

РАННЯЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА МЕТОДОМ РОБОТИЗИРОВАННОЙ БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ КИНЕЗОТЕРАПИИ

^{1,2}Кустова О.В., ^{1,2,3}Хозяинова С.С., ^{1,2}Пономаренко Г.Н., ⁴Завьялова Е.Д.

¹ ФГБУ «Федеральный научно-образовательный центр медико-социальной экспертизы и реабилитации
Им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России, Санкт-Петербург, e-mail: o.v.kustova.med@mail.ru;

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»
Минздрава России, Санкт-Петербург;

³ ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург;

⁴ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова»
Минздрава России, Санкт-Петербург

В статье представлен комплексный анализ современных инновационных реабилитационных подходов после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием роботизированной кинезотерапии. Основной целью проведенного исследования стала оценка результативности комплексного подхода к реабилитации пациентов в раннем послеоперационном периоде с использованием реабилитационного комплекса восстановления нарушений локомоторных функций, что представляет собой перспективное направление в современной реабилитологии и позволяет оптимизировать процесс восстановления двигательной активности пациентов. Методологическая база исследования включала анализ данных 100 пациентов, перенесших тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава, средний возраст которых составил $65,76 \pm 5,87$ года. Для получения объективных результатов участники были разделены на две равные группы по 50 человек. Контрольная группа проходила реабилитацию по традиционной методике, в то время как пациенты основной группы дополнительно получали курс тренировок на роботизированной реабилитационной системе. Эффективность применяемых методик оценивалась с помощью комплекса диагностических инструментов, включающих гониометрию, специализированные оценочные шкалы (визуально-аналоговая шкала боли, индексы Лекена, WOMAC, шкала Харриса), а также биомеханический анализ паттерна ходьбы. Полученные результаты демонстрируют преимущества использования роботизированной кинезотерапии в раннем послеоперационном периоде. У пациентов основной группы отмечалось значительное снижение интенсивности болевого синдрома, существенное увеличение скорости передвижения и оптимизация биомеханических параметров ходьбы, более быстрая нормализация распределения весовой нагрузки на прооперированную конечность, что способствовало ускоренному восстановлению функциональной активности и повышению качества жизни пациентов. Проведенное исследование позволяет сделать вывод о высокой эффективности применения роботизированных реабилитационных систем для восстановления правильного паттерна ходьбы в раннем послеоперационном периоде после эндопротезирования тазобедренного сустава. Данный подход не только способствует более быстрой и качественной реабилитации, но и значительно улучшает функциональные показатели пациентов, что имеет важное клиническое значение для современной ортопедии и реабилитологии.

Ключевые слова: физическая и реабилитационная медицина, физическая терапия, медицинская реабилитация, эндопротезирование тазобедренного сустава, замена тазобедренного сустава.

EARLY REHABILITATION OF PATIENTS AFTER HIP ARTHROPLASTY BY ROBOTIC BIOMECHANICAL KINESOTHERAPY

^{1,2}Kustova O.V., ^{1,2,3}Khoziainova S.S., ^{2,3}Ponomarenko G.N., ⁴Zavyalova E.D.

¹North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov,
St.-Petersburg, e-mail: o.v.kustova.med@mail.ru;

²Kirov Military Medical Academy, St.-Petersburg;

³Federal Scientific and Educational Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation
named after G.A. Albrecht, St. Petersburg;

⁴Almazov National Medical Research Centre, St.-Petersburg

The article presents a comprehensive analysis of modern innovative rehabilitation approaches after total hip arthroplasty using robotic kinesitherapy. The main objective of the study was to evaluate the effectiveness of a comprehensive approach to patient rehabilitation in the early postoperative period using a rehabilitation complex for the restoration of locomotor function disorders, which is a promising area in modern rehabilitation and allows optimizing the process of restoring patients' motor activity. The methodological basis of the study included an analysis of data from 100 patients who underwent total hip arthroplasty, whose average age was 65.76 ± 5.87 years. To obtain objective results, the participants were divided into two equal groups of 50 people. The control group underwent rehabilitation using the traditional method, while patients in the main group additionally received a course of training on a robotic rehabilitation system. The effectiveness of the applied methods was assessed using a set of diagnostic tools, including goniometry, specialized assessment scales (visual analogue pain scale, Lequesne indices, WOMAC, Harris scale), and biomechanical analysis of the walking pattern. The obtained results demonstrate the advantages of using robotic kinesitherapy in the early postoperative period. Patients of the main group showed a significant decrease in the intensity of pain, a significant increase in the speed of movement and optimization of biomechanical parameters of walking, faster normalization of the distribution of the weight load on the operated limb, which contributed to the accelerated restoration of functional activity and an increase in the quality of life of patients. The conducted study allows us to conclude that robotic rehabilitation systems are highly effective in restoring the correct walking pattern in the early postoperative period after hip arthroplasty. This approach not only contributes to faster and higher-quality rehabilitation, but also significantly improves the functional indicators of patients, which is of great clinical importance for modern orthopedics and rehabilitation.

Keywords: physical and rehabilitation medicine; physical therapy; medical rehabilitation; hip arthroplasty; hip replacement.

Введение

Комплексный анализ современных инновационных реабилитационных подходов после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава (ТЭТС) позволил определить приоритетные направления реабилитационных интервенций и выявить ключевые факторы, влияющие на эффективность восстановительного процесса. Основопологающими компонентами успешной реабилитации являются: своевременное купирование болевого синдрома, последовательная нормализация мобильности сустава, восстановление мышечной силы и координации движений, а также планомерная реинтеграция пациента в повседневную активность с учетом индивидуальных особенностей и потребностей. Внедрение научно валидированных протоколов реабилитации, основанных на принципах доказательной медицины, существенно оптимизирует функциональный статус пациента и способствует достижению оптимальных клинических результатов [1-3].

Особую значимость приобретает нормализация локомоторного паттерна, поскольку хромота не только существенно снижает качество жизни пациента, но и провоцирует патологическую перегрузку смежных суставов, инициируя каскад дегенеративно-дистрофических изменений опорно-двигательного аппарата и нарушая биомеханику всей кинематической цепи [4; 5]. Проведение комплексной реабилитационной программы, интегрирующей методики восстановления физиологической амплитуды движений, потенцирования нейромышечного контроля и оптимизации биомеханики ходьбы, достоверно демонстрирует улучшение функциональных исходов и способствует профилактике вторичных осложнений [6; 7]. Согласно многочисленным клиническим

наблюдениям и результатам рандомизированных исследований, пациенты, получающие интенсивную раннюю реабилитацию с применением современных методик и технологий, демонстрируют значительно более высокие показатели функционального восстановления, существенное уменьшение болевой симптоматики и достоверное повышение качества жизни в сравнении с группой, получавшей стандартное послеоперационное сопровождение [8; 9].

Интеграция инновационных технологий, включая роботизированные системы, виртуальную реальность и телемедицинские платформы, в традиционные реабилитационные протоколы открывает новые перспективы для оптимизации восстановительного процесса после ТЭТС. Персонализированный подход к реабилитации, учитывающий индивидуальные особенности пациента, сопутствующую патологию и специфические цели восстановления, позволяет максимально эффективно использовать терапевтический потенциал и достигать оптимальных функциональных результатов в более короткие сроки.

Ограничение физической активности в послеоперационном периоде после ТЭТС, особенно при отсутствии научно обоснованной и персонализированной программы медицинской реабилитации, может провоцировать развитие комплекса взаимосвязанных патологических изменений в опорно-двигательном аппарате. Спектр потенциальных осложнений включает прогрессирующую атрофию мышечной ткани, значительное снижение амплитуды движений в оперированном суставе, повышенный риск тромбоэмболических событий и патологическую перестройку околосуставных структур с формированием фиброзных изменений [10-12]. Особую настороженность вызывает возможность развития постиммобилизационной контрактуры, которая существенно затрудняет процесс функционального восстановления и может потребовать дополнительных терапевтических интервенций.

Эффективная реабилитационная стратегия после ТЭТС основывается на комплексном подходе, объединяющем своевременную дозированную мобилизацию пациента и валидированные физиотерапевтические методики, направленные на стимуляцию репаративных процессов и оптимизацию нейромышечного контроля. Внедрение современных реабилитационных технологий, включая кинезиотерапию, механотерапию и физиотерапевтическое воздействие, позволяет минимизировать риск развития послеоперационных осложнений и способствует более быстрому восстановлению функциональной активности пациента [13, с. 628-640].

Современные протоколы ведения пациентов в раннем послеоперационном периоде после ТЭТС предусматривают комплексную реабилитационную программу, интегрирующую различные терапевтические модальности. Стандартизированный компонент включает дыхательную гимнастику, направленную на профилактику респираторных осложнений,

активизацию суставов контралатеральной конечности и изометрические упражнения для мышечных групп оперированной области. Большое значение имеет градуированное расширение двигательного режима оперированной конечности, реализуемое через методики пассивной кинезиотерапии и позиционного лечения с учетом индивидуальной толерантности пациента [1].

Неотъемлемым технологическим элементом реабилитационного процесса выступает аппаратная терапия на роботизированном комплексе пассивного постоянного движения (СРМ-терапия), обеспечивающая контролируемую мобилизацию оперированного сустава и способствующая профилактике венозных тромбозов путем активации мышечной помпы [1; 14, с. 124-125, 206]. На начальных этапах реабилитации пациенты осваивают базовые двигательные паттерны, включая технику вертикализации и поддержания ортостатического положения с использованием вспомогательных средств опоры. Под непосредственным контролем специалиста по лечебной физкультуре происходит обучение основам передвижения на короткие дистанции с последующим переходом к самостоятельным тренировкам в рамках индивидуально подобранного двигательного режима. Особое внимание уделяется коррекции биомеханических параметров ходьбы, включая оптимизацию постановки стоп, восстановление симметричности шагового цикла и равномерное распределение осевой нагрузки.

Особое значение приобретает мониторинг интенсивности и прогрессии физических нагрузок с учетом индивидуальной толерантности и динамики восстановительного процесса, что позволяет оптимизировать реабилитационную программу и достигать максимальной терапевтической эффективности при минимальном риске осложнений [14, с. 124-125, 206; 15]. Регулярный мониторинг функционального статуса пациента с использованием валидированных оценочных шкал и инструментальных методов диагностики позволяет своевременно корректировать интенсивность и характер физических нагрузок, предупреждать развитие неблагоприятных биомеханических паттернов и оптимизировать процесс восстановления двигательной функции. Важную роль играет также обучение пациента правилам эргономики повседневных движений и технике безопасного выполнения базовых двигательных действий в условиях измененной биомеханики тазобедренного сустава.

Интеграция инновационных реабилитационных технологий существенно расширяет потенциал персонализации восстановительных программ. Применение роботизированной реабилитационной системы восстановления паттерна ходьбы позволяет формировать корректный паттерн ходьбы, осуществлять точное дозирование нагрузки и мониторинг биомеханических параметров в режиме реального времени. Методика включает элементы

визуальной обратной связи через проекцию шаговых ориентиров на полотно тренажера и погружение в виртуальную среду. Использование индивидуально настроенных визуальных маркеров, демонстрирующих оптимальную схему перемещения нижних конечностей, способствует формированию правильного стереотипа ходьбы и поддержанию динамического равновесия. Применение данного подхода открывает возможности для настройки реабилитационного процесса с учетом специфических характеристик каждого пациента, что существенно улучшает результативность восстановительных мероприятий.

Цель исследования. Оценка эффективности комплексного подхода к восстановлению пациентов после ТЭТС в раннем послеоперационном периоде, включающего современные технологии механотерапии, в том числе роботизированную механотерапию, на реабилитационном комплексе восстановления нарушений локомоторных функций при поражении опорно-двигательного аппарата для восстановления физиологического паттерна ходьбы (на тренажере h/p/cosmos, РЗН 2016/4790), индивидуально подобранные программы лечебной физкультуры и физиотерапии.

Материалы и методы исследования. В рамках научной работы проанализированы данные 100 пациентов после ТЭТС в раннем послеоперационном периоде. Средний возраст обследуемых достигал $65,76 \pm 5,87$ года. Участники были распределены на две равнозначные группы. Контрольная группа ($n=50$) получала традиционный комплекс реабилитации согласно утвержденным протоколам, включающий индивидуальные процедуры кинезотерапии, механотерапию на аппарате СРМ-терапии и физиотерапевтические процедуры (локальную криотерапию и низкоинтенсивную низкочастотную магнитотерапию для купирования отека и воспаления). Основная группа ($n=50$) дополнительно проходила тренировки на роботизированной реабилитационной системе с седьмых суток послеоперационного периода.

С целью контроля эффективности и безопасности проведения данного исследования программа коррекции двигательной активности у пациентов начиналась с диагностического исследования, включающего детальную оценку биомеханических особенностей локомоции и силы в нижних конечностях. Диагностический протокол предусматривал измерение основных показателей на начальном этапе (48 часов после хирургического вмешательства) и по завершении реабилитационного курса. Субъективная количественная оценка болевого синдрома производилась посредством визуально-аналоговой шкалы (ВАШ). Для комплексной характеристики функционального статуса применялись валидированные оценочные инструменты: индекс Лекена, шкала Харриса и опросник WOMAC [16-18]. Объективизация кинематических параметров оперированного сустава осуществлялась путем стандартной гониометрии с определением угловых показателей флексии и экстензии.

Обязательным подготовительным этапом являлось документальное оформление добровольного согласия пациентов на участие и использование полученных данных в исследовательских целях. На основании полученных данных формировалась индивидуальная программа медицинской реабилитации (ИПМР).

При работе на роботизированном реабилитационном комплексе пациентам основной группы выполнялась точная калибровка системы поддержки веса (с возможностью разгрузки до 40% массы пациента) и кинематических характеристик тренажера, учитывающая текущие функциональные возможности реабилитируемого. После позиционирования пациента на беговой дорожке и активации разгрузочного механизма инициировалось плавное наращивание динамической нагрузки. Стартовый темп движения устанавливается в интервале 0,4-0,7 км/ч с последующей прогрессией до 1,7 км/ч.

В процессе тренировки акцент делался на достижении симметрии цикла шага и равномерном распределении опорной нагрузки. Особое внимание уделялось освоению полноценного разгибания оперированного тазобедренного сустава в опорную фазу и адекватного сгибания при переносе конечности. Пациентов обучали физиологическому паттерну переката стопы от пятки через среднюю часть к пальцам, предупреждая избыточную ротацию и обеспечивая сбалансированное распределение давления по всей стопе. Осуществлялся непрерывный контроль болевого синдрома и общего статуса пациента с оперативным изменением режима тренировки при необходимости. Курс включал 10 ежедневных занятий.

Для изучения терапевтического эффекта применения роботизированной механотерапии в раннем послеоперационном периоде после ТЭТС применялась система оценки результативности восстановительного лечения. Для проведения анализа полученных данных применялся стандартный пакет StatSoft Statistica 13, а для первичной регистрации сведений и предварительных расчетов использовались возможности Microsoft Excel 2016. При анализе количественных переменных был использован параметрический метод оценки - t-критерий Стьюдента. В случае качественных показателей применялись непараметрические статистические инструменты. Внутригрупповая динамика параметров исследовалась посредством W-критерия Вилкоксона. Для выявления межгрупповых различий в изменении показателей во времени был задействован U-критерий Манна - Уитни. Статистическая оценка эффективности терапии проводилась с использованием порогового значения $p < 0,05$, при котором различия показателей до и после лечения считались статистически достоверными.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ полученных данных свидетельствует о существенном ослаблении болевых ощущений в зоне оперативного

вмешательства у пациентов обеих исследуемых групп. У участников основной группы первоначальная оценка болевого синдрома по ВАШ достигала $5,56 \pm 0,87$ балла, а после ИПМР этот параметр уменьшился до $1,95 \pm 0,07$ балла ($p < 0,05$). В контрольной группе также зафиксирована положительная динамика: начальное значение $5,74 \pm 0,12$ балла снизилось до $1,97 \pm 0,11$ балла по завершении ИПМР ($p < 0,05$).

Количественные характеристики гониометрических измерений и результаты функционального тестирования пациентов представлены в сводной таблице.

Динамика изменений показателей гониометрии и опросников функциональной активности пациентов

Показатели	Основная группа		Группа сравнения	
	До	После	До	После
Угол сгибания в тазобедренном суставе, градус	$116,12 \pm 2,98$	$91,07 \pm 2,34^*$	$115,73 \pm 3,01$	$92,26 \pm 2,01^*$
Угол наружной ротации в тазобедренном суставе, градус	$29,06 \pm 2,12$	$37,45 \pm 3,18$	$29,36 \pm 2,23$	$33,09 \pm 3,34$
Угол разгибания в тазобедренном суставе, градус	$171,02 \pm 1,23$	$178,43 \pm 1,46$	$171,56 \pm 0,98$	$176,87 \pm 1,01$
Индекс Лекена, балл	$19,34 \pm 0,98$	$7,79 \pm 0,89^{* \#}$	$18,35 \pm 0,87$	$9,39 \pm 0,45$
Индекс Харриса, балл	$39,88 \pm 1,74$	$78,06 \pm 0,95^{* \#}$	$40,41 \pm 1,34$	$64,56 \pm 1,09$
Шкала WOMAC, балл	$41,45 \pm 1,98$	$10,56 \pm 0,49^{* \#}$	$39,89 \pm 2,11$	$22,98 \pm 2,98$
* – статистическая значимость до и после лечения ($p < 0,05$); # - статистическая значимость межгрупповых различий ($p < 0,05$).				

Примечание: таблица составлена авторами.

Оценка локомоторной функции с использованием диагностической системы роботизированного реабилитационного комплекса восстановления паттерна ходьбы продемонстрировала существенное улучшение кинематических параметров у участников основной группы ($p < 0,05$). Зафиксировано достоверное возрастание скоростных характеристик при движении по беговой дорожке: средний показатель составил $1,38 \pm 0,23$ км/ч, что превосходит аналогичные результаты группы контроля ($1,02 \pm 0,36$ км/ч) ($p < 0,05$). Биомеханический анализ выявил оптимизацию пространственных параметров шаговых циклов, особенно на стороне хирургического вмешательства, с тенденцией к симметризации длины шага: $70,42 \pm 16,82$ см в основной группе против $53,69 \pm 15,76$ см в контрольной.

Динамометрические исследования продемонстрировали увеличение опорной функции оперированной конечности. У пациентов основной группы зарегистрированы следующие показатели распределения нагрузки: в области переднего отдела стопы - $510,76 \pm 110,67$ Н, в среднем отделе - $208,97 \pm 89,44$ Н, в области пяточной зоны - $378,39 \pm 67,78$ Н. Соответствующие параметры в группе сравнения составили $376,07 \pm 110,29$ Н, $156,98 \pm 78,56$ Н

и $224,89 \pm 91$ Н.

Пациенты основной группы отмечали значительное повышение психологического комфорта и стабильности при выполнении локомоторных тестов на реабилитационном комплексе.

Заключение. Результаты проведенного исследования демонстрируют преимущества интегрированного реабилитационного подхода с применением инновационной системы роботизированной системы восстановления паттерна ходьбы у пациентов в раннем послеоперационном периоде после ТЭТС. Внедрение данного роботизированного комплекса в реабилитационный процесс существенно оптимизировало процесс восстановления локомоторной функции, что отразилось в значительном прогрессе биомеханических показателей: возросли параметры скорости передвижения, увеличилась длина шага, нормализовалось распределение весовой нагрузки на прооперированную конечность. Расширился диапазон движений в области прооперированного сустава, минимизировались болевые ощущения и наблюдалась позитивная динамика по клиническим шкалам WOMAC, Харриса и Лекена. Эти изменения свидетельствуют о благоприятном воздействии методики на функциональные возможности прооперированного сустава и общее самочувствие пациентов. Важным аспектом выступает психологическая составляющая - уверенность при выполнении локомоторных упражнений способствует ускорению реабилитационного процесса.

Полученные данные позволяют рекомендовать внедрение роботизированной реабилитационной системы восстановления паттерна ходьбы в протоколы восстановительного лечения после ТЭТС. Перспективными направлениями дальнейших исследований представляются оценка отдаленных результатов применения данной методики и разработка персонализированных реабилитационных программ с учетом индивидуальных особенностей пациентов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Федеральные клинические рекомендации. Реабилитация при эндопротезировании тазобедренного сустава в специализированном отделении стационара. 2014. [Электронный ресурс]. URL: <https://rehabrus.ru/Docs/2020/Endoprotezirovanie.pdf> (дата обращения 05.04.2025).
2. Madara K.C., Marmon A., Aljehani M., Hunter-Giordano A., Zeni J. Jr., Rasis L. Progressive Rehabilitation After Total Hip Arthroplasty: A Pilot And Feasibility Study // Int. J. Sports Phys Ther. 2019. Vol. 14. Is. 4. P. 564-581.

3. Пономаренко Г.Н. Восстановительная медицина: фундаментальные основы и перспективы развития // Физическая и реабилитационная медицина. 2022. Т. 4 (1). С. 8-20. DOI: 10.26211/2658-4522-2022-4-1-8-20.
4. Moyer R., Lanting B., Marsh J., Al-Jurayyan A., Churchill L., Howard J., Somerville L. Postoperative Gait Mechanics After Total Hip Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis // JBJS Rev. 2018. Vol. 6. Is. 11. e1. DOI: 10.2106/JBJS.RVW.17.00133.
5. Абусева Г.Р., Ковлен Д.В., Пономаренко Г.Н., Хозяинова С.С., Адхамов Б.М., Иващев В.В., Ищук В.Н., Карпова Т.Н., Кондрина Е.Ф., Коноплянкин И.В., Подберезкина Л.А., Пронин В.Д., Толмачев С.В. Физические методы реабилитации пациентов с остеоартрозом: наукометрический анализ доказательных исследований // Травматология и ортопедия России. 2020. Т. 26. № 1. С. 190-200. DOI: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-190-200
6. Колесников С.В., Дьячкова Г.В., Комарова Э.С. Применение различных реабилитационных мероприятий в восстановительном лечении больных с имплантатом тазобедренного сустава (собственные данные и обзор литературы) // Гений ортопедии. 2020. № 2. DOI: 10.18019/1028-4427-2020-26-2-254-260.
7. Марченкова Л.А., Юрова О.В., Фесюн А.Д. Метод реабилитации с использованием технологии виртуальной реальности и роботизированной механотерапии у пациентов с коксартрозом после операции эндопротезирования тазобедренного сустава // Врач. 2023. № 2. С. 57-59. DOI: 10.29296/25877305-2023-02-12.
8. Konnyu K.J., Pinto D., Cao W., Aaron R.K., Panagiotou O.A., Bhuma M.R., Adam G.P., Balk E.M., Thoma L.M. Rehabilitation for Total Hip Arthroplasty: A Systematic Review // Am J Phys Med Rehabil. 2023. Vol. 102. Is. 1. P. 11-18. DOI: 10.1097/PHM.0000000000002007.
9. Chen X., Li X., Zhu Z., Wang H., Yu Z., Bai X. Effects of progressive resistance training for early postoperative fast-track total hip or knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis // Asian J Surg. 2021. Vol. 44. Is. 10. P. 1245-1253. DOI: 10.1016/j.asjsur.2021.02.007.
10. Colibazzi V., Coladonato A., Zanazzo M., Romanini E. Evidence based rehabilitation after hip arthroplasty // Hip Int. 2020. Vol. 2_suppl. P. 20-29. DOI: 10.1177/1120700020971314.
11. Bahl J.S., Nelson M.J., Taylor M., Solomon L.B., Arnold J.B., Thewlis D. Biomechanical changes and recovery of gait function after total hip arthroplasty for osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis // Osteoarthritis Cartilage. 2018. Vol. 26. Is. 7. P. 847-863. DOI: 10.1016/j.joca.2018.02.897.
12. Сафаров Д.М. Осложнения при эндопротезировании тазобедренного сустава // Вестник Авиценны. 2017. Т. 19 (4). С. 528-531. DOI: 10.25005/2074-0581-2017-19-4-528-531.
13. Физическая и реабилитационная медицина: Национальное руководство. 2-е издание,

переработанное и дополненное. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2023. 912 с.

14. Пономаренко Г.Н., Ковлен Д.В. Физическая и реабилитационная медицина. Клинические рекомендации, основанные на доказательствах. 3-е издание, переработанное, дополненное. М. Наука, 2020. 248 с.
15. Пономаренко Г.Н. Физическая и реабилитационная медицина: фундаментальные основы и клиническая практика // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2016. Т. 15 (6). С. 284-289. DOI: 10.18821/1681-3456-2016-15-6-284-289.
16. Lequesne M.G. The algofunctional indices for hip and knee osteoarthritis // J Rheumatol. 1997. Vol. 24. Is. 4. P. 779-81.
17. Singh J.A., Schleck C., Harmsen S., Lewallen D. Clinically important improvement thresholds for Harris Hip Score and its ability to predict revision risk after primary total hip arthroplasty // BMC Musculoskelet Disord. 2016. Vol. 17. P. 256. DOI: 10.1186/s12891-016-1106-8.
18. Bellamy N., Buchanan W.W., Goldsmith C.H., Campbell J., Stitt L.W. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee // J. Rheumatol. 1988. Vol. 15. Is. 12. P. 1833-40.