

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ И МЕХАНОТЕРАПИИ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПЕРЕЛОМА БЕДРЕННОЙ КОСТИ НА ФОНЕ ОСТЕОПОРОЗА

DOI: 10.37586/2686-8636-4-2024-270-280

УДК: 616-08-059

Марченкова Л.А. *, Васильева В.А. , Ответчикова Д.И. , Фесюн А.Д. 

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, Москва, Россия

* Автор, ответственный за переписку, Марченкова Лариса Александровна. E-mail: marchenkovala@nmicrk.ru

Резюме

ОБОСНОВАНИЕ. Основной задачей реабилитационных мероприятий после перелома бедренной кости (ПБК) на фоне остеопороза (ОП) является снижение вероятности развития инвалидности и смерти пациента, который наиболее высок в первые месяцы после перелома.

ЦЕЛЬ. Разработка, научное обоснование и исследование эффективности технологий виртуальной реальности и механотерапии в реабилитации пациентов после оперативного лечения перелома бедренной кости на фоне остеопороза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Исследование в общей сложности включило 98 пациентов в возрасте от 59 до 84 лет включительно, перенесших операцию остеосинтеза или эндопротезирования тазобедренного сустава по поводу ПБК остеопорозного генеза в сроки от 6 до 12 недель до включения в исследование.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Результаты исследования позволяют заключить, что новый комплекс медицинской реабилитации способствует через 12 дней увеличению общего балла по шкале Харриса ($p = 0,034$) и максимальной силы разгибания бедра ($p = 0,041$), повышению скорости и улучшению биомеханики ходьбы — увеличению длины шага правой ноги через 12 дней ($p = 0,036$) и сокращению ширины шага через 60 дней ($p = 0,22$), быстрой регрессии болевого синдрома, улучшению физического функционирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. У пациентов с ОП, перенесших оперативное лечение перелома проксимального отдела бедренной кости, новый комплекс медицинской реабилитации с применением технологий механотерапии, виртуальной реальности и тренировок на сенсорной беговой дорожке с функцией биологической обратной связи, в сравнении со стандартным комплексом реабилитации способствует сокращению сроков восстановления функции тазобедренного сустава.

Ключевые слова: остеопороз; реабилитация; биомеханика ходьбы.

Для цитирования: Марченкова Л.А., Васильева В.А., Ответчикова Д.И., Фесюн А.Д. Эффективность технологий виртуальной реальности и механотерапии в реабилитации пациентов после оперативного лечения перелома бедренной кости на фоне остеопороза. *Российский журнал гериатрической медицины*. 2024;4(20):270–280. DOI: 10.37586/2686-8636-4-2024-270-280

EFFICACY OF VIRTUAL REALITY AND MECHANOTHERAPY TECHNOLOGIES IN THE REHABILITATION OF PATIENTS WITH OSTEOPOROSIS AFTER SURGICAL TREATMENT OF FEMORAL FRACTURES

Marchenkova L.A. *, Vasilyeva V.A. , Otvetchikova D.I. , Fesyun A.D. 

National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

* Corresponding author: Marchenkova L.A. E-mail: marchenkovala@nmicrk.ru

Abstract

BACKGROUND: The primary goal of rehabilitation after a femoral fracture surgery in patients with osteoporosis is to reduce the risk of disability and mortality, which is highest in the first months after the fracture.

AIM: To develop, scientifically justify, and evaluate the effectiveness of virtual reality and mechanotherapy technologies in the rehabilitation of patients with osteoporosis after surgical treatment of femoral fractures.

MATERIALS AND METHODS: The study included 98 patients aged 59 to 84 years who had undergone osteosynthesis or hip joint endoprosthesis for osteoporosis-related femoral fractures within 6 to 12 weeks before enrollment.

RESULTS: The study results indicate that the new medical rehabilitation program leads to an increase in the total Harris Hip Score ($p = 0.034$) and maximum hip extension strength ($p = 0.041$) after 12 days, improved gait speed and biomechanics,

with increased right leg stride length after 12 days ($p = 0.036$) and reduced step width after 60 days ($p = 0.22$), faster pain syndrome regression, and better physical functioning.

CONCLUSION: In patients with osteoporosis who underwent surgical treatment for proximal femoral fractures, the new medical rehabilitation program involving mechanotherapy, virtual reality, and sensor-based treadmill training with biofeedback improves hip joint function recovery compared to standard rehabilitation programs.

Keywords: osteoporosis; rehabilitation; gait biomechanics

For citation: Marchenkova L.A., Vasilyeva V.A., Otvetchikova D.I., Fesyun A.D. Efficacy of virtual reality and mechanotherapy technologies in the rehabilitation of patients with osteoporosis after surgical treatment of femoral fractures. *Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2024;4(20):270–280. DOI: 10.37586/2686-8636-4-2024-270-280

ОБОСНОВАНИЕ

Основной задачей реабилитационных мероприятий после ПБК на фоне ОП является снижение вероятности развития инвалидности и смерти пациента, которая наиболее высока в первые месяцы после перелома [1]. Как показывают исследования, около 10% пожилых пациентов умирает в первые 3 месяца после перенесенного ПБК [2, 3]. Согласно анализу структуры летальности после ПБК в г. Ярославле, за период 2010–2011 гг. смертность в стационаре в первые дни после оперативного пособия составляет 9,66%, а через 3 месяца — уже 15,57% [3]. По данным различных исследований, показатели смертности в течение первого года после ПБК в различных городах России колеблются от 30,8–35,1% до 45–52% [4, 5, 6]. В ретроспективном когортном исследовании Warhurst S. et al. (2020), в котором изучали клинические исходы у 415 пациентов с ПБК в возрасте 65 лет и старше, самая высокая летальность зарегистрирована у пациентов, выписанных из отделения ортопедии без проведения каких-либо процедур реабилитации. В группе пациентов, прошедших курс ортогериатрической реабилитации, наблюдались более короткий период пребывания на постельном режиме, меньшие число осложнений и показатель 30-дневной смертности, более высокие функциональный статус и частота назначения терапии ОП (88%) [4].

КЖ пациентов после ПБК зависит в первую очередь от того, была ли им оказана хирургическая помощь [6]. Задержка оперативного лечения и отсрочка госпитализации — наиболее значимые факторы и летального исхода [7, 8]. Именно поэтому основным условием быстрой реабилитации пациента после ПБК на фоне ОП авторы считают проведение хирургического лечения в как можно более ранние сроки, дальнейшую быструю мобилизацию и скорейшее начало реабилитационных мероприятий [7].

У пациентов старше 65 лет после оперативного лечения ПБК ранняя мобилизация и нагрузка на оперированную ногу ассоциируются также с более быстрым выздоровлением, сокращением продолжительности пребывания в стационаре и снижением смертности [4]. Ранняя мобилизация (в течение 24 часов) может предотвратить и такое осложнение, как тромбоз глубоких вен [2, 4]. Вопреки имеющимся предубеждениям

незамедлительная послеоперационная нагрузка не увеличивает частоту ревизионных оперативных вмешательств [8]. Наоборот, послеоперационная иммобилизация ассоциируется с ухудшением функциональных показателей через 2 месяца и выживаемости через 6 месяцев после операции [9].

Кочиш А.В. с соавт. (2019) считают, что реабилитация пациентов в возрасте старше 50 лет с переломами на фоне ОП должна включать в себя физические тренировки и укрепление мышц в ранние сроки после перелома, специальные комплексы физических упражнений (ФУ), направленные на улучшение устойчивости, а также многофакторную профилактику падений [8].

В первые 2–5 дней после оперативного лечения ПБК рекомендуются ФУ для укрепления мышц — разгибателей колена, которые, по данным исследований, оказались вполне выполнимыми для пожилых пациентов и эффективными по увеличению мышечной силы [10]. Также продемонстрированы преимущества сочетания традиционных комплексов ФУ с прогрессивными тренировками с использованием отягощений, направленных на укрепление четырехглавой мышцы бедра в раннем послеоперационном периоде. Значительное улучшение по шкале мобильности пожилых людей, активности разгибания сломанной ноги и функциональным тестам было зарегистрировано как по завершении курса реабилитации, так и через 10 недель после окончания вмешательства [11].

Через 3 недели в реабилитационные программы следует включать прогрессивные силовые тренировки, способствующие улучшению функциональных тестов «Встань и иди» и «6-минутной ходьбы» [12]. Улучшение подвижности и функциональности по сравнению со стандартной реабилитацией продемонстрировала программа с высокой активностью и интенсивностью стационарной реабилитации (занятия 5 раз в неделю в течение 90 мин., в течение 3 недель), включавшая, в частности, упражнения на равновесие и выполнявшаяся под наблюдением медицинского работника [10–12].

Поскольку 90% всех переломов бедра происходит во время падений, важным компонентом реабилитации таких пациентов являются мероприятия, направленные на снижение риска падений. Согласно систематическому обзору Gillespie L.D. et al. (2012), программы ФУ в группе и домашних

условиях, а также меры по обеспечению безопасности жилья снижают частоту и риск падений [13]. Программы специальных упражнений на тренировку баланса у пожилых людей, по мнению ряда авторов, уменьшают вероятность травм, вызванных падениями, в том числе низкоэнергетических переломов [14]. Программы ФУ, направленные на профилактику падений, эффективны у пациентов, которые до перелома жили независимо и не нуждались в постоянной медицинской помощи, однако они нецелесообразны у резидентов домов престарелых — этой категории пациентов для снижения риска падений лучше рекомендовать только препараты витамина D [15]. Группа французских исследователей в 12-летнем исследовании на популяции 236 328 пациентов с ПБК показала, что именно особенности организации безопасности жилой зоны связаны со значительными различиями в риске ПБК у пожилых людей [10].

В исследовании George A.A. et al. (2020) [16] на основании ретроспективного анализа историй болезни 73 пациентов после хирургического лечения ПБК на фоне ОП, сделан вывод, что основным фактором, влияющим на результаты реабилитации, является функциональный статус пациента до перелома, в то время как наличие сопутствующих соматических заболеваний не влияло отрицательно на результаты их реабилитации [1]. Аналогичные данные получены и в работе Lim K.K. et al. (2019) [17]. В работе Боринского С.Ю. и Шавиевой И.А. (2018) [5] делается заключение, что у пациентов старших возрастных групп в возрасте от 75 до 89 лет, перенесших эндопротезирование тазобедренного сустава, улучшить результат реабилитации, снизить возможность осложнений и вероятность побочных эффектов нагрузочных процедур, улучшить стабильность протеза и повысить КЖ позволяет применение инновационных методик реабилитации в сочетании с комплексной терапией ОП [5].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработка, научное обоснование и исследование эффективности технологий виртуальной реальности и механотерапии в реабилитации пациентов после оперативного лечения перелома бедренной кости на фоне остеопороза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Общая информация. Исследование проводилось на базе ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Исследование в общей сложности включило 98 пациентов в возрасте от 59 до 84 лет включительно, перенесших операцию остеосинтеза или эндопротезирования тазобедренного сустава по поводу ПБК остеопорозного генеза в сроки от 6 до 12 недель до включения в исследование. У 49 пациентов после хирургического лечения

ПБК на фоне ОП в основной группе применялся новый комплексный метод реабилитации, разработанный в ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России (Марченкова Л.А., Ерёмускин М.А., Макарова Е.В., Стяжкина Е.М., Чесникова Е.И.) Способ реабилитации пациентов после хирургического лечения перелома проксимального отдела бедренной кости на фоне остеопороза. Патент на изобретение 2740262 С1, 12.01.2021. Заявка № 2020127682 от 19.08.2020). Исследуемый метод реабилитации применялся в рамках пребывания пациентов в условиях круглосуточного стационара в отделении медицинской реабилитации в течение 12 дней и включал следующие процедуры, последовательно выполняемые в течение дня:

1) 10 групповых занятий лечебной гимнастикой в зале с инструктором по ЛФК. Комплекс упражнений включает общеразвивающие, дыхательные и специальные упражнения. Специальные упражнения: укрепление и растяжение мышц (разгибателей, отводящих и сгибателей) оперированного бедра, растяжение приводящих мышц бедра в виде статических упражнений, кроме того, применяются активные движения в оперированном тазобедренном суставе (сгибание, разгибание, отведение). При этом соблюдаются следующие условия: не сгибать ногу в тазобедренном суставе более 90° и избегать одновременного сгибания, приведения и внутренней ротации в оперированном тазобедренном суставе. Занятия проводились 5 дней в неделю, на курс 10 процедур, длительность одного занятия 30 мин.

2) 10 занятий на велотренажере — эргометре в исполнении V-ergo PRO «Лоде Б.В.», Нидерланды.

3) 10 занятий на сенсорной беговой дорожке — эргометре C-Mill «Форелинк Б.В.», Нидерланды.

Перед тренировкой проводилась разминка (упражнения для нижних конечностей и отработка переката с пятки на носок в течение 5 мин.), затем тренировка на дорожке в течение 25 мин. Ходьба на сенсорной дорожке проводилась в медленном темпе, цикл ходьбы отображался на мониторе. Варьировали симметрию, длину и ширину шага, устанавливая метки-следы. На дисплее выводились текущие результаты анализа походки в реальном времени. Кроме того, инструктор-методист по ЛФК контролировал правильность ходьбы, обучая пациента делать более короткий шаг оперированной ногой и более длинный — «здоровой», с тем чтобы добиться в конечном итоге равномерности шага, а также обучал пациента не отрывать пятку и держать ее как можно ближе к поверхности земли в последнюю стадию фазы опоры (на протяжении всей фазы опоры пациент не должен сгибать ногу в коленном суставе, колено должно быть «заблокировано»). Также следили, чтобы при ходьбе сохранялось положение «таз вперед — плечи назад». Затем, по мере того как пациент начинал ходить

более уверенно и быстро, допускалось легкое сгибание в коленном суставе.

4) 10 занятий на реабилитационной интерактивной системе NIRVANA, «БТС С.п.А.», Италия. Для пациентов с ПБК на фоне ОП использовали сценарии, которые проецируются на пол с помощью оптико-электронной инфракрасной системы и включают в себя набор упражнений для нижних конечностей и корпуса. В упражнении «Независимый графический объект» пациенты должны были выполнить специальные движения, чтобы прикоснуться к ряду объектов с помощью нижней конечности. При этом активизируется визуальная и акустическая обратная сенсорная связь (оценка: количество выбранных объектов, затраченное время и число ошибок). Также использовались упражнения «Следуй за мной», которые предусматривают преследование одного или нескольких объектов, отображаемых на плоскости. В упражнении «Охота» пациент должен был попасть в объекты, появляющиеся на проекции в случайном порядке, за ограниченный период времени, используя нижние конечности. В зависимости от степени функциональных ограничений и общего физического состояния пациента, использовали разные уровни сложности в этом задании с различным количеством объектов и типами траектории. Упражнения «Игры» включали упражнения с картинками (например, с мячами), отображаемыми на полу, с целью активно задействовать в задании нижние конечности в играх. В соответствии с различными упражнениями были задействованы различные сегменты тела для тренировки координации оперированной нижней конечности при ходьбе. В среднем общая длительность одной тренировки составляла 30 мин.

5) Низкоинтенсивное лазерное излучение на область оперированного тазобедренного сустава в инфракрасном диапазоне, импульсной мощностью 15 Вт, частотой 80 Гц, время экспозиции 5 мин., на курс 10 процедур. Использовали лазерный терапевтический аппарат Матрикс «НИЦ Матрикс», Россия.

Статистический анализ. Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программы Microsoft STATISTICA 10.0. Значения показателей в группах с нормальным распределением приведены в виде средних значений и квадратичного стандартного отклонения — $M \pm s$; в случаях, когда выборка не подчинялась нормальному закону распределения, — в виде медианы и квартилей — $Me [Q1; Q3]$.

Для сравнения выборок, подчиняющихся нормальному закону распределения, использовали t -критерий Стьюдента.

Для сравнения выборок, не подчиняющихся нормальному закону распределения переменных, применяли методы непараметрического анализа для оценки статистической значимости различий

показателей в независимых выборках для множественных сравнений показателей и критерий Манна — Уитни с поправкой Бонферрони для попарных сравнений. В связанных выборках (сравнение исследуемых параметров до и после лечения) достоверность различий значений показателей устанавливалась с помощью непараметрического критерия Вилкоксона. Статистическую значимость различий частот показателей в независимых выборках рассчитывали с помощью критерия χ^2 Пирсона или χ^2 множественного правдоподобия (для множественных сравнений), в связанных выборках — с помощью одностороннего или двухстороннего критерия для сравнения пропорций.

Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

Этическая экспертиза. Протокол исследования, формы листов с информацией об исследовании и информированных согласий для пациентов и врачей, формы использованных опросников для пациентов и врачей были одобрены на заседании Локального этического комитета ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России (на момент одобрения — ФГБУ «РНЦ МРИК» Минздрава России) № 3 от 05.07.2016. Все пациенты, включенные в исследование, получили в печатном виде информацию об исследовании, имели достаточно времени для ознакомления с ней и добровольно подписали информированное согласие на участие в исследовании.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исходная характеристика пациентов с остеопорозом, перенесших операционное лечение перелома бедренной кости

Исследуемую выборку составили 98 пациентов (14 мужчин и 84 женщины) в возрасте от 59 до 84 лет включительно, перенесших операцию остеосинтеза или эндопротезирования тазобедренного сустава по поводу ПБК остеопорозного генеза в сроки от 6 до 12 недель до включения в исследование, из которых были сформированы две группы. Пациентам основной группы был назначен исследуемый комплекс физической терапии с включением методов механотерапии с биологической обратной связью и технологии виртуальной реальности, в группе сравнения пациенты получали только групповые занятия ЛФК и процедуры лазерной терапии на область тазобедренного сустава в импульсном режиме, без использования методов механотерапии и виртуальной реальности.

Исследуемые группы не различались по гендерному соотношению, возрасту, давности проведения операции, показателям минеральной плотности кости (МПК) и абсолютной 10-летней вероятности развития новых остеопоротических переломов по модели FRAX. Также группы были

сопоставимы по соотношению пациентов с разным типом хирургического лечения, который мог повлиять на степень функциональных ограничений и реабилитационный прогноз пациентов: 67,3% пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава и 32,7% после операции остеосинтеза в основной группе, 83,5% и 26,5% в группе сравнения соответственно (табл. 1).

Курс реабилитации закончили все пациенты в обеих группах, обследование на 60 день исследования прошли все пациенты в основной группе и 47 в группе сравнения, через 6 месяцев в анализ отдаленных результатов реабилитации было включено 46 и 39 пациентов соответственно, через 12 месяцев — 28 и 25 соответственно, через 24 месяца — 19 и 22 соответственно.

Таблица 1

Характеристика пациентов после оперативного лечения ПБК, перед курсом реабилитации

Показатели	Основная группа, n = 49	Группа сравнения, n = 49	p
Мужчины / женщины	5 / 44	9 / 40	0,26*
Возраст, годы	78,0 [61,0; 80,0] (59–84)	79,5 [61,0; 82,0] (63–84)	0,33*
Тип оперативного лечения ПБК, n, (%): – эндопротезирование тазобедренного сустава – остеосинтез	33 (67,3%) 16 (32,7%)	36 (73,5%) 13 (26,5%)	0,51**
Время после оперативного лечения ПБК, дни	52,0 [44,0; 54,0] (43,0; 72,0)	55,0 [46,0; 59,0] (44,0; 70,0)	0,58*
ИМТ, кг/м ²	24,0 [21,0; 26,0] (18,5; 36,0)	25,0 [21,0; 28,0] (17,1; 41,9)	0,69*
МПК в поясничном отделе позвоночника, Т-критерий, стандартные отклонения (СО)	–3,0 [–3,2; –2,4] (–4,4 — –0,7)	–2,6 [–3,1; –2,0] (–5,0 — –0,4)	0,31
МПК в шейке не оперированной бедренной кости, Т-критерий, СО	–1,9 [–2,6; –1,4] (–3,9 — –0,2)	–1,9 [–2,3; –1,2] (–3,3 — –0,4)	0,96*
МПК в проксимальном отделе не оперированной бедренной кости в целом, Т-критерий, СО	–1,8 [–2,4; –1,2] (–3,9 — 0,4)	–1,6 [–2,0; –1,1] (–3,3 — 0)	0,28*
Абсолютный 10-летний риск основных остеопоротических переломов по FRAX, %	24,9 [21,7; 32,8] (14,4 — 46,8)	25,6 [20,3; 33,5] (12,9 — 48,2)	0,93*

Примечание: значения показателей приведены в виде Ме [Q1; Q3] (минимум — максимум). Для сравнения величин применяли:

* критерий Манна — Уитни, ** χ^2 Пирсона.

Note: The values are given as Me [Q1; Q3] (minimum — maximum). To compare the values, the following were used: * Mann–Whitney test, ** Pearson's χ^2 test.

Таблица составлена авторами по собственным данным / The table was compiled by the authors based on their own data

ДИНАМИКА ФУНКЦИИ И БИОМЕХАНИКИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

По результатам заполнения шкалы Харриса у пациентов основной группы отмечено статистически значимое повышение общего балльного счета сразу после завершения курса реабилитации — на 12-й день исследования ($p = 0,048$), при этом значение показателя в основной группе было достоверно выше, чем в группе сравнения ($p = 0,034$). Однако при этом функция оперированного сустава в обеих группах оценивалась как неудовлетворительная. Статистически значимое повышение общего счета по шкале Харриса наблюдалось в обеих группах на 60-й день исследования ($p < 0,05$ в обеих группах по сравнению с исходным уровнем), через 6 месяцев ($p < 0,01$ в обеих группах по сравнению с исходным уровнем) и 12 месяцев наблюдения ($p < 0,05$ в обеих группах по сравнению с исходным уровнем) (табл. 2).

Различия между группами статистически значимы при значениях коэффициента достоверности p : * — $< 0,05$, ** — $< 0,01$ в сравнении с исходным уровнем, критерий Вилкоксона; † — $< 0,05$ в сравнении группой сравнения, критерий Манна — Уитни.

Через 24 месяца статистически значимых различий показателей по сравнению с исходными не наблюдалось, что, вероятно, связано с небольшими размерами выборок, хотя медианы общего счета соответствовали хорошей функции сустава, как и на этапах 6 и 12 месяцев (табл. 2).

Оценка функции и силы мышц тазобедренного сустава на роботизированном лечебно-диагностическом комплексе Con-Tech показала, что новая, усиленная современными технологиями реабилитационная программа, разработанная нами для пациентов с ПБК на фоне ОП, способствует значительному расширению объема движения в оперированном тазобедренном суставе, в частности в силе и амплитуде разгибания. Статистически значимая

Таблица 2

Динамика функциональности тазобедренного сустава по результатам заполнения шкалы Харриса (общий счет, баллы) в течение 24 месяцев

Период наблюдения	Основная группа		Группа сравнения	
	n	Показатель, баллы	n	Показатель, баллы
Исходно	49	50,0 [34,0; 62,0]	49	52,0 [33,0; 59,0]
День 12	49	67,0 [45,0; 82,0]*†	49	54,0 [32,0; 71,0]
День 60	49	73,0 [55,0; 76,0]*	47	70,0 [49,5; 68,0]*
6 месяцев	46	85,0 [69,0; 88,0]**	39	84,0 [63,0; 88,0]**
12 месяцев	28	88,5 [73,0; 91,0]*	25	89,0 [72,0; 92,0]*
24 месяца	49	87,0 [71,0; 92,0]	22	86,5 [68,0; 90,0]

Примечание: значения показателей приведены в виде Me [Q1; Q3].

Note: The values are given as Me [Q1; Q3].

Таблица составлена авторами по собственным данным / The table was compiled by the authors based on their own data

положительная динамика максимума разгибания оперированной конечности в тазобедренном суставе в основной группе отмечена на 60-й день наблюдения ($p = 0,024$) при отсутствии достоверной динамики показателя в группе сравнения (табл. 3).

В обеих исследуемых группах отмечено повышение максимальной и средней силы разгибания, а также средней мощности разгибания оперированной конечности через 20 и 60 дней. Однако в основной группе показатели максимальной силы разгибания были выше, чем в группе сравнения, на 20-й ($p = 0,041$) и 60-й день исследования ($p = 0,038$), а средняя сила разгибания — на 60-й день ($p = 0,041$) (табл. 3).

Полученные данные свидетельствуют о том, что новый комплекс медицинской реабилитации с применением методов механотерапии и виртуальной реальности повышает скорость восстановления функции тазобедренного сустава, а также способствует большему в сравнении с обычными методами реабилитации повышению силы мышц бедра у пациентов после оперативного лечения ПБК на фоне ОП.

Полученные результаты согласуются с зарубежными данными об эффективности многокомпонентных тренировок с включением механотерапии в комплексной реабилитации пациентов с ОП, перенесших ПБК [15–18].

СРОКИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФУНКЦИИ ХОДЬБЫ

Полный цикл тренировок на сенсорной беговой дорожке — эргометре С-Mill, направленный на восстановление здорового паттерна ходьбы, проходили только пациенты основной группы, однако исследование биомеханики походки на данном аппарате было проведено пациентам с ПБК в обеих группах. Непосредственно после завершения реабилитации в рамках программы исследования,

достоверные изменения отмечены только в длине шага ПН в основной группе ($p = 0,036$). Через 60 дней наблюдалось достоверное улучшение всех исследуемых параметров ходьбы в обеих группах, кроме величины ширины шага, которая в течение 60 дней у пациентов группы сравнения существенно не изменилась ($p = 0,22$) (табл. 4).

Положительная динамика теста «Встань и иди» отмечена в обеих группах на 60-й день исследования ($p = 0,042$ в основной группе; $p = 0,028$ в группе сравнения) и сохранялась до конца периода наблюдения (табл. 5).

Наилучшие результаты времени выполнения теста в основной группе наблюдались через 6 месяцев после начала реабилитации — 8,5 [7,5; 11,0] сек., в группе сравнения — через 12 месяцев, 7,8 [6,7; 11,0] сек., однако статистически значимых различий между группами не было ни на одном этапе исследования.

Отсутствие значимых изменений в результатах теста в группах через 24 месяца, несмотря на заметную положительную динамику, очевидно, связано с недостаточным числом наблюдений на этом этапе исследования (табл. 5).

Достоверное возрастание скорости ходьбы по данным 10-метрового теста наблюдалось у пациентов основной группы на 12-й день сразу после завершения реабилитации (в 1,45 раза, $p = 0,031$), в группе сравнения — на 60-й день ($p = 0,0097$) (табл. 5).

Выявленные изменения, проявляющиеся в увеличении длины, уменьшении ширины шага (только в основной группе) и в повышении частоты шага, свидетельствуют о восстановлении здорового стереотипа ходьбы у пациентов с ПБК. Исследуемый комплекс реабилитации способствует более быстрому (через 12 дней) увеличению длины шага у пациентов, по сравнению со стандартным методом реабилитации. Кроме того, разработанная нами программа способствует сокращению ширины шага, в отличие от метода сравнения, что свидетельствует

о восстановлении физиологического паттерна установки стоп при ходьбе. Динамика результатов функциональных тестов подтверждает преимущества включения в программы реабилитации пациентов с ПБК на фоне ОП специальных технологий

механотерапии на тренировку биомеханики походки, а также тренировок в системе виртуальной реальности, способствующих быстрому восстановлению скорости ходьбы и здорового стереотипа походки.

Таблица 3

Показатели силы мышц бедра и функции оперированного тазобедренного сустава в группах до начала и после курса реабилитации, по данным тестирования на роботизированном комплексе с функцией биологической обратной связи Con-Trex

Исследуемый параметр	Группа	Исходно	День 20 (после завершения реабилитации)	День 60 (динамическое наблюдение)
Максимум разгибания оперированной конечности, м	Основная	-0,20 [-0,22; -0,12]	-0,08 [-0,09; -0,07]	0,01 [-0,01; -0,07]*
	Сравнения	-0,14 [-0,14; -0,12]	-0,12 [-0,12; -0,11]	-0,12 [-0,12; -0,11]
Максимальная сила разгибания, Н	Основная	701,5 [348,0; 986,0]	1258,0 [649,0; 1427,0]**†	1460,0 [833,0; 1761,0]**†
	Сравнения	713,5 [245,0; 965,0]	902,0 [547,0; 1144,0]**	1133,0 [614,0; 1338,0]**
Средняя сила разгибания, Н	Основная	573,0 [325,0; 909,0]	1159,0 [382,0; 1407,0]**	1257,0 [599,0; 1545,0]**†
	Сравнения	569,5 [346,0; 825,0]	946,0 [248,2; 1118,0]*	1096,0 [227,7; 1393,0]**
Средняя мощность разгибания, Вт	Основная	34,8 [20,6; 50,1]	50,9 [43,3; 86,1]**	64,7 [43,3; 97,2]**†
	Сравнения	33,7 [23,6; 56,8]	48,4 [36,5; 87,2]*	68,4 [48,7; 91,1]**

Примечание: значения показателей приведены в виде Ме [Q1; Q3]. Различия статистически значимы при значениях коэффициента достоверности p : * < 0,05, ** < 0,01, *** < 0,001, **** < 0,0001 в сравнении с исходным уровнем, критерий Вилкоксона; † < 0,05 в сравнении группой сравнения, критерий Манна — Уитни.

Note: The values are given as Me [Q1; Q3]. Differences are statistically significant at confidence levels of p : * < 0.05; ** < 0.01; *** < 0.0001; **** < 0.0001 compared to baseline levels (Wilcoxon test); † < 0.05 compared to the control group (Mann-Whitney test).

Таблица составлена авторами по собственным данным / The table was compiled by the authors based on their own data

Таблица 4

Изменение биомеханики ходьбы по результатам измерений на сенсорной беговой дорожке — эргометре С-Mill после проведения реабилитации

Показатель	Группа	Исходно	День 12 (после завершения реабилитации)	День 60 (динамическое наблюдение)
Длина шага ПН, мм	Основная	286,0 [198,0; 365,0]	344,0 [207,0; 398,0]*	367,0 [273,0; 426,0]**
	Сравнения	289,0 [181,0; 372,0]	319,0 [194,0; 391,0]	340,0 [242,0; 429,0]*
Длина шага ЛН, мм	Основная	302,0 [217,0; 383,0]	358,0 [224,0; 401,0]	382,0 [296,0; 428,0]**
	Сравнения	310,0 [208,0; 399,0]	336,0 [235,0; 417,0]	378,0 [256,0; 721,0]*
Ширина шага, мм	Основная	178,0 [159,0; 289,0]	175,0 [132,0; 258,0]	162,0 [95,0; 224,0]*
	Сравнения	174,0 [153,0; 275,0]	171,0 [124,0; 261,0]	169,0 [106,0; 246,0]
Частота шага, шагов в мин	Основная	40,0 [32,0; 58,0]	47,5 [36,0; 68,0]	65,0 [51,0; 82,0]**
	Сравнения	42,0 [33,0; 60,0]	48,0 [35,0; 64,0]	59,0 [44,0; 74,0]*

Примечание: значения показателей приведены в виде Ме [Q1; Q3]. Различия статистически значимы при значениях коэффициента достоверности p : * < 0,05, ** < 0,01 в сравнении с исходным уровнем, критерий Вилкоксона.

Note: The values are given as Me [Q1; Q3]. Differences are statistically significant at confidence levels of p : * < 0.05; ** < 0.01 compared to baseline levels (Wilcoxon test).

Таблица составлена авторами по собственным данным / The table was compiled by the authors based on their own data

Таблица 5

Динамика двигательных способностей пациентов с ПБК на фоне ОП, по данным функциональных тестов на фоне реабилитации

Функциональный тест	Период наблюдения	Основная группа		Контрольная группа	
		n	Результат	n	Результат
Тест «Встань и иди», сек.	Исходно	49	14,1 [9,6; 15,0]	49	13,8 [9,8; 14,5]
	День 12	49	12,0 [9,8; 14,0]	49	12,2 [7,2; 14,0]
	День 60	49	10,6 [9,0; 13,0]*	47	10,1 [9,0; 13,0]*
	6 месяцев	46	8,5 [7,5; 11,0]**	39	9,6 [7,0; 12,5]**
	12 месяцев	28	9,2 [7,6; 13,0]*	25	7,8 [6,7; 11,0]*
	24 месяца	19	9,4 [7,2; 13,5]	22	9,0 [7,0; 13,0]
Десятиметровый тест ходьбы, м/с	Исходно	49	0,65 [0,5; 1,0]	49	0,70 [0,5; 1,1]
	День 12	49	0,94 [0,7; 1,2]*	49	0,81 [0,6; 1,1]
	День 60	49	1,2 [0,9; 1,4]**	47	1,1 [0,9; 1,5]**
	6 месяцев	46	1,4 [1,0; 1,8]***	39	1,4 [1,1; 1,8]***
	12 месяцев	28	1,5 [1,2; 1,9]***	25	1,4 [1,2; 1,8]**
	24 месяца	19	1,3 [1,2; 1,6]*	22	1,3 [1,0; 1,8]*

Примечание: значения показателей приведены в виде Me [Q1; Q3]. Различия статистически значимы в сравнении с исходным уровнем при значениях коэффициента достоверности p : * < 0,05, ** < 0,01, *** < 0,001, критерий Вилкоксона.

Note: The values are given as Me [Q1; Q3]. Differences are statistically significant compared to baseline at confidence levels of p : * < 0.05; ** < 0.01; *** < 0.001; Wilcoxon test.

Таблица составлена авторами по собственным данным / The table was compiled by the authors based on their own data

НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

В течение 12 дней лечения нежелательные явления, вероятно, связанные с процедурами медицинской реабилитации, зарегистрированы у 28,6% (14/49) пациентов основной группы и 26,5% (13/49) ($\chi^2 = 0,05$, $p = 0,82$) группы сравнения. Основной жалобой в обеих группах были общая слабость и усталость, связанные с выполнением физических упражнений (ФУ), которые отметили 28,6% (14/49) пациентов основной группы и 24,5% (12/49) участников группы сравнения ($\chi^2 = 0,21$, $p = 0,65$). Усиление болевого синдрома зарегистрировано в 4,1% (2/49) и 2,0% (1/49) случаев соответственно ($\chi^2 = 0,34$, $p = 0,56$). Вышеуказанные симптомы были выражены в легкой степени и не потребовали прерывания или досрочного прекращения процедур реабилитации. Новых переломов или других значимых нежелательных явлений в процессе реабилитации не зарегистрировано ни у одного пациента.

Таким образом, исследуемый комплекс реабилитации пациентов с применением методов механотерапии и виртуальной реальности продемонстрировал удовлетворительный профиль безопасности, сопоставимый с группой сравнения, не ассоциируется с серьезными нежелательными явлениями и случаями досрочного прекращения реабилитации. Данные о хорошем профиле безопасности исследуемых методов реабилитации пациентов переломами на фоне ОП согласуются с позицией

Васильевой В.А. и др. (2024) о том, что пациентам с остеопоротическими ПП следует рекомендовать многокомпонентные программы ФУ, включающие силовые тренировки в сочетании с тренировкой равновесия, но не аэробные упражнения, ассоциирующиеся с риском осложнений и новых переломов при ОП [19]. Также важно помнить, что у пожилых людей и пациентов с ОП наблюдается низкая приверженность к занятиям физическими упражнениями и даже их боязнь [7, 9, 17, 19]. Очевидно, с этим было связано чувство усталости у ряда пациентов с ПБК в процессе проведения процедур реабилитации, иногда — нежелание и низкая мотивация заниматься физическими тренировками, что, однако, не повлияло на прохождение полного курса реабилитации и ее результаты (все пациенты закончили 12-дневный курс).

Результаты исследования позволяют заключить, что у пациентов с ОП, перенесших оперативное лечение перелома проксимального отдела бедренной кости, новый комплекс медицинской реабилитации с применением технологий механотерапии, виртуальной реальности и тренировок на сенсорной беговой дорожке с функцией биологической обратной связи, в сравнении со стандартным комплексом реабилитации, способствует сокращению сроков восстановления функции тазобедренного сустава, что проявляется в увеличении через 12 дней общего балла по шкале Харриса ($p = 0,034$) и максимальной силы разгибания бедра ($p = 0,041$),

повышению скорости и улучшению биомеханики ходьбы — увеличение длины шага правой ноги через 12 дней ($p = 0,036$) и сокращение ширины шага через 60 дней ($p = 0,22$), быстрой регрессии болевого синдрома, улучшению физического функционирования.

Для применения на втором этапе медицинской реабилитации у пациентов с ОП через 6–12 недель после оперативного лечения перелома проксимального отдела бедренной кости, для ускорения восстановления функции тазобедренного сустава, улучшения скорости и биомеханики походки и повышения КЖ, в комплекс реабилитации рекомендуется включать методы механотерапии, виртуальной реальности и тренировки на сенсорной беговой дорожке с биологической обратной связью.

ОБСУЖДЕНИЕ

В российских и зарубежных публикациях делается акцент на актуальности проблемы ОП для врачей, работающих в области медицинской реабилитации, и подчеркивается их повышенный интерес к разработке методов реабилитации пациентов с ОП с использованием методик физической и реабилитационной медицины [7, 20]. Экспертами отмечается важная роль немедикаментозных вмешательств, в том числе физических упражнений, в комплексном лечении ОП и ассоциирующихся с ним переломов [10, 17].

Разработке и исследованию новых комплексов реабилитации пациентов с ПБК на фоне остеопороза с включением технологий виртуальной реальности, механотерапии и балансотерапии с биологической обратной связью, специальных методов восстановления биомеханики походки был посвящена наша работа.

Нами был разработан новый специальный комплекс медицинской реабилитации пациентов ПБК на фоне ОП в сроки от 6 до 12 недель после проведения реконструктивной операции на тазобедренном суставе с включением методов механотерапии и технологии виртуальной реальности с целью повышения мышечной силы, улучшения функции оперированной конечности и восстановления биомеханики походки. Результаты исследования показали, что применение в течение 12 дней данного метода реабилитации у пациентов с ПБК способствует повышению скорости восстановления функции тазобедренного сустава (увеличение общего балла по шкале Харриса через 12 дней ($p = 0,034$), в группе сравнения — через 60 дней), а также большему в сравнении с обычными методами реабилитации приросту силы мышц бедра — максимальная сила разгибания была выше, чем в группе сравнения, на 12-й ($p = 0,041$) и 60-й день исследования ($p = 0,038$), средняя сила разгибания — на 60-й день ($p = 0,041$).

Динамическая оценка биомеханики походки и функциональных тестов на скорость ходьбы показала, что включение в программы реабилитации пациентов с ОП, перенесших оперативное лечение ПБК, специальных тренировок на сенсорной беговой с функцией биологической обратной связи C-Mill и в системе виртуальной реальности способствует быстрому восстановлению здорового паттерна и скорости ходьбы. У пациентов, получавших новый комплекс медицинской реабилитации, увеличение скорости ходьбы, по данным 10-метрового теста ходьбы, наблюдалось сразу после завершения реабилитации (в 1,45 раза, $p = 0,031$), в группе сравнения — только на 60-й день ($p = 0,0097$). Также уже на 12-й день у пациентов, проходивших реабилитацию, зафиксировано достоверное увеличение длины шага ПН ($p = 0,036$) и на 60-й день — сокращение ширины шага, которая у пациентов группы сравнения существенно не изменилась ($p = 0,22$). Улучшение качества и устойчивости походки имеет важное значение у пациентов с ПБК, поскольку они имеют выраженные нарушения координации и страх падений, что может привести к повторным переломам вследствие сопутствующего ОП [3, 4].

Полученные результаты согласуются с зарубежными данными об эффективности многокомпонентных тренировок с включением механотерапии в комплексной реабилитации пациентов с ОП, перенесших ПБК [7, 9, 10, 12].

Полученные данные подтверждают позицию экспертов о том, что с точки зрения улучшения подвижности, баланса или функциональности, у пожилых пациентов с ПБК наиболее эффективны программы ФУ, которые выполняются под контролем инструктора ЛФК в условиях реабилитационного стационара, как в нашем исследовании, а не в домашних условиях [18–20].

Учитывая полученные данные, новый комплекс медицинской реабилитации с применением методов механотерапии, виртуальной реальности и тренировок биомеханики походки на тренажере с биологической обратной связью рекомендуется для реабилитации пациентов с ОП через 6–12 недель после оперативного лечения ПБК для ускорения восстановления функции тазобедренного сустава, скорости и биомеханики походки и физических аспектов КЖ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У пациентов с остеопорозом, перенесших оперативное лечение перелома проксимального отдела бедренной кости, новый комплекс медицинской реабилитации с применением технологий механотерапии, виртуальной реальности и тренировок на сенсорной беговой дорожке с функцией биологической обратной связи, в сравнении со стандартным комплексом

реабилитации способствует сокращению сроков восстановления функции тазобедренного сустава, что проявляется в увеличении через 12 дней общего балла по шкале Харриса ($p = 0,034$) и максимальной силы разгибания бедра ($p = 0,041$), повышению скорости и улучшению биомеханики ходьбы — увеличение длины шага правой ноги через 12 дней ($p = 0,036$) и сокращение ширины шага через 60 дней ($p = 0,22$), быстрой регрессии болевого синдрома, улучшению физического функционирования.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFORMATION

Источники финансирования. Данное исследование не было поддержано никакими внешними источниками финансирования.

Funding Sources: This study had no external funding sources.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов.

Conflict of Interest: The authors declare no conflicts of interest.

Участие авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующими образом: Марченкова Л.А. — концепция протокола исследования, формулирование выводов, написание текста статьи; Васильева В.А. — корректировка текста статьи, формулирование выводов; Ответчикова Д.И. — набор материала; Фесюн А.Д. — концепция протокола исследования, формулирование выводов.

ORCID АВТОРОВ:

Марченкова Л.А. — 0000-0003-1886-124X

Васильева В.А. — 0000-0002-6526-4512

Ответчикова Д.И. — 0000-0001-6939-3664

Фесюн А.Д. — 0000-0003-3097-8889

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Doheny M.O., Sedlak C.A., Estok P.J., Zeller R. Osteoporosis knowledge, health beliefs, and DXA T-scores in men and women 50 years of age and older. *Orthop Nurs.* 2007;26(4):243–250. doi:10.1097/01.NOR.0000284654.68215.de.
2. Bernatz J.T., Brooks A.E., Squire M.W., Illgen R.I. 2nd, Binkley N.C., Anderson P.A. Osteoporosis is common and undertreated prior to total joint arthroplasty. *J of Arthroplasty.* 2019;34(7):1347–1353. doi:10.1016/j.arth.2019.03.044.
3. Curtis E.M., Moon R.J., Harvey N.C., Cooper C. The impact of fragility fracture and approaches to osteoporosis risk assessment worldwide. *Bone.* 2017;104:29–38. doi:10.1016/j.bone.2017.01.024.
4. Abrahamsen B., van Staa T., Ariely R., Olson M., Cooper C. Excess mortality following hip fracture: a systematic epidemiological

review. *Osteoporos Int.* 2009;20(10):1633–1650. doi:10.1007/s00198-009-0920-3.

5. Боринский С.Ю., Шавиева И.А. Комплексная реабилитация пациентов с остеопорозом после эндопротезирования тазобедренного сустава в старших возрастных группах / II Международный конгресс ассоциации ревмоортопедов. Тезисы докладов конгресса. Ассоциация ревмоортопедов. 2018. С. 22–24. [Borinskij S.YU., Shavieva I.A. Kompleksnaya reabilitatsiya pacientov s osteoporozom posle endoprotezirovaniya tazobedrennogo sustava v starshih vozrastnykh gruppah / II Mezhdunarodnyj kongress asociacii revmoortopedov. Tezisy докладов конгресса. Associaciya revmoortopedov. 2018. S. 22–24. (In Russ.)]

6. Barker K.L., Newman M., Stallard N., et al. Physiotherapy rehabilitation for osteoporotic vertebral fracture—a randomised controlled trial and economic evaluation (PROVE trial). *Osteoporos Int.* 2020;31(2):277–289. doi:10.1007/s00198-019-05133-0.

7. Auais M., Al-Zoubi F., Matheson A., Brown K., Magaziner J., French S.D. Understanding the role of social factors in recovery after hip fractures: a structured scoping review. *Health Soc Care Community.* 2019;27(6):1375–1387. doi:10.1111/hsc.12830.

8. Кочиш А.Ю., Лесняк О.М., Беленький И.Г., Белова К.Ю. и др. Комментарии к рекомендациям EULAR/EFORT по лечению пациентов старше 50 лет с низкоэнергетическими переломами и профилактике у них повторных переломов // Гений ортопедии. 2019. Т. 25. № 1. С. 6–14. [Kochish A.Yu., Lesnyak O.M., Belenkiy I.G., Belova K.Yu., et al. Comments to EULAR/EFORT recommendations for management of patients older than 50 years with a fragility fracture and prevention of subsequent fractures. *Genij Ortopedii.* 25(1):6–14. (In Russ.)] doi:10.18019/1028-4427-2019-25-1-6-14.

9. Liu H., Yang C., Tseng M., et al. Trajectories in postoperative recovery of elderly hip-fracture patients at risk for depression: a follow-up study. *Rehabil Psychol.* 2018;63(3):438–446. doi:10.1037/rep0000130.

10. Laroche M., Champs B., Couture G., Degboe Y. Consequence of vertebral fracture cascades: about a cohort of 79 patients. *Osteoporos Int.* 2020;31(12):2497–2498. doi:10.1007/s00198-020-05581-z.

11. Major M., Monod S., Bula C.J., et al. Unknown osteoporosis in older patients admitted to post-acute rehabilitation. *Aging Clin Exp Res.* 2020;32(6):1145–1152. doi:10.1007/s40520-019-01302-7.

12. Che H., Breuil V., Cortet B., et al. Vertebral fractures cascades: potential causes and risk factors. *Osteoporos Int.* 2019;30(3):555–563. doi:10.1007/s00198-018-4793-1.

13. Gillespie L.D., Robertson M.C., Gillespie W.J., et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;(12):CD007146. doi:10.1002/14651858.CD007146.pub3.

14. Rossini M., Adami S., Bertoldo F., et al. Guidelines for the diagnosis, prevention and management of osteoporosis. *Reumatismo.* 2016;68(4):1–39. doi:10.4081/reumatismo.2016.870.

15. Cameron I.D., Gillespie L.D., Robertson M.C., et al. Interventions in preventing falls in older people in care facilities and hospitals. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;12(12):CD005465. doi:10.1002/14651858.CD005465.pub3.

16. George A.A., Way M., Varughese I. The effect of pre-operative medical co-morbidities on rehabilitation outcomes following surgery for hip fracture management in geriatric populations. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* 2020;(11):1–4. doi:10.1177/2151459320964030.

17. Lim K.K., Matchar D.B., Chong J.L., Yeo W., Howe T.S., Koh J.S.B. Pre-discharge prognostic factors of physical function among older adults with hip fracture surgery: a systematic review. *Osteoporos Int.* 2019;30(5):929–938. doi:10.1007/s00198-018-04831-5.

18. Raybould G., Babatunde O., Evans A.L., Jordan J.L., Paskins Z. Expressed information needs of patients with osteoporosis and/or fragility fractures: a systematic review. *Arch Osteoporos.* 2018;13(4):55. doi:10.1007/s11657-018-0470-4.

19. Васильева В.А., Марченкова Л.А., Ответчикова Д.И., Рожкова Е.А., Фесюн А.Д. Медицинская реабилитация после травм нижних конечностей у пациентов с сахарным диабетом: обзор литературы. Вестник восстановительной медицины. 2024;22(3):61–68. [Vasileva V.A., Marchenkova L.A., Otvetchikova D.I., Rozhkova E.A., Fesyun A.D. Medical Rehabilitation after Lower Limb Injuries in Patients with Diabetes Mellitus: a Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2024; 22(3):61–68. (In Russ.)] <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-3-61-68>

20. Буйлова Т.В., Бодрова Р.А., Петрова Р.В. Реабилитационный диагноз на основе международной классифи-

кации функционирования (МКФ) у пациентов, перенесших эндопротезирование суставов нижних конечностей. Вестник восстановительной медицины. 2022;21(2):17–26. [Builova T.M., Bodrova R.A., Petrova R.V. Rehabilitation Diagnosis Based on the International Functioning Classification (ICF) in Patients under Lower Limb Joint Endoprosthetics. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2022;21(2):17–26. (In Russ.)] <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-2-17-26>