. Northvale, NJ: Jason Aronson, 1997. 368 p.
23. Mann J. *Time-Limited Psychotherapy.* Cambridge, MA: Harvard University Press; 1980. 216 p.
24. Ramachandran V. S., Rogers-Ramachandran D. C. Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors // *Proceedings of the Royal Society of London.* 1996;263:377–386.
25. Zernitz M., Rizzello C., Rigoni M., Van de Winckel A. Case Report: Phantom limb pain relief after cognitive multisensory rehabilitation // *Front. Pain Res.* 2024;5:1374141. <https://doi.org/10.33.89/fpain.2024.1374141>.
26. Pushkarev A. L., Domoratsky V. A., Arinchina N. G. Diagnosis of post-traumatic stress disorder (PTSD) in combat veterans. Belarusian Research Institute for Medical Expertise and Rehabilitation (BNIETIN). Minsk, 1999. 17 pp. (In Russ.).
27. Kazemi H., Ghassemi S., Fereshtehnejad S. M. et al. Anxiety and depression in patients with amputated limbs suffering from phantom pain: a comparative study with non-phantom chronic pain // *IntJPrevMed.* 2013;4(2):218–25. PMID: 2354814; PMCID: PMC3604856.
28. Cárdenas K., Aranda M. Uso de psicoterapias como tratamiento del dolor de miembro fantasma [Psychotherapies for the Treatment of Phantom Limb Pain] // *Rev Colomb Psiquiatr.* 2017;46(3):178–186. (In Spanish). <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2016.08.003>. PMID: 28728802.
29. Xie H. M., Zhang K. X., Wang S. et al. Effectiveness of Mirror Therapy for Phantom Limb Pain: A Systematic Review and Meta-analysis // *Arch Phys Med Rehabil.* 2022;103(5):988–997. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.07.810>. PMID: 34461084.

Информация об авторах

Яковлева Мария Борисовна, кандидат психологических наук, ассистент кафедры общей и клинической психологии, медицинский психолог Центра лечения сочетанной травмы, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0009-0007-0452-3203; **Белаш Василий Алексеевич**, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры медицинской реабилитации и адаптивной физической культуры, руководитель отдела реабилитологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0001-7979-6811; **Биличенко Елена Борисовна**, ассистент кафедры медицинской реабилитации и адаптивной физической культуры, врач ЛФК центра лечения сочетанной травмы, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0009-0007-9621-5709; **Никонова Ольга Васильевна**, студентка 5 курса кафедры общей и клинической психологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0009-0005-7254-9734.

Information about authors

Yakovleva Maria B., Cand. of Sci. (Psy.), Assistant of the Department of General and Clinical Psychology, Medical Psychologist of the Polytrauma Treatment Center, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0009-0007-0452-3203; **Belash Vasilii A.**, Cand. of Sci. (Med.), Assistant of the Department of Medical Rehabilitation and Adaptive Physical Education, Head of the Department of Rehabilitology, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0001-7979-6811; **Bilichenko Elena B.**, Assistant of the Department of Medical Rehabilitation and Adaptive Physical Education, Doctor of Physical Therapy of the Polytrauma Treatment Center, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0009-0008-5083-4595; **Teplov Vadim M.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Emergency Medicine and Injury Surgery, Head of the Department of Emergency Medicine, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0002-4299-4379; **Potapchuk Alla A.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Medical Rehabilitation and Adaptive Physical Education, Vice-Rector for Educational Work, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0001-6943-8949; **Kobzeva Tatiana M.**, Resident Physician of the Polytrauma Treatment Center, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0009-0007-9621-5709; **Nikonova Olga V.**, Fifth-year Student of the Department of General and Clinical Psychology, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0009-0005-7254-9734.