

## РОЛЬ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА В ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ГОНАРТРОЗОМ: РЕАБИЛИТАЦИЯ

Речкунова О.А.<sup>1</sup>, Чернышева Т.В.<sup>1</sup>, Гурьянов А.М.<sup>1</sup>, Глухова Т.В.<sup>1</sup>, Шибин В.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Оренбург, e-mail: olreck84@gmail.com

Во всем мире, по данным Всемирной организации здравоохранения, 18,0% женщин и 9,6% мужчин старше 60 лет имеют симптоматические проявления остеоартрита. Пациентам, у которых консервативная терапия ОА не дала положительной динамики, показано тотальное эндопротезирование сустава. Данный метод, позволяющий устранить болевой синдром и улучшить физическую функцию, наиболее эффективный на поздних стадиях. В некоторых исследованиях отмечено, что даже при высокопрофессионально выполненном оперативном вмешательстве у большинства пациентов после тотального эндопротезирования коленных суставов длительное время сохраняются функциональные нарушения в тех случаях, когда в послеоперационном периоде не проводятся квалифицированные реабилитационные мероприятия. Целью настоящего обзора является анализ отечественных и зарубежных научных публикаций, посвященных восстановительному лечению пациентов с гонартрозом, перенесших тотальное эндопротезирование сустава. Проведенный анализ свидетельствует о том, что проведенное тотальное эндопротезирование коленного сустава не всегда соответствует ожиданиям пациентов, которые рассчитывают на уменьшение болевого синдрома и улучшение качества жизни. Также в существующих рекомендациях и исследованиях по реабилитации, как в зарубежных, так и в российских источниках, нет однозначной схемы и критериев для оценки качества жизни пациентов, чтобы полностью охарактеризовать восстановительное лечение. Следует отметить, что необходимо исключить необоснованные подходы в лечении для создания эффективного метода, улучшающего качество жизни пациентов, перенесших ТЭ КС.

Ключевые слова: остеоартрит, тотальное эндопротезирование, реабилитация, коленный сустав, лечебная физкультура.

## THE ROLE OF KNEE REPLACEMENT IN THE TREATMENT OF PATIENTS WITH GONARTHROSIS: REHABILITATION

Rechkunova O.A.<sup>1</sup>, Chernysheva T.V.<sup>1</sup>, Guryanov A.M.<sup>1</sup>, Glukhova T.V.<sup>1</sup>, Shubin V.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Orenburg, e-mail: olreck84@gmail.com

Worldwide, according to the World Health Organization, 18.0% of women and 9.6% of men over 60 have symptomatic osteoarthritis. Patients in whom conservative therapy for OA did not give positive dynamics are indicated for total joint arthroplasty. This method, which allows you to eliminate pain and improve physical function, is most effective in the later stages. In some studies, it was noted that even with a highly professionally performed surgical intervention in most patients after total knee arthroplasty, functional disorders persist for a long time in cases where qualified rehabilitation measures are not carried out in the postoperative period. The purpose of this review is to analyze domestic and foreign scientific publications on the restorative treatment of patients with gonarthrosis who underwent total joint arthroplasty. The analysis performed indicates that total knee arthroplasty performed does not always meet the expectations of patients who expect to reduce pain and improve the quality of life. Also, in the existing recommendations and studies on rehabilitation, there is no unambiguous scheme and criteria for assessing the quality of life of patients in order to fully characterize the rehabilitation treatment, both in foreign and Russian sources. It should be noted that it is necessary to exclude unreasonable approaches to treatment in order to create an effective method that improves the quality of life of patients who have undergone joint arthroplasty.

Keywords: osteoarthritis, total arthroplasty, rehabilitation, knee joint, physiotherapy.

Анализ данных Федеральной службы государственной статистики (Здравоохранение в России. 2015: Стат. сб. / Росстат) сформулировал положения о том, что ежегодная заболеваемость костно-мышечными болезнями превышает таковую сердечно-сосудистыми

заболеваниями (ССЗ) (в 2014 году были зарегистрированы 4 647 000 и 4 205 000 случаев соответственно), а также по количеству случаев нетрудоспособности костно-мышечные болезни опережают ССЗ и патологию эндокринной системы [1]. Основным заболеванием, определяющим стремительный рост распространенности костно-мышечной патологии, является остеоартрит (ОА) [1, с. 6]. По данным современной литературы, остеоартрит (ОА) – это гетерогенная группа заболеваний различной этиологии, имеющих сходные биологические, морфологические и клинические проявления, при которых в биологический процесс вовлечены все структуры сустава, такие как хрящ, связки, субхондральная кость, синовиальная оболочка, периартикулярные мышцы, суставная капсула [2, с. 242-245; 3; 4].

В рамках данной группы остеоартроз (ОА) является наиболее распространенным заболеванием суставов, которое преимущественно поражает людей старше 45 лет (до 80% лиц старше 65 лет) [5]. Распространенность ОА в разных регионах мира колеблется от 13,6 до 41,7% и значительно увеличивается по мере старения населения [6, с. 5]. По результатам эпидемиологического исследования, проведенного в Научно-исследовательском институте ревматологии РАМН, стало ясно, что среди больных с установленными ревматическими заболеваниями большинство имело ОА, а от общего числа осмотренных больные с ОА составили 53,8% [7, с. 21-22]. На долю первичного гонартроза приходится более одной трети (38% случаев) [8, с. 258]. Выраженный болевой синдром и статодинамические нарушения в виде ограничения двигательной активности ухудшают качество жизни пациентов с ОА коленных суставов (КС). Андреева Т.М. и Троценко В.В. отметили, что ОА КС на поздних стадиях приводит к выраженному снижению трудоспособности, а также что среди страдающих заболеваниями опорно-двигательного аппарата инвалидом становится 1 из 100 пациентов; наиболее тяжелым течением характеризуется ОА КС [9].

Пациентам, у которых консервативная терапия ОА не дала положительной динамики, показано тотальное эндопротезирование (ТЭП) сустава [10, с. 487]. Эндопротезирование крупных суставов, как отдельное направление реабилитации опорно-двигательного аппарата, за последние десятилетия шагнуло далеко вперед. Данный метод, позволяющий устранить болевой синдром и улучшить физическую функцию, наиболее эффективный на поздних стадиях ОА [11, с. 16]. На сегодняшний день никто не сомневается в эффективности эндопротезирования, а использование новейших технологий производства эндопротезов и совершенствование хирургической техники позволяют достигнуть наиболее быстрого и качественного реабилитационного результата у пациентов с последними стадиями гонартроза. Но в некоторых исследованиях отмечено, что даже при высокопрофессионально выполненном оперативном вмешательстве у большинства пациентов после тотального эндопротезирования коленных суставов (ТЭП КС) длительное время сохраняются функциональные нарушения в

тех случаях, когда в послеоперационном периоде не проводятся квалифицированные реабилитационные мероприятия [12, с. 6; 13, с. 39]. Кроме того, в литературе отсутствует достоверная информация о различиях функциональных результатов между пациентами, которые получали реабилитационные мероприятия в домашних условиях, и пациентами, получавшими стационарную реабилитацию, физическую реабилитацию в амбулаторных условиях и с использованием телемедицинских технологий [14]. Также следует акцентировать внимание на возможном развитии осложнений после эндопротезирования, что усложняет задачу и требует особого подхода к ведению пациентов на этапах реабилитации.

Целью настоящего обзора является анализ отечественных и зарубежных научных публикаций, посвященных восстановительному лечению пациентов с гонартрозом, перенесших тотальное эндопротезирование сустава.

**Материалы и методы исследования.** Проанализированы данные публикаций за последние десять лет в электронных базах PubMed, eLIBRARY, GoogleScholar, SpringerLink на русском и английском языках по ключевым словам «остеоартроз», «гонартроз», «тотальное эндопротезирование коленного сустава», «реабилитация после тотального эндопротезирования», osteoarthritis, oteoarthritis of the knee joint, total knee arthroplasty, rehabilitation after total knee arthroplasty.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Частота выполнения эндопротезирования коленного сустава в западных странах превышает 100 случаев на 100 тысяч населения в год. По мере увеличения средней продолжительности жизни и старения населения потребность в эндопротезировании суставов возрастет еще больше. Например, в США к 2030 г. прогнозируется увеличение потребности в первичном ЭКС на 673% [15]. По опубликованным данным Глобального ортопедического регистра, позволяющим оценить общемировую практику первичного эндопротезирования коленного сустава, показано, что средний возраст пациентов составил 70 лет. При этом 66% из них были женщины [16]. За последние годы изменились ожидания пациентов от хирургического лечения. Устранение постоянной боли, улучшение функции и восстановление повседневной активности - это то, на что больше всего рассчитывают пациенты после ТЭП.

В большинстве случаев неудовлетворенные результатами пациенты предъявляют жалобы на боль в оперированном суставе [17; 18, с. 60]. Также в литературных данных отмечено, что около половины пациентов испытывают умеренную или даже сильную боль в первые дни после операции, которая усиливается с началом реабилитационного лечения [19; 20]. Выяснение причины боли в прооперированном суставе является непростой задачей. Чаще всего пациенты, перенесшие ТЭП КС, длительное время не обращаются за помощью или не получают должных рекомендаций, в результате чего у таких пациентов усугубляется

положение в прооперированной конечности, что в свою очередь ухудшает качество их жизни. Результаты ускоренной реабилитации в постоперационном периоде подчеркивают необходимость непрерывного обезболивания после тотального эндопротезирования коленного сустава после выписки для сохранения функции и возможности прохождения восстановительного лечения [21]. Одной из задач для оптимизации процесса восстановления пациента и повышения его удовлетворенности конечным результатом является уменьшение болевого синдрома [11, с. 15]. Учитывая вышеизложенное, адекватная физическая реабилитация остается важным аспектом ведения больных после эндопротезирования.

Программы физической реабилитации для пациентов после тотального эндопротезирования суставов нижних конечностей разрабатываются многими авторами [11, с. 158; 22; 23], но на практике эта проблема до сих пор остается актуальной. Для полноценного восстановления функции конечности необходимым считается этапное проведение реабилитации, которая основывается на физиотерапевтическом подходе и физических упражнениях [24-26].

Что касается физических упражнений, то разработка комплексов упражнений базируется в основном на расширении двигательного режима, но единого мнения нет. Разные авторы предоставляют различные комплексы упражнений, которые, как правило, стандартны для всех, а индивидуальный подход не учитывается [27-29].

Котенко К.В., Елифанов В.А., Елифанов А.В., Корчажкина Н.Б рекомендуют выполнять восстановительные мероприятия накануне хирургического вмешательства и затем последовательно продолжать не менее месяца на этапах стационарного (послеоперационный период) и поликлинического лечения [30, с. 337]. При этом авторы другого исследования отметили, что выполнение физических упражнений перед тотальным эндопротезированием суставов резко снижает шансы на постоперационную реабилитацию [31]. Результаты кокрановского обзора показывают, что длительное использование непрерывных пассивных движений (НПД) может иметь небольшой краткосрочный эффект, связанный с увеличением диапазона движений (ДД). Рутинное использование длительно НПД у пациентов с ограниченным ДД при выписке из больницы следует пересмотреть, поскольку ни долгосрочные эффекты, ни переход к лучшим функциональным показателям не наблюдались [32].

Также в исследованиях зарубежных авторов [33] отмечено, что при использовании комплексов упражнений в послеоперационной реабилитации, основанных на ранней мобилизации пациента, дополнительные пассивные и активные движения, которые добавляются к ежедневным сеансам стандартных упражнений, не требуются, потому как уже

через шесть месяцев после ТЭП КС пациенты достигают удовлетворительного уровня амплитуды движения и функции коленного сустава.

По мнению Возницкой О.Э. с соавторами, лечебная гимнастика должна начинаться в первый же день после оперативного вмешательства, в дальнейшем комплекс расширяют за счет общеразвивающих и специальных упражнений. Специальные упражнения для оперированной конечности и сустава в большей степени направлены на улучшение микроциркуляции и развитие подвижности оперированного сустава, а позже, наряду с реализацией данных задач, несут функцию развития силы мышц [34].

В метаанализе [33] эффективности лечебной физкультуры говорится о том, что лечебная физкультура после ТЭП КС либо не работает, либо не очень эффективна. Причиной этого может быть то, что физические упражнения, обычно предлагаемые после оперативного вмешательства, не содержат нужных активных комплексов (слишком низкая интенсивность) или предлагаются в неподходящее время (слишком поздно после операции). В результате ими предложено сместить акцент на ранее начатые и более интенсивные физиотерапевтические упражнения после ТЭП КС (ускоренные физиотерапевтические упражнения), чтобы уменьшить раннюю потерю мышечной силы и функции после операции, и в идеале физиотерапевтические упражнения должны быть простыми, с использованием нескольких хорошо подобранных упражнений, которые подробно описаны [33].

Работа Коневой Е.С. и соавторов [35], проведенная по поводу изучения восстановления стереотипа ходьбы методом внешней роботизированной реконструкции у пациентов после ТЭП КС, показала эффективность применения этой методики в раннем послеоперационном периоде.

При исследовании методики кинезиотейпирования было отмечено, что все пациенты перенесли процедуру хорошо. А также результаты показали меньшую выраженность болевого синдрома и послеоперационного отека в группе пациентов, получавших, помимо других реабилитационных процедур, сходных с контрольной группой, кинезиотейпирование, но при этом не было обнаружено разницы в улучшении сгибания коленного сустава между исследуемой и контрольной группами. Однако разгибание в оперированном суставе было лучше в исследуемой группе [36].

Применение физических факторов в реабилитации пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава также остается спорным вопросом, как в исследованиях российских, так и зарубежных авторов. По мнению Котенко К.В., Епифанова В.А., Епифанова А.В., Корчажкиной Н.Б. [30, с. 337], на прооперированную область противопоказаны физиопроцедуры, так как подобные воздействия не улучшают функционирование эндопротеза и не допустимы в любые после операции сроки. В

национальном исследовании Дании обнаружили множество различных подходов к физиотерапии после тотального эндопротезирования коленного сустава [37], которые направлены на укрепление мышц, снижение отёка, увеличение подвижности конечности и нормализацию походки. В других исследованиях отмечено, что «доказательств для эффективности физиотерапии после ТЭП при остеоартрите недостаточно» и «положительный эффект после выписки краткосрочный» [38]. Положительный эффект от проводимого в течение 3-4 месяцев физиолечения был непродолжительным, низким или средним по отношению к качеству жизни пациентов [34], а расширенное применение количества физиотерапии во время госпитализации ТЭП КС не имело преимуществ относительно движения конечности [33].

В то же время Возницкая О.Э., Сабирьянов А.Р., Атаманский И.А. [34] рекомендуют в отношении прооперированного сустава применять методы физиотерапевтического воздействия, направленные на купирование боли и воспаления, улучшение микроциркуляции и репаративных процессов после хирургического лечения, что позволит, по их мнению, эффективнее использовать ЛФК в послеоперационном периоде. По критериям технологии ускоренной реабилитации [39] физиотерапию начинают на следующий день и проводят 1–2 раза в сутки. Метод физиолечения выбирают, исходя из синдромно-патогенетического подхода с учетом ведущих клинических симптомов и синдромов, противопоказаний к физическим факторам. Например, по рекомендациям Буйловой Т.В. и Цикунова М.Б. [12, с. 8], уже через сутки после операции для быстрого купирования отека тканей и уменьшения болевого синдрома назначают низкочастотную импульсную магнитотерапию сразу после выполненного УФО или фотохромотерапии синим спектром, а с третьего–четвертого дня возможно назначение электростимуляции четырехглавой и двухглавой мышц бедра оперированной конечности. Также в пользу физиотерапевтического лечения обращают на себя внимание исследования, в которых описывается тот факт, что в процессе разработки двигательного режима и физических упражнений не учтен ряд некоторых патологических процессов в прооперированной конечности: лимфовенозная недостаточность, рубцово-спаечный процесс в параартикулярных тканях, нарушение нервно-мышечной передачи [40; 41]. В публикации Миронова С.П. и его соавторов [22] говорится об эффективном использовании криотерапии на область оперированного сустава и аппаратного массажа оперированной конечности с помощью переменного импульсного электростатического поля. Данные об использовании лечебных физических факторов, оказывающих патогенетическое воздействие на основные синдромы, которые развиваются в оперированной конечности, представляют практический интерес в их применении.

В монографии Николаева Н.С. и Петровой Р.В. отмечено, что необходим индивидуальный подход к каждому больному, поскольку большинство пациентов ортопедического профиля имеют отягощенный анамнез и неблагоприятный коморбидный фон [11, с. 11].

В 3 рандомизированных и контролируемых исследованиях сравнивали реабилитацию в стационаре и на дому, предоперационную и постоперационную программы реабилитации на дому с обычной реабилитацией, разные по интенсивности программы реабилитации на дому [26]. Выводы авторов показали, что эффективная реабилитация на дому может проводиться только под контролем мультидисциплинарной бригады. Только под контролем специалистов на дому программы физической реабилитации улучшают функциональное состояние и качество жизни в сроки до 6 месяцев после операции без увеличения частоты осложнений [42; 43].

В другом рандомизированном исследовании на пациентах, перенесших плановое эндопротезирование коленного сустава, сравнивали результаты ускоренной реабилитации, оценивая качество жизни и сроки госпитализации. Авторами было отмечено, что ускоренная реабилитация сокращает сроки госпитализации, средний срок пребывания в стационаре был небольшим и составил 3 дня [39].

В когортном проспективном исследовании Алтуховой А.А. с соавторами [44], а также у авторов зарубежных публикаций [45; 46] было отмечено, что полного восстановления функции коленного сустава после тотального эндопротезирования в отдаленные сроки не происходит. Симметричное снижение функции обеих нижних конечностей - результат развития компенсаторных механизмов, которые, возможно, имели место еще до оперативного лечения.

Тем не менее в другом исследовании авторы отмечают преимущество включения в стандартную схему медицинской реабилитации пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава нижней конечности физических тренировок, направленных на восстановление нарушенной локомоторной функции, равновесия и симметрии движений [47; 48]. В ходе проведенного исследования выявлено, что тренировки с биологической обратной связью способствуют улучшению общего капиллярного кровотока в пораженной нижней конечности и нормализации показателей статико-локомоторных функций.

**Заключение.** Таким образом, проведенный анализ литературных данных свидетельствует о том, что, во-первых, проведенное тотальное эндопротезирование коленного сустава не всегда соответствует ожиданиям пациентов, которые рассчитывают на уменьшение

болевого синдрома и улучшение качества жизни. В случае возникновения после эндопротезирования осложнений требуется особый индивидуальный подход.

Во-вторых, подход к восстановительному лечению пациентов, перенесших тотальное эндопротезирование коленного сустава, различный, как у российских, так и зарубежных авторов. Существуют значительные отличия во времени начала и окончания физиотерапии, назначениях по срокам и видам используемых упражнений в реабилитации после тотального эндопротезирования коленного сустава. При назначении реабилитационных мероприятий следует учитывать ряд некоторых патологических процессов в прооперированной конечности, таких как лимфогенозная недостаточность, рубцово-спаечный процесс в параартикулярных тканях, нарушение нервно-мышечной передачи. Ускоренная реабилитация улучшает качество жизни пациентов и сокращает сроки пребывания в стационаре после оперативного лечения. Однако восстановления функции коленного сустава после тотального эндопротезирования в отдаленные сроки не происходит, что, возможно, связано с компенсаторными механизмами, возникшими еще до операции.

Также в существующих рекомендациях и исследованиях по реабилитации нет однозначной схемы и критериев для оценки качества жизни пациентов, чтобы полностью охарактеризовать восстановительное лечение.

Следует отметить, что необходимо исключить необоснованные подходы в лечении для создания эффективного метода, улучшающего качество жизни пациентов, перенесших ТЭ КС.

### Список литературы

1. Ведение остеоартрита с коморбидностью в общей врачебной практике. Клинические рекомендации / под ред. Л.И. Алексеевой, И.С. Дыдыкина.: «ООО «ТИПОГРАФИЯ «ПАРТНЕР-ПРИНТ». 2017. С. 6.
2. Насонов Е.Л. Российские клинические рекомендации. Ревматология. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2020. 448 с.
3. World Health Organization, Department of Chronic Diseases and Health Promotion. Chronic rheumatic conditions. Geneva 1992. World Health Organization. [Электронный ресурс]. URL: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/37080/WHO\\_TRS\\_816\\_eng.pdf?sequence=30](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/37080/WHO_TRS_816_eng.pdf?sequence=30). (дата обращения: 30.06.2023).
4. Cain E.L., Clancy W.G. Treatment algorithm for osteochondral injuries of the knee // Clin. Sports Med. 2001. Vol. 20, no.2. P. 321-342. DOI: 10.1016/s0278-5919(05)70309-4.



5. Salazar J., Bello L., Chávez M., Añez R., Rojas Quintero J., Bermudez V. Glucosamine for Osteoarthritis: Biological Effects, Clinical Efficacy, and Safety on Glucose Metabolism // *Arthritis*. 2014. P. 432–463. DOI: 10.1155/2014/432463.
6. Котельников Г.П., Ларцев Ю.В. Остеоартроз: М.: Гэотар-медиа, 2009. 208 с.
7. Галушко Е.А. Медико-социальная значимость ревматических заболеваний: автореферат дис. ... докт. мед. наук. Москва, 2011. 48 с.
8. Мазуров В.И. Болезни суставов: руководство для врачей. СПб.: СпецЛит. 2008. С. 258.
9. Андреева Т.М., Троценко В.В. Ортопедическая заболеваемость и организация специализированной помощи при патологии костномышечной системы // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова*. 2006. № 1. С. 3–6.
10. Миронов С.П., Котельникова Г.П. Ортопедия: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. 784 с.
11. Николаев Н.С., Петрова Р.В. Физическая реабилитация пациентов после эндопротезирования крупных суставов нижней конечностей. Чебоксары: Чувашское книжное издательство. 2020. 192 с.
12. Буйлова Т.В., Цикунов М.Б. Реабилитация при эндопротезировании коленного сустава. Федеральные клинические рекомендации. М., 2015. 21 с.
13. Рудь И.М., Мельникова Е.А., Рассулова М.А., Разумов А.Н., Гореликов Е.А. Реабилитация больных после эндопротезирования суставов нижних конечностей // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2017. № 6. С. 38-44.
14. Tousignant M., Moffet H, Nadeau S., Mérette C., Boissy P., Corriveau H., Marquis F., Cabana F., Ranger P., Belzile ÉL., Dimentberg R. Cost analysis of in-home telerehabilitation for post-knee arthroplasty // *Journal of medical Internet research*. 2015. Vol. 17, no. 3. P. 83. DOI: 10.2196/jmir.3844.
15. Kurtz S., Ong K., Lau E., Mowat F., Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030 // *J. Bone Joint Surg. Am*. 2007. Vol. 89, no 4. P. 780–785.
16. Waddell J., Johnson K., Hein W., Raabe J., FitzGerald G., Turibio F. Orthopaedic practice in total hip arthroplasty and total knee arthroplasty: results from the Global Orthopaedic Registry (GLORY) Am // *J. Orthop*. 2010. Vol. 39, S. 9. P. 5–13.
17. Chan E.Y., Blyth F.M., Nairn L., Fransen M. Acute postoperative pain following hospital discharge after total knee arthroplasty // *Osteoarthritis Cartilage*. 2013. Vol. 21, no.9. P. 1257-1263. DOI: 10.1016/j.joca.2013.06.011.

18. Болобошко К.Б., Ходьков Е.К., Кубраков К.М., Абдулина З.Н. Эффективность комплексного подхода к периоперационному обеспечению эндопротезирования коленного сустава // *Новости хирургии*. 2020. № 1. С. 53-61.
19. Maempel J., Walmsley P. Enhanced recovery programmes can reduce length of stay after total knee replacement without sacrificing functional outcome at one year // *Ann R Coll Surg Engl*. 2015. Vol. 97, no. 8. P. 563-567. DOI: 10.1308/rcsann.2015.0016.
20. Harvey L., Brosseau L., Herbert R.D. Continuous passive motion following total knee arthroplasty in people with arthritis // *Cochrane Database Syst Rev*. 2014. Vol. 2. DOI: 10.1002/14651858.CD004260.pub3.
21. Liao C.D., Liou T.H., Huang Y.Y., Huang Y.C. Effects of balance training on functional outcome after total knee replacement in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial // *Clin Rehabil*. 2013. Vol. 27, no. 8. P. 697-709. DOI: 10.1177/0269215513476722.
22. Миронов С.П., Орлецкий А.К., Цыкунов М.Б. Современные технологии реабилитации при повреждениях крупных суставов // *Вестник травматологии и ортопедии*. 2019. № 3. С. 27-29.
23. Mistry J.B., Elmallah R.D., Bhave A. et al. Rehabilitative Guidelines after Total Knee Arthroplasty: A Review // *The Journal of Knee Surgery*. 2016. Vol. 29, no. 3. P. 201–217. DOI: 10.1055/s-0036-1579670.
24. Неверов В.А., Климов А.В., Курбанов С.Х., Смирнова О.В. Индивидуальный подход к реабилитационной терапии у ортопедо-травматологических больных // *Травматология и ортопедия России*. 2013. № 2. С. 214.
25. Oktas B., Vergili O. The effect of intensive exercise program and kinesiotaping total knee arthroplasty on functional recovery of patients // *J. Orthop Surg Res*. 2018. Vol. 13, no. 1. P. 233. DOI: 10.1186/s13018-018-0924-9.
26. Minns Lowe C.J., Barker K.L., Dewey M.E., Sackley C.M. Effectiveness of physiotherapy exercise following hip arthroplasty for osteoarthritis: a systematic review of clinical trials // *BMC Musculoskelet Disord*. 2009. Vol. 10. P. 98. DOI: 10.1186/1471-2474-10-98.
27. Mistry J.B., Elmallah R.D., Bhave A. et al. Rehabilitative Guidelines after Total Knee Arthroplasty: A Review // *The Journal of Knee Surgery*. 2016. Vol. 29, no. 3. P. 201–217. DOI: 10.1055/s-0036-1579670.
28. Harvey L., Brosseau L., Herbert R.D. Continuous passive motion following total knee arthroplasty in people with arthritis // *Cochrane Database Syst Rev*. 2014. Vol. 6, no. 2. DOI: 10.1002/14651858.CD004260.pub3.
29. Liao C.D., Lin L.F., Huang Y.C., Huang S.W., Chou L.C., Liou T.H. Functional outcomes of outpatient balance training following total knee replacement in patients with knee osteoarthritis: a

randomized controlled trial // Clin Rehabil. 2014. Vol. 29, no. 9. P. 855-867. DOI: 10.1177/0269215514564086.

30. Котенко К.В., Елифанов В.А., Елифанов А.В., Корчажкина Н.Б. Боль в суставах. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2018. 560 с.

31. Конева Е.С., Шаповаленко Т.В., Лядов К.В., Ромашин О.В. Комплексная реабилитация соматически отягощенного пациента после операции одномоментного двустороннего эндопротезирования тазобедренных суставов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2013. № 1. С. 21-25.

32. Бурматов Н. А., Сергеев К. С., Глиняный С. В. Числовые критерии функционального восстановления после тотального эндопротезирования коленного сустава на III этапе реабилитации пациентов пожилого возраста // Медицинская наука и образование Урала. 2022. № 4. С. 18-22.

33. Tanaka R., Hayashizaki T., Taniguchi R. Effect of an intensive functional rehabilitation program on the recovery of activities of daily living after total knee arthroplasty: a multicenter, randomized, controlled trial // J. Orthop Sci. 2019. Vol. 25, no. 2. P. 285-290. DOI: 10.1016/J.JOS.2019.04.009.

34. Возницкая О.Э., Сабирьянов А.Р., Атаманский И.А. Восстановительное лечение при эндопротезировании коленного сустава: учебное пособие. Челябинск, 2011. 79 с.

35. Конева Е.С., Лядов К.В., Шаповаленко Т. В., Серебряков А.Б. Восстановление стереотипа ходьбы с использованием роботизированного устройства у пациентов после тотального эндопротезирования коленных суставов // Травматология и ортопедия России. 2013. № 2. С. 68.

36. Donec V., Kriščiūnas A. The effectiveness of Kinesio Taping after total knee replacement in early postoperative rehabilitation period. A randomized controlled trial // Eur. J. Phys Rehabil Med. 2014. Vol. 50, no. 4. P. 363-371.

37. Beaupre L.A., Davis D.M., Jones C.A., Sinats J.G. Exercise combined with continuous passive movement or slider therapy versus exercise alone: a randomized controlled trial of patients after total knee arthroplasty // Clinical Trials. Physical therapy. 2001. Vol. 81, no. 4. P. 1029-1037.

38. Пантев Д., Байрактарова А., Велева Е. Алгоритм реабилитации после эндопротезирования коленного сустава // Лечебная физическая культура: достижения и перспективы развития: материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. (г. Москва, 27–28 мая 2013г.). М.: Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма. 2013. С. 206-209.

39. Агеенко А.М., Садовой М.А., Шелякина О.В., Овтин М.А. Технология ускоренной реабилитации после эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов (обзор литературы) // Травматология и ортопедия России. 2017. № 4. С. 146-155.
40. Ударцев Е.Ю. Синдромно-патогенетический подход к медицинской реабилитации больных после тотального эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов // Травматология и ортопедия России. 2011. № 2. С. 30-36.
41. Andersen L.O., Gaarn-Larsen L., Christensen BB, Hasted H., Otte K.S., Kelet H. Subacute pain and dysfunction after accelerated hip and knee arthroplasty // *Anaesthesia of anaesthetists*. 2009. Vol. 64, no. 5. P. 469-584. DOI: 10.1111/j.1365-2044.2008.05831.x.
42. Маргазин В.А., Носков С.М., Гансбургский А.Н. Лечебная физическая культура при заболеваниях суставов. Второе издание. СПб.: СпецЛит, 2022. С. 108.
43. Minns Lowe C.J., Barker K.L., Dewey M.E., Sackley C.M. Effectiveness of physiotherapy exercise following after knee arthroplasty for osteoarthritis: a systematic and meta-analysis of randomized controlled trials // *Brit. Med. J.* 2007. Vol. 335. no. 7624. P. 812.
44. Алтухова А. В., Кауркин С. Н., Скворцов Д. В. Функциональная симптоматика в отдаленные сроки после тотального эндопротезирования коленного сустава // *Клиническая практика*. 2021. Т. 12, № 1. С. 16-24.
45. Naili J.E., Wretenberg P., Lindgren V. Improved knee biomechanics among patients reporting a good outcome in knee-related quality of life one year after total knee arthroplasty // *BMC Musculoskelet Disord*. 2017. Vol. 18, no. 1. P. 122. DOI: 10.1186/s12891-017-1479-3.
46. Biggs P.R., Whatling G.M., Wilson C. et al. Which osteoarthritic gait features recover following total knee replacement surgery? // *PLoS One*. 2019. no. 14. P. 1. DOI: 10.1371/journal.pone.0203417.
47. Колбахова С.Н., Конева Е.С., Кульчицкая Д.Б., Струков Р.Н., Хаптагаев Т.Б. Применение стабилотренинга в программах реабилитации у пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава в позднем восстановительном периоде // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2022. № 99. С. 31-35.
48. Wang X., Hunter D.J., Vesentini G., Pozzobon D., Ferreira M.L. Technology-assisted rehabilitation following total knee or hip replacement for people with osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis // *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2019. Vol. 20, no. 1. P. 506. DOI: 10.1186/s12891-019-2900-x.