

DOI: <https://doi.org/10.17816/RA634892>

Прошлое, настоящее и будущее анестезиологического обеспечения при операции по замене коленного сустава: описательный обзор литературы

М.А. Серёгина¹, Д.И. Баликова¹, И.Ю. Шолин¹, В.С. Суряхин¹, В.А. Корячкин^{2, 3}¹ Городская клиническая больница им. В.М. Буянова, Москва, Россия;² Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия;³ НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Численность пациентов с остеоартритом крупных суставов в Российской Федерации достигает более 4 млн человек, а потребность в эндопротезировании коленного сустава составляет около 300 тысяч операций в год. Увеличение числа артропластик коленного сустава связано с улучшением диагностики остеоартрита, увеличением продолжительности жизни и развитием технологий эндопротезирования. Вопросы анестезиологического обеспечения этих операций остаются не окончательно решёнными, что подчеркивает актуальность и значимость проблемы обезбоживания при эндопротезировании коленного сустава. Методы обезбоживания при тотальном эндопротезировании коленного сустава (ТЭКС) изменялись с развитием медицинских знаний и технологий. В прошлом использовали общую и инфильтрационную анестезию, нейроаксиальную блокаду. Введение ультразвуковой (УЗ) навигации расширило возможности применения блокад периферических нервов. Сегодня продолжают применять многокомпонентную общую анестезию, спинальную и (реже) эпидуральную анестезию. В условиях УЗ-навигации используют блокаду запирающего нерва, блокады капсулы сустава, периартикулярную инфильтрацию, блокаду «четыре в одном», селективную блокаду генкулярных нервов и др. В перспективе планируется оценить эффективность радиочастотной и криоабляции, а также решить проблему рикошетной боли. Увеличение числа ТЭКС во всем мире ставит перед анестезиологами и врачами, занимающимися лечением боли, задачу продолжать исследования в области изучения методов регионарной анестезии с целью повышения качества восстановления пациентов после операции.

Ключевые слова: анестезия при эндопротезировании коленного сустава; регионарная анестезия; периоперационное обезбоживание; рикошетная боль.

Как цитировать:

Серёгина М.А., Баликова Д.И., Шолин И.Ю., Суряхин В.С., Корячкин В.А. Прошлое, настоящее и будущее анестезиологического обеспечения при операции по замене коленного сустава: описательный обзор литературы // Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2024. Т. 18, № 4. С. 298–311. DOI: <https://doi.org/10.17816/RA634892>

DOI: <https://doi.org/10.17816/RA634892>

The past, present, and future of anesthetic management in total knee arthroplasty: a descriptive literature review

Maria A. Seregina¹, Diana I. Balikova¹, Ivan Yu. Scholin¹, Victor S. Suryakhin¹, Victor A. Koriachkin^{2,3}

¹ Buyanov City Clinical Hospital, Moscow, Russia;

² St. Petersburg State Paediatric Medical University, St. Petersburg, Russia;

³ Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

The number of patients with osteoarthritis of large joints in the Russian Federation may reach 4 million, with the demand for knee arthroplasty estimated at approximately 300,000 procedures annually. Improved osteoarthritis diagnostics, increased life expectancy, and advancements in prosthetic technologies have driven the rise in knee arthroplasties. However, unresolved challenges related to anesthetic management for such surgeries underscore the importance of effective pain management during total knee arthroplasty (TKA) from both scientific and practical perspectives. Anesthetic techniques for TKA have evolved significantly over time. Advances in medical knowledge and technology have led to the development and refinement of various anesthetic approaches aimed at improving patient outcomes. Historically, general and infiltration anesthesia, along with neuraxial blocks, were used. The introduction of ultrasound-guided (US-guided) techniques has expanded the use of peripheral nerve blocks. Current practices include multimodal general anesthesia, spinal anesthesia, and, less commonly, epidural anesthesia. US-guided techniques encompass obturator nerve block, anterior-medial and posterior-lateral capsule blocks, periarticular infiltration, "four-in-one" block, and selective genicular nerve blocks, among others. Future directions in anesthetic management for TKA include evaluating the clinical efficacy of radiofrequency catheter ablation and cryoablation. Additionally, addressing the significant challenge of rebound pain by identifying its causes and developing effective treatment strategies is essential. The global increase in TKA volumes presents a challenge for anesthesiologists and surgeons, emphasizing the need to further advance regional anesthesia techniques to improve recovery quality following surgery.

Keywords: anesthesia for knee arthroplasty; regional anesthesia; perioperative pain management; rebound pain.

To cite this article:

Seregina MA, Balikova DI, Scholin IYu, Suryakhin VS, Koryachkin VA. The past, present, and future of anesthetic management in total knee arthroplasty: a descriptive literature review. *Regional anesthesia and acute pain management*. 2024;18(4):298–311. DOI: <https://doi.org/10.17816/RA634892>

ОБОСНОВАНИЕ

Общемировой тенденцией является увеличение распространённости остеоартрита крупных суставов [1]. Согласно отчёту Министерства здравоохранения Российской Федерации, за 5 лет (с 2013 по 2017 год) число пациентов с остеоартритом в стране увеличилось на 3,7% и составило более 4,3 млн человек [1]. Результаты масштабного российского эпидемиологического исследования подтверждают, что по данным на 2021 год остеоартрит коленных и/или тазобедренных суставов обнаруживали у 3% взрослого населения [2]. Таким образом, истинная численность пациентов с остеоартритом крупных суставов в Российской Федерации может достигать 4 млн человек [2]. Однако эти данные могут не отражать реальной заболеваемости, поскольку учитывают только задокументированные случаи болезни. По некоторым расчётам, потребность в эндопротезировании тазобедренного сустава в России составляет до 300 тыс. операций в год [3]. По оценке глобального исследования бремени болезней 2019 года остеоартрит диагностируют у 7,6% населения земного шара, что составляет более 590 млн человек, при этом прогнозируется увеличение числа больных за счёт увеличения продолжительности жизни и числа людей с избыточной массой тела [4].

Предполагают, что к 2050 году распространённость операции по эндопротезированию коленного сустава в США достигнет 1,5 млн вмешательств ежегодно [5]. В исследовании эпидемиологического прогноза первичного и ревизионного эндопротезирования коленного сустава в США от 2007 года авторы утверждали, что спрос на первичное эндопротезирование к 2030 году вырастет на 673% в сравнении с 2005 годом. Согласно прогнозам, объём ревизионной пластики коленного сустава к 2030 году может вырасти на 601% по сравнению с 2005 годом и обогнать ревизионную пластику тазобедренного сустава по частоте исполнения [5]. Такое лавинообразное нарастание числа процедур связывают с улучшением качества диагностики остеоартрита, увеличением продолжительности жизни, развитием технологий протезирования [6]. Похожие результаты были получены в Австралии [7], Великобритании [8], Новой Зеландии [9], Дании [10] и Швеции [11].

Вышеприведённые данные дополняют актуальность и значимость проблемы влияния гонартроза на здоровье и качество жизни, в том числе ввиду неуклонно нарастающего числа людей в мире. При этом расширяется, меняется и всё больше внедряется и оперативная тактика ведения таких пациентов, в связи с чем проблема обезболивания при эндопротезировании коленного сустава становится краеугольным камнем как с научной, так и с практической точки зрения.

Цель работы — осуществить обзор существующих и перспективных видов анестезиологического пособия при тотальном эндопротезировании коленного сустава (ТЭКС).

МЕТОДОЛОГИЯ ПОИСКА ИСТОЧНИКОВ

На базе таких электронных ресурсов, как PubMed (MEDLINE), ResearchGate, UpToDate, Cochrane Library, нами был произведён поиск с целью обнаружения исследований, описывающих анестезиологические аспекты при ТЭКС. Для первоначального поиска использовали поисковый запрос по следующим ключевым словам и фразам на русском и английском языке: «анестезия при эндопротезировании коленного сустава», «регионарная анестезия», «периоперационное обезболивание», «боль при протезировании коленного сустава», «артропластика», «рикошетная боль» («anesthesia for total knee replacement», «regional anesthesia», «perioperative pain relief», «postoperative pain total knee arthroplasty», «arthroplasty, rebound pain»).

Нами были найдены рандомизированные контролируемые исследования, метаанализы, исследования малых групп, обзорные статьи, редакционные статьи и другие публикации, в которых предоставлялись к сведению различные подходы к контролю периоперационной боли у пациентов, перенёвших ТЭКС, и исторические аспекты анестезии при ТЭКС. При первичном запросе поиск выдал 475 результатов. Исследования считали подходящими для настоящего обзора, если они соответствовали следующим критериям: исследуемая популяция включала взрослых пациентов, прошедших ТЭКС, операцию на коленном суставе с опилом и сверлением кости, сравнивались различные методы анестезии и их влияние на интра- и послеоперационный период. Два автора независимо друг от друга осуществляли отбор публикаций, а любые разногласия (параметры и методы отбора публикаций, актуальность публикаций, соответствия публикаций теме обзора) разрешали путём обсуждения. С целью обнаружения не выявленных ранее работ во всех публикациях была изучена библиография. Дата первого поискового запроса — 20.12.2023, последнего — 17.06.2024. В процессе первичной сортировки были исключены ретроспективные анализы, клинические случаи, нерандомизированные исследования, обзорные статьи. В итоге отобрано 115 публикаций, из которых 41 была исключена коллегиально, поскольку описывала не только анестезиологический подход к ТЭКС, а была связана и с вопросами хирургической тактики. Основу обзора составили 74 оставшихся публикации.

ОБСУЖДЕНИЕ

Ранние методы анестезии в ортопедической хирургии, включая ТЭКС, со временем претерпели значительные изменения, отражающие стремление врачей к более безопасным и эффективным стратегиям обезболивания. По мере развития медицинских знаний и технологий были разработаны и усовершенствованы различные методы анестезии для улучшения результатов лечения пациентов при ТЭКС.

Анестезия при тотальном эндопротезировании коленного сустава: прошлое

Общая и инфильтрационная анестезия

Первое протезирование коленного сустава было осуществлено в 1968 году в условиях общей анестезии, и ещё много лет после первой процедуры именно общая анестезия оставалась единственным методом при проведении подобных операций [13]. Также использовалась местная анестезия, что предполагает введение анестезирующих препаратов непосредственно в место операции и блокирование болевых ощущений [12, 13].

Спинальная и эпидуральная анестезия

Спинальная анестезия произвела революцию в ортопедической и травматологической хирургии, обеспечив эффективное обезболивание и расслабление мышц, позволяя пациентам оставаться в сознании во время процедуры. Этот метод со временем стали всё чаще применять при ТЭКС и других ортопедических операциях, что способствовало повышению комфорта пациентов, улучшению результатов хирургического вмешательства и вытеснило общую анестезию с первого места [14]. Эпидуральная анестезия приобрела популярность в ортопедической хирургии, в том числе при тотальной замене коленного сустава, благодаря своей универсальности, эффективности и возможности обеспечить послеоперационное обезболивание путём непрерывной инфузии или пациент-контролируемой анальгезии [14].

Блокады периферических нервов и мультимодальный подход

Внедрение таких блокад периферических нервов, как блокада бедренного, седалищного, подкожного нерва, ещё больше улучшило качество анестезии и послеоперационной анальгезии при ТЭКС. Блокады, направленные на конкретные нервы, иннервирующие нижнюю конечность, обеспечивают целенаправленное обезболивание и минимизируют потребление опиоидов в периоперационном периоде. Кроме того, в анестезии при ТЭКС получила распространение концепция мультимодальной анальгезии, которая сочетает в себе различные способы обезболивания до, во время и после операции с целью оптимизации контроля боли и минимизации нежелательных реакций [14, 15].

Технологическая интеграция

Внедрение в практику ультразвуковой (УЗ) навигации повысило точность блокад периферических нервов, повысило безопасность анестезии, тем самым способствуя более быстрому и менее болезненному восстановлению, улучшению результатов и общего впечатления пациентов от процедуры [14, 16].

Одним из ключевых факторов, который значимо влияет на результаты лечения пациентов при ТЭКС, является регионарная анестезия, позволяющая:

- обеспечить целенаправленную анальгезию, сводя к минимуму использование наркотических анальгетиков и снижая риск развития нежелательных реакций, связанных с применением опиоидов [17];
- достигать адекватного обезболивания, расслабления мышц, уменьшения объёма интраоперационной кровопотери [18];
- способствовать ранней мобилизации, более быстрому восстановлению и реабилитации, улучшению функциональных показателей, скорейшему возвращению пациентов к обычной повседневной жизни [19];
- обеспечить снижение частоты развития таких периоперационных осложнений, как кровотечение, тромбоэмболия, сердечно-сосудистые нарушения за счёт минимизации периоперационного стресса, что повышает безопасность процедуры [3];
- снизить интра- и послеоперационный дискомфорт, повысить уровень удовлетворённости пациентов вмешательством [20, 21].

В целом использование методик регионарной анестезии оказало существенное влияние на хирургическую практику и результаты лечения пациентов при ТЭКС.

Анестезия при тотальном эндопротезировании коленного сустава: настоящее

Общая анестезия или нейроаксиальная блокада?

Общая и нейроаксиальная анестезия, включая спинальную, эпидуральную на поясничном уровне или комбинированную спино-эпидуральную, используется для ТЭКС вот уже около полувека [13]. Доказательства в пользу нейроаксиальных методик противоречивы: некоторые систематические обзоры демонстрировали снижение частоты осложнений при их использовании [22], в то время как другие показали лишь незначительное улучшение или даже отсутствие такового. В исследовании R.L. Johnson и соавт. установлено, что по сравнению с общей нейроаксиальная анестезия значительно сократила продолжительность пребывания в стационаре ($p=0,03$), в остальном авторами не было обнаружено статистически значимых различий ($p > 0,05$) [23].

В последнее время обзоры баз данных и исследования исходов с большим числом пациентов предоставили более надёжные доказательства в пользу нейроаксиальных методов анестезии. Хотя эти ретроспективные исследования не могут учесть все различия в выборе анестезии или подход в конкретном учреждении, один обзор, объединяющий тотальное эндопротезирование тазобедренного и коленного сустава (795 135 артропластик), продемонстрировал снижение риска развития основных осложнений и частоты перевода в отделение

реанимации и интенсивной терапии при использовании нейроаксиальных методик [24]. После выхода на шумевшей статьи от 2021 года в *New England Journal of Medicine* об отсутствии преимуществ спинальной анестезии перед общей у пожилых пациентов в хирургии проксимальных переломов бедренной кости вопрос превалирования нейроаксиальных методик стал остродискуссионным [25]. Последние систематические обзоры и метаанализы 2024 года по краткосрочным (до 90 дней) и отдалённым (до 365 дней) исходам остеосинтеза проксимальных отделов бедренной кости не показали значимых различий между регионарной и общей анестезией [26, 27]. В работе S. Liu и соавт. не было отмечено существенных различий в показателях 30- и 90-дневной смертности, внутрибольничной смертности, послеоперационного делирия, пневмонии, инфаркта миокарда, венозной тромбоземболии, продолжительности операции и пребывания в стационаре [26]. В исследовании E.A. Vail и соавт. через 365 дней после рандомизации было зарегистрировано 98 смертей среди пациентов, назначенных на спинальную анестезию, по сравнению с 92 случаями смерти среди пациентов, назначенных на общую анестезию ($p=0,59$), восстановление способности к передвижению среди пациентов, проживших год, не различалось в зависимости от вида анестезии ($p=0,31$) [27].

Общая анестезия остаётся распространённым выбором для ТЭКС, при этом исследования баз данных показывают, что нейроаксиальная блокада используется только в 25,5–45% случаев [28].

Спинальная или эпидуральная анестезия?

Желание анестезиолога проводить эпидуральную анальгезию в раннем послеоперационном периоде повлияло на выбор поясничной эпидуральной анестезии в качестве основной методики нейроаксиальной блокады. Поскольку при ТЭКС ожидается умеренная или сильная боль, в 1980-х и 1990-х гг. эпидуральную анестезию (ЭА) продолжали на протяжении 2–3 дней [29]. Однако со временем анестезиологическое сообщество пришло к уменьшению частоты применения ЭА. Ключевым фактором стал выпуск в США в 1993 году эноксапарина для профилактики венозных тромбозов, после чего появились многочисленные сообщения об образовании эпидуральных гематом и параплегиях после ЭА у пациентов, получивших этот препарат. В 1997 году Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (Foods and Drug Administration — FDA) выпустило рекомендацию и предупреждение о недопустимости такой комбинации. Также понимание важности и желание ранней вертикализации пациентов и сокращения койко-дня сподвигло к отказу от ЭА. Европейское исследование 1998 года показало, что продлённая блокада «3 в 1» (см. ниже) и ЭА значительно снижают интенсивность боли по сравнению с опиоидами (внутривенная анестезия, контролируемая пациентом), но продлённая блокада «3 в 1»

имела меньше нежелательных явлений (тошноты, зуда, задержки мочи), чем ЭА [30]. Исследование также показало, что регионарная блокада по сравнению с опиоидной анальгезией послеоперационно приводила к улучшению сгибания колена и более ранней мобилизации пациента, демонстрируя улучшение результатов хирургического вмешательства, а не только анальгезии. Всё это привело к постепенному отказу от ЭА в качестве основного метода анестезии при ТЭКС.

В последних протоколах ERAS ЭА и продлённая анальгезия не рекомендуются к использованию для рутинного применения при первичном эндопротезировании коленного сустава из-за возможности возникновения нежелательных реакций, которые задерживают восстановление пациента [19]. Тем не менее при ревизионном ТЭКС ЭА весьма востребована за счёт своей возможной пролонгации и управляемости. Данные о преимуществах спинальной анестезии (СА) перед общей анестезией при ревизионном эндопротезировании можно экстраполировать на ЭА, но не анальгезию. A.R. Owen и соавт. в своём исследовании обнаружили, что применение СА при ревизионных коленных артропластиках было сопряжено с более низкими баллами по шкале оценки боли ($p < 0,001$), меньшей частотой применения опиоидных анальгетиков ($p < 0,0001$) и более коротким сроком пребывания пациентов в стационаре ($p < 0,0001$) [31, 32].

Периоперационная анальгезия: блокада периферических нервов

Споры о том, какие нервные стволы необходимо блокировать для обезболивания после ТЭКС и как лучше выполнить блокаду, не вызывая нежелательных реакций и не препятствуя мобилизации, продолжают до сих пор. Разбору нейроанатомии коленного сустава посвящено несколько публикаций [33, 34]. На основании анатомических исследований доступ к нему выполняется преимущественно в области иннервации бедренного нерва, но при опиле костей обязательно затрагивается и зона иннервации седалищного нерва. Конечные ветви запирающего нерва также участвуют в иннервации медиальной части сустава, что важно в послеоперационном периоде, особенно при натяжении медиальной части капсулы сустава, например, при исправлении варусной деформации конечности.

Блокада запирающего нерва

Существуют значительные разногласия по поводу относительного вклада запирающего нерва в болевой синдром после ТЭКС [35]. C. Runge и соавт. показали, что добавление блокады запирающего нерва к блокаде бедренного треугольника значительно снизило потребление опиоидных анальгетиков (межквартильный размах, IQR 0–15), а также интенсивность болевого синдрома и частоту тошноты и рвоты [36]. При появлении УЗ и прецизионности техники результаты добавления блокады

запирательного нерва стали менее разрозненными в её пользу, но, поскольку нерв иннервирует скорее заднюю часть капсулы сустава, то инфильтрация анестетика между подколенной артерией и капсулой коленного сустава (infiltration between the popliteal artery and the capsule of the knee, IPACK) (см. ниже) вполне может заменить и этот вид анестезии [37]. Широкого распространения анестезия запирательного нерва при ТЭКС не получила, на данный момент она используется редко и предоставляет скорее академический интерес.

Блокада переднемедиальной части капсулы сустава (зона иннервации бедренного нерва)

Блокады нервов при ТЭКС претерпели значительные изменения в сторону более дистальных блоков, селективных блокад сенсорных ветвей, без блокады моторного компонента.

Блокада переднемедиальной части сустава также прошла эту эволюцию. В 1973 году А. Winnie разработал концепцию блокады поясничного сплетения под подвздошной фасцией «3 в 1», согласно которой бедренный, запирательный и латеральный кожный нерв бедра должны быть заблокированы одной инъекцией в паховой области [38]. Со временем методика блокады «3 в 1» претерпела заметные изменения, прошла стадию катетеризации фасциального пространства на большой глубине, спада интереса ввиду образования гематом и довольно выраженной мышечной слабости. В настоящее время блокада подвздошно-поясничной фасции благодаря УЗ является довольно безопасной методикой и нашла свою нишу в продлённой ургентной и периоперационной аналгезии при проксимальных переломах бедренной кости.

Хотя в исследовании S. Memtsoudis и соавт. было показано, что пожилой возраст и коморбидность, а не блокада периферических нервов, связаны с эпизодами падения пациентов после методики «3 в 1» [39], анестезиологи обеспокоены риском падения пациентов при использовании блокады подвздошной фасции, поскольку в этом случае неизбежна слабость передней группы мышц бедра и задержка активизации, что, в свою очередь, может повлечь множество осложнений. В исследовании М. Вауер и соавт. авторы попытались уменьшить силу моторного блока четырёхглавой мышцы бедра, изменяя скорость введения и концентрацию анестетиков при продлённой блокаде бедренного нерва (воздействие на квадрицепс аналогично блоку «3 в 1»), что не привело к желаемому результату [40].

В конце XX в. портативный УЗ-аппарат полноценно вошел в практику регионарной анестезии сначала в Венском университете (P. Marhofer, S. Kapral [14]), а затем и в Университете Торонто (V. Chan [14]) и Университете Альберты (B. Tsui [14]). В исследовании E.R. Mariano и соавт. показано, что регионарная анестезия с УЗ-навигацией выполняется быстрее ($p=0,012$), менее болезненно ($p=0,015$) и с меньшим риском пункции сосудов ($p=0,039$)

по сравнению с использованием аппарата для нейростимуляции [41]. УЗ-навигация также ускорила переход к использованию более дистальных блокад. В 2011 году группа из Копенгагена оценила блокаду подкожного нерва (*n. saphenous*) в приводящем канале и высказала предположение, что блокада может обеспечить обезболивание после ТЭКС [42]. В дальнейшем большинство работ показало, что обезболивание при указанной блокаде не уступает блокаде бедренного нерва и имеет важное преимущество — снижение слабости четырёхглавой мышцы. А.Т. Machi и соавт. в своём исследовании подтверждают, что сила аналгезии при продлённой блокаде подкожного нерва ниже (от 42 до 63 ч), по сравнению с продленной блокадой (от 49 до 69 ч) бедренного нерва ($p=0,12$), тем не менее при блокаде *n. saphenous* вертикализация и мобилизация пациента происходили раньше, чем при блокаде *n. femoral* ($p<0,001$) [43].

Дальнейшее развитие регионарной анестезии было направлено на разработку ещё более дистальных блокад. Внимание анестезиологов привлекла блокада нерва медиальной широкой мышцы бедра — *n. vastus medialis*. Практически добавление блокады этого нерва заметно уменьшало послеоперационную боль у пациентов как с ТЭКС, так и с пластикой передней крестообразной связки, где сверление канала так же затрагивает медиальную часть коленного сустава. Указанная блокада легко выполнима технически при наличии УЗ, но может вызвать мышечную слабость, препятствующую активизации пациента, особенно при более каудальном распространении анестетика [34, 44, 45].

В исследовании 2022 года группа авторов из Китая предложила методику блокады перипателлярного сплетения под УЗ-контролем. По итогам исследования эта методика обеспечивала не менее длительную блокаду в сравнении с блокадой бедренного нерва и полным кожным сенсорным блоком в перипателлярной области, не влияя на мобилизацию нижней конечности [46].

Блокада заднелатеральной части капсулы сустава (зона иннервации седалищного нерва)

Ещё одним методом обезболивания является введение анестетика между подколенной артерией и капсулой коленного сустава (iPACK), выполняемое анестезиологом. В исследовании J. Guo и соавт. добавление iPACK к блокаде приводящего канала показало улучшенную аналгезию как в покое (95% доверительный интервал, ДИ, $-0,96 - -0,53$; $p<0,00001$), так и при движении (95% ДИ $0,79-0,43$; $p<0,00001$), ускоренную активизацию по сравнению с одной блокадой *n. saphenous* [47].

Периартикулярная инфильтрация

Разработанная в Австралии как альтернатива регионарным блокадам инъекция больших объёмов низкоконцентрированных растворов местных анестетиков также активно используется. К анестетикам можно добавлять

в качестве адъювантов нестероидные противовоспалительные препараты и опиоиды, а также стероиды. В метаанализе 2022 года говорится о веских преимуществах использования периапартулярной инфильтрации (ПАИ) в эндопротезировании суставов для уменьшения интенсивности послеоперационной боли и потребления опиоидных анестетиков [48].

В российском исследовании ПАИ и блокада *p. saphenous* в сравнении с iPACK показали сходную эффективность и качество послеоперационной аналгезии ($7,05 \pm 2,585$ по сравнению $10,53 \pm 3,71$ ч, $p=0,002$) [49]. Более длительные по действию анестетики (липосомальный бупивакаин) для инфильтрации теоретически обладают преимуществом из-за простоты однократной инъекции и уменьшения риска развития инфекции (по сравнению с катетеризационными техниками). Однако исследования ПАИ с липосомальным бупивакаином не показали улучшения качества и продолжительности обезболивания по сравнению со стандартными анестетиками [50].

В своей диссертационной работе Е.В. Герасков показал, что использование ПАИ является безопасными и эффективным методом, при котором уровень местного анестетика в плазме крови не достигает порога системной токсичности местных анестетиков [51]. По эффективности болеутоляющего эффекта ПАИ сопоставима с эпидуральной аналгезией, превосходит мультимодальную аналгезию, обладает опиоидосберегающим эффектом, способствует снижению частоты послеоперационных осложнений, обеспечивает более раннюю активизацию пациентов после ТЭКС по сравнению с эпидуральной мультимодальной аналгезией [51].

Блокада «4 в 1»

В 2018 году R. Roy и соавт. представили методику послеоперационной аналгезии путём блокады коленного сустава под УЗ-навигацией и электростимуляцией из одной точки и модифицировали её в 2020 году [52, 53]. Такая методика ускоряет и упрощает работу анестезиолога, уменьшает инвазию, вероятность контаминации сустава при проколе кожи и обещает обширную аналгезию за счёт блокады как компонентов бедренного, так и седалищного нерва, что может в перспективе стать заменой методики блокады *p. saphenous* в комбинации с iPACK.

Селективная блокада геникулярных нервов под ультразвуковой навигацией

Самая высокоточная методика была представлена в 2022 году S. Dunwoth и J. Gadsden в журнале ASRA — это селективная блокада главных геникулярных нервов (суперомедиальный коленный нерв, суперолатеральный коленный нерв, инферомедиальный коленный нерв, нерв к *vastus intermedius*), конечных ветвей бедренного, большеберцового и запирательного нервов

под контролем УЗ [54]. Авторы утверждают, что блокада является эффективным и действенным способом улучшения послеоперационной аналгезии у пациентов, перенёвших ТЭКС. Поскольку техника предполагает костный контакт в качестве конечной точки для продвижения иглы (в отличие от потенциально трудно визуализируемой фасции), эти блокады легки в техническом отношении. Хотя сами по себе геникулярные блоки не являются «серебряной пулей», они только устраняют недостающий компонент при блокадах *p. saphenous* и iPACK.

Анестезия при тотальном эндопротезировании коленного сустава: взгляд в будущее

Радиочастотная и криоабляция

В последнее время ведутся разработки методики временной денервации коленного сустава за 2–6 нед до ТЭКС посредством радиочастотной (РЧА) или криоабляции. Данных по эффективности в раннем и отдалённом послеоперационном периоде пока получено не очень много, результаты разрозненны и дискуссионны, но представляют высокий научный и практический интерес [55–57]. На данный момент максимально крупный обзор представлен авторами из США, в нём говорится о неоднозначности и преждевременности выводов при использовании РЧА периоперационно [58]. Хотя РЧА хорошо зарекомендовала себя в лечении хронической боли [59], при лечении послеоперационной боли при эндопротезировании коленного сустава остаётся ряд спорных моментов. В течение 2–3 нед после процедуры РЧА в связи с местным воспалением пациенты могут жаловаться на усиление боли в области вмешательства [60], что теоретически делает спорным применение РЧА в периоперационном периоде.

Высокий научный и практический интерес представляет скорость восстановления иннервации в области произведённой процедуры, трофические нарушения. Необходимы дальнейшие исследования с ответами на вопросы об эффективности метода, выбора технологии РЧА (постоянный ток, пульсовая модальность, температура), а также с отслеживанием отдалённых результатов и осложнений [61]. Также начинают появляться данные относительно криоабляции [62], главным отличием и преимуществом которой является способность нерва к регенерации. РЧА термически разрушает макроструктуру нерва, в особенности при использовании режима большого нагрева и постоянного тока, а крионевролиз приводит к Валлеровой дегенерации нерва при сохранении его макроструктуры, что делает его более применимым к смешанным нервам [63]. Исследования показывают уменьшение интенсивности болевого синдрома пациентов после крионевролиза во время реабилитационных процедур после ТЭКС [64]. Не следует путать криоабляцию и криоаналгезию, которая довольно

давно используется хирургами в разных областях, причём не только в ортопедии [65], но и в торакальной, общей, урологической хирургии и оториноларингологии. Тем не менее, несмотря на развитие техник анестезии и внимательный взгляд на проблему периоперационного обезболивания, качественной аналгезии добиться зачастую не удаётся. Многие пациенты продолжают испытывать выраженную боль в течение нескольких дней или даже месяцев после ТЭКС [66].

Рикошетная боль

Ещё одна проблема, которую предстоит решить — это рикошетная боль. За последние 10 лет исследователи по всему миру стали активно публиковать работы по теме рикошетной боли [67], которая представляет собой острую боль, возникающую в первые 12–24 ч после окончания регионарной анестезии и характеризуется жгучей или тупой болью интенсивностью 7 баллов по ВАШ и более, длящейся около 2 ч [68]. В марте 2024 года было опубликовано исследование по дельфийскому методу: приоритеты исследований в регионарной анестезии. Одним из ключевых мировых приоритетов в регионарной анестезии стало именно решение вопроса рикошетной боли (rebound pain) [69]. Установлено, что факторами риска рикошетной боли являются молодой возраст, женский пол, ортопедические операции в условиях блокады периферических нервов; при этом частота этого болевого синдрома составляет около 50% [70, 73]. Высказаны предложения о роли и этиопатогенезе прямых механических травм нервов, нейротоксичности местного анестетика, ишемии в области оперативного вмешательства, а также нейропатическом генезе и «болевого памяти» («pain memory») [71, 73]. Сообщается, что внутривенное введение дексаметазона снижает частоту и тяжесть рикошетной боли после окончания действия блокады периферических нервов ($p=0,002$) [72]. Конкретные причины рикошетной боли до сих пор не установлены, поэтому рекомендации по её профилактике и лечению отсутствуют, что требует дальнейшего изучения [73, 74].

Ограничения обзора

В обзоре не рассматривался подход к анестезиологическому обеспечению ТЭКС у пациентов с различной коморбидностью, частными клиническими случаями, не акцентировалось внимание на онкологическом и ревизионном эндопротезировании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балабанова Р.М., Дубинина Т.В. Динамика пятилетней заболеваемости болезнями костно-мышечной системы и их распространенности среди взрослого населения России за 2013–2017 гг. // Современная ревматология. 2019. Т. 13. №4. С. 11–17. doi: 10.14412/1996-7012-2019-4-11-17

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внимание анестезиолога как к раннему, так и к отдалённому послеоперационному периоду может привести к быстрому сокращению дозы опиоидных анальгетиков или максимальному отказу от них, снизить стоимость медицинской помощи, сократить продолжительность пребывания пациента в стационаре. Возможно, в будущем мы придём к проведению ТЭКС в стационарах кратковременного пребывания, понимая, какая ноша при этом упадёт на амбулаторную службу. Это невозможно без дальнейшего развития и совершенствования обезболивающих технологий. Идеальная анестезия при ТЭКС должна обеспечивать безопиоидную длительную аналгезию без моторного блока, быть простой и экономически целесообразной, с минимальными нежелательными реакциями и осложнениями. Постоянное увеличение числа ТЭКС во всём мире ставит перед анестезиологами и врачами, занимающимися лечением боли, задачу продолжать научные исследования в области изучения методов регионарной анестезии с целью повышения качества восстановления пациентов после этой операции.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Не указан.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. М.А. Серёгина — обзор данных литературы, сбор и анализ источников литературы, написание и редактирование текста статьи; Д.И. Баликова — обзор данных литературы, сбор и анализ источников литературы; И.Ю. Шолин, В.С. Суракин — редактирование текста статьи; В.А. Корячкин — написание текста статьи, анализ источников литературы, корректура и редактирование текста статьи.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. Not specified.

Competing interests. Not declared.

Author's contribution. M.A. Seregina — literature review, collection and analysis of literary sources, writing and editing of the article; D.I. Balikova — literature review, collection and analysis of literary sources; I.Y. Scholin, V.S. Suryakhin — editing of the article; V.A. Koriachkin — analysis of literary sources, writing, proofreading and editing of the article.

2. Чилилов А.М., Оськов Ю.И., Зеленова О.В., Абрамов С.И. Анализ эпидемиологических показателей остеоартрозов по данным форм государственного статистического наблюдения за период 2017–2021 годы в Российской Федерации // Современные проблемы здравоохранения

- и медицинской статистики. 2023. №2. С. 123–141. doi: 10.24412/2312-2935-2023-2-123-142
3. Корячкин В.А., Заболотский Д.В., Кузьмин В.В., и др. Анестезиологическое обеспечение переломов проксимального отдела бедренной кости у пожилых и престарелых пациентов (клинические рекомендации) // Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2017. Т. 11, № 2. С. 133–142. doi: 10.17816/RA42873
4. Steinmetz J., Culbreth G., Vos T., et al. GBD 2021 Osteoarthritis Collaborators. Global, regional, and national burden of osteoarthritis, 1990–2020 and projections to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021 // *Lancet Rheumatol*. 2023. Vol. 5, N 9. P. e508–e522. doi: 10.1016/S2665-9913(23)00163-7
5. Inacio M.C.S., Paxton E.W., Graves S.E., et al. Projected increase in total knee arthroplasty in the United States – an alternative projection model // *Osteoarthritis Cartilage*. 2017. Vol. 25, N 11. P. 1797–1803. doi: 10.1016/j.joca.2017.07.022
6. Kurtz S., Ong K., Lau E., et al. 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, N 4. P. 780–785. doi: 10.2106/JBJS.F.00222
7. Ackerman I.N., Bohensky M.A., Zomer E., et al. The projected burden of primary total knee and hip replacement for osteoarthritis in Australia to the year 2030 // *BMC Musculoskeletal Disord*. 2019. Vol. 20, N 1. P. 90. doi: 10.1186/s12891-019-2411-9
8. Culliford D., Maskell J., Judge A., et al. Future projections of total hip and knee arthroplasty in the UK: results from the UK Clinical Practice Research Datalink // *Osteoarthritis Cartilage*. 2015. Vol. 23, N 4. P. 594–600. doi: 10.1016/j.joca.2014.12.022
9. Wilson R., Abbott J.H. The projected burden of knee osteoarthritis in New Zealand: healthcare expenditure and total joint replacement provision // *N Z Med J*. 2019. Vol. 132, N 1503. P. 53–65.
10. Daugberg L., Jakobsen T., Nielsen P.T., et al. A projection of primary knee replacement in Denmark from 2020 to 2050 // *Acta Orthop*. 2021. Vol. 92, N 4. P. 448–451. doi: 10.1080/17453674.2021.1894787
11. Nemes S., Gordon M., Rogmark C., Rolfson O. Projections of total hip replacement in Sweden from 2013 to 2030 // *Acta Orthop*. 2014. Vol. 85, N 3. P. 238–243. doi: 10.3109/17453674.2014.913224
12. Berninger M.T., Friederichs J., Leidinger W., et al. Effect of local infiltration analgesia, peripheral nerve blocks, general and spinal anesthesia on early functional recovery and pain control in total knee arthroplasty // *BMC Musculoskelet Disord*. 2018. Vol. 19, N 1. P. 232. doi: 10.1186/s12891-018-2154-z
13. Ranawat C.S. History of total knee replacement // *J South Orthop Assoc*. 2002. Vol. 11, N 4. P. 218–226.
14. asra.com [Internet]. Turner J.D., Weller R.S. How I Used to Do It: Anesthesia and Analgesia for Total Knee Arthroplasty: Four Decades of Evolution Aug 6, 2019. Режим доступа: <https://www.asra.com/news-publications/asra-newsletter/newsletter-item/asra-news/2019/08/06/how-i-used-to-do-it-anesthesia-and-analgesia-for-total-knee-arthroplasty-four-decades-of-evolution> Дата обращения: 10.05.2024
15. Kettner S.C., Willschke H., Marhofer P. Does regional anaesthesia really improve outcome? // *Br J Anaesth*. 2011. Vol. 107, Suppl. 1. P. i90–95. doi: 10.1093/bja/aer340.
16. Gadsden J.C. The role of peripheral nerve stimulation in the era of ultrasound-guided regional anaesthesia // *Anaesthesia*. 2021. Vol. 76, Suppl 1. P. 65–73. doi: 10.1111/anae.15257
17. Soffin E.M., Wu C.L. Regional and Multimodal Analgesia to Reduce Opioid Use After Total Joint Arthroplasty: A Narrative Review // *HSSJ*. 2019. Vol. 15, N 1. P. 57–65. doi: 10.1007/s11420-018-9652-2
18. Lapidus O., Baekkevold M., Rotzius P., et al. Preoperative administration of local infiltration anaesthesia decreases perioperative blood loss during total knee arthroplasty- a randomised controlled trial // *J Exp Orthop*. 2022. Vol. 9, N 1. P. 118. doi: 10.1186/s40634-022-00552-1
19. Wainwright T.W., Gill M., McDonald D.A., et al. Consensus statement for perioperative care in total hip replacement and total knee replacement surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations // *Acta Orthop*. 2020. Vol. 91, N 3. P. 363. doi: 10.1080/17453674.2020.1724674
20. Memtsoudis S.G., Cozowicz C., Bekeris J., et al. Peripheral nerve block anesthesia/analgesia for patients undergoing primary hip and knee arthroplasty: recommendations from the International Consensus on Anesthesia-Related Outcomes after Surgery (ICAROS) group based on a systematic review and meta-analysis of current literature // *Reg Anesth Pain Med*. 2021. Vol. 46, N 11. P. 971–985. doi: 10.1136/rapm-2021-102750
21. Hutton M., Brull R., Macfarlane A.J.R. Regional anaesthesia and outcomes // *BJA Educ*. 2018 Feb. Vol. 18, N 2. P. 52–56. doi: 10.1016/j.bjae.2017.10.002
22. Macfarlane A.J., Prasad G.A., Chan V.W., Brull R. Does regional anesthesia improve outcome after total knee arthroplasty? // *Clin Orthop Relat Res*. 2009. Vol. 467, N 9. P. 2379–2402. doi: 10.1007/s11999-008-0666-9
23. Johnson R.L., Kopp S.L., Burkle C.M., et al. Neuraxial vs general anaesthesia for total hip and total knee arthroplasty: a systematic review of comparative-effectiveness research // *BJA*. 2016. Vol. 116, N 2. P. 163–176. doi: 10.1093/bja/aev455
24. Memtsoudis S.G., Rasul R., Suzuki S., et al. Does the impact of the type of anesthesia on outcomes differ by patient age and comorbidity burden? // *Reg Anesth Pain Med*. 2014. Vol. 39, N 2. P. 112–119. doi: 10.1097/AAP.0000000000000055
25. Neuman M.D., Feng R., Carson J.L., Gaskins L.J., Dillane D., Sessler D.I., et al. Spinal Anesthesia or General Anesthesia for Hip Surgery in Older Adults // *N Engl J Med*. 2021. Vol. 385. P. 2025–2035 doi: 10.1056/NEJMoa2113514
26. Liu S., Chen J., Shi H., et al. Comparing perioperative outcomes between regional anesthesia and general anesthesia in patients undergoing hip fracture surgery: a systematic review and meta-analysis // *Can J Anaesth*. 2024. Vol. 71. P. 849–869. doi: 10.1007/s12630-024-02696-3
27. Vail E.A., Feng R., Sieber F., et al. Long-term Outcomes with Spinal versus General Anesthesia for Hip Fracture Surgery: A Randomized Trial // *Anesthesiology*. 2024. Vol. 140, N 3. P. 375–386. doi: 10.1097/ALN.0000000000004807
28. Kopp S.L., Børglum J., Buvanendran A., et al. Anesthesia and Analgesia Practice Pathway Options for Total Knee Arthroplasty: An Evidence-Based Review by the American and European Societies of Regional Anesthesia and Pain Medicine // *Reg Anesth Pain Med*. 2017. Vol. 42, N 6. P. 683–697. doi: 10.1097/AAP.0000000000000673
29. Capdevila X., Barthelet Y., Biboulet P., et al. Effects of perioperative analgesic technique on the surgical outcome and duration of rehabilitation after major knee surgery // *Anesthesiology*. 1999. Vol. 91, N 1. P. 8–15. doi: 10.1097/00000542-199907000-00006
30. Singelyn F.J., Deyaert M., Joris D., et al. Effects of intravenous patient-controlled analgesia with morphine, continuous

- epidural analgesia, and continuous three-in-one block on postoperative pain and knee rehabilitation after unilateral total knee arthroplasty // *Anesth Analg*. 1998. Vol. 87, N 1. P. 88–92. doi: 10.1097/0000539-199807000-00019
31. Owen A.R., Amundson A.W., Larson D.R., et al. Spinal Versus General Anesthesia in Contemporary Revision Total Knee Arthroplasties // *J Arthroplasty*. 2023. Vol. 38, N 6. P. 271–274. doi: 10.1016/j.arth.2023.01.053
32. Wilson J.M., Farley K.X., Erens G.A., Guild G.N. General vs Spinal Anesthesia for Revision Total Knee Arthroplasty: Do Complication Rates Differ? *J Arthroplasty*. 2019. Vol. 34, N 7. P. 1417–1422. doi: 10.1016/j.arth.2019.03.048
33. Park M.R., Kim D., Rhyu I.J., et al. An anatomical neurovascular study for procedures targeting peri-articular nerves in patients with anterior knee pain // *Knee*. 2020. Vol. 27, N 5. P. 1577–1584. doi: 10.1016/j.knee.2020.08.006
34. Burckett-St Laurant D., Peng P., Girón Arango L., et al. The Nerves of the Adductor Canal and the Innervation of the Knee: An Anatomic Study // *Reg Anesth Pain Med*. 2016. Vol. 41, N 3. P. 321–327. doi: 10.1097/AAP.0000000000000389.
35. Корячкин В.А., Заболотский Д.В., Грибанов Д.В., Антошкова Т.А. Блокада запирающего нерва // Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2020. Т. 14, № 3. С. 130–140. doi: 10.17816/RA57660
36. Runge C., Børglum J., Jensen J.M., et al. The Analgesic Effect of Obturator Nerve Block Added to a Femoral Triangle Block After Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial // *Reg Anesth Pain Med*. 2016. Vol. 41, N 4. P. 445–451. doi: 10.1097/AAP.0000000000000406
37. Hasegawa M., Singh D., Urits I., et al. Review on Nerve Blocks Utilized for Perioperative Total Knee Arthroplasty Analgesia // *Orthop Rev (Pavia)*. 2022;14(3):37405. doi: 10.52965/001c.37405
38. Winnie A.P., Ramamurthy S., Durrani Z. The inguinal paravascular technic of lumbar plexus anesthesia: the “3-in-1 block” // *Anesth Analg*. 1973. Vol. 52, N 6. P. 989–996. doi: 10.1213/0000539-197311000-00036
39. Memtsoudis S.G., Danninger T., Rasul R., et al. Inpatient falls after total knee arthroplasty: the role of anesthesia type and peripheral nerve blocks // *Anesthesiology*. 2014. Vol. 120, N 3. P. 551–563. doi: 10.1097/ALN.0000000000000120
40. Bauer M., Wang L., Onibonjo O.K., et al. Continuous femoral nerve blocks: decreasing local anesthetic concentration to minimize quadriceps femoris weakness // *Anesthesiology*. 2012. Vol. 116, N 3. P. 665–672. doi: 10.1097/ALN.0b013e3182475c35
41. Mariano E.R., Loland V.J., Sandhu N.S., et al. Ultrasound guidance versus electrical stimulation for femoral perineural catheter insertion // *J Ultrasound Med*. 2009. Vol. 28, N 11. P. 1453–1460. doi: 10.7863/jum.2009.28.11.1453
42. Lund J., Jenstrup M.T., Jaeger P., et al. Continuous adductor-canalblockade for adjuvant post-operative analgesia after major knee surgery: preliminary results // *Acta Anaesthesiol Scand*. 2011. Vol. 55, N 1. P. 14–19. doi: 10.1111/j.1399-6576.2010.02333.x
43. Machi A.T., Sztain J.F., Kormylo N.J., et al. Discharge readiness after tricompartment knee arthroplasty: adductor canal versus femoral continuous nerve blocks—a dual-center, randomized trial // *Anesthesiology*. 2015. Vol. 123, N 2. P. 444–456. doi: 10.1097/ALN.0000000000000741
44. Silva De Mello S., Soares Marques R., Alves de Assis J. ESR19-0245 Vastus medialis nerve block using neurostimulation associated to ipack and adductor canal block for postoperative analgesia in anterior cruciate ligament reconstruction: a pilot study // *Regional Anesthesia & Pain Medicine* 2019. Vol. 44. P. 225. doi: 10.1136/rapm-2019-ESRAABS2019.396
45. Chuan A., Lansdown A., Brick K.L., et al. Adductor canal versus femoral triangle anatomical locations for continuous catheter analgesia after total knee arthroplasty: a multicentre randomised controlled study // *Br J Anaesth*. 2019. Vol. 123, N 3. P. 360–367. doi: 10.1016/j.bja.2019.03.021
46. Gong W.Y., Li C.G., Zhang J.Y., et al. Motor-sparing peripatellar plexus block provides noninferior block duration and complete block area of the peripatellar region compared with femoral nerve block: a randomized, controlled, noninferiority study // *BMC Anesthesiol*. 2022. Vol. 22, N 1. P. 334. doi: 10.1186/s12871-022-01863-7
47. Guo J., Hou M., Shi G., et al. iPACK block (local anesthetic infiltration of the interspace between the popliteal artery and the posterior knee capsule) added to the adductor canal blocks versus the adductor canal blocks in the pain management after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis // *J Orthop Surg Res*. 2022. Vol. 17, N 1. P. 387. doi: 10.1186/s13018-022-03272-5
48. Hannon C.P., Fillingham Y.A., Spangehl M.J., et al. The Efficacy and Safety of Periarticular Injection in Total Joint Arthroplasty: A Direct Meta-Analysis // *J Arthroplasty*. 2022. Vol. 37, N 10. P. 1928–1938. doi: 10.1016/j.arth.2022.03.045
49. Андрианова Т.О., Ежовская А.А., Герасимов С.А., и др. Оптимальный метод послеоперационного обезболивания при эндопротезировании коленного сустава: двойное слепое рандомизированное исследование // *Анестезиология и реаниматология*. 2023. № 2. С. 34–43. doi: 10.17116/anaesthesiology202302134
50. Ilfeld B. Continuous peripheral nerve blocks: an update of the published evidence and comparison with novel, alternative analgesic modalities // *Anesth Analg*. 2017. Vol. 124, N 1. P. 308–335. doi: 10.1213/ANE.0000000000001581
51. Гомжина Е.А., Гераськов Е.В., Овсянкин А.В., Корячкин В.А. Эффективность ранней послеоперационной реабилитации у пациентов после первичного тотального эндопротезирования коленного сустава в зависимости от различных методик послеоперационной аналгезии // *РМЖ*. 2017. Т. 25, № 13. С. 953–956. EDN: ZIHBBH
52. Roy R., Agarwal G., Pradhan C., et al. Ultrasound guided 4 in 1 block – a newer, single injection technique for complete postoperative analgesia for knee and below knee surgeries // *Anaesth Pain & Intensive Care*. 2018. Vol. 22, N 1. P. 87–92
53. Roy R., Agarwal G., Pradhan C., Kuanar D. Total postoperative analgesia for total knee arthroplasty: Ultrasound guided single injection modified 4 in 1 block // *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2020. Vol. 36, N 2. P. 261–264. doi: 10.4103/joacp.JOACP_260_19
54. asra.com [Internet]. Dunworth S., Gadsden J. How I Do It: Genicular Nerve Blocks for Acute Pain May 1, 2022. Доступ по ссылке: <https://www.asra.com/news-publications/asra-newsletter/newsletter-item/asra-news/2022/05/01/how-i-do-it-genicular-nerve-blocks-for-acute-pain> Дата обращения: 12.05.2024
55. Walega D., McCormick Z., Manning D., Avram M. Radiofrequency ablation of genicular nerves prior to total knee replacement has no effect on postoperative pain outcomes: a prospective randomized sham-controlled trial with 6-month follow-up // *Reg Anesth Pain Med*. 2019. Vol. 44. P. 646–651. doi: 10.1136/rapm-2018-100094

56. Lyman J.R., Olscamp A.J., Lovell T.P., et al. Radiofrequency ablation prior to total knee arthroplasty does not improve post-surgical pain or recovery: a double-blinded, multi-center, randomized clinical trial // *Ann Jt.* 2023. Vol. 8. P. 5. doi: 10.21037/aoj-22-33
57. Stake S., Agarwal A.R., Coombs S., et al. Total Knee Arthroplasty After Genicular Nerve Radiofrequency Ablation: Reduction in Prolonged Opioid Use Without Increased Postsurgical Complications // *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev.* 2022. Vol. 6, N 8. P. e22.00125. doi: 10.5435/JAAOSGlobal-D-22-00125
58. Cheppalli N., Bhandarkar A.W., Sambandham S., Oloyede S.F. Safety and Efficacy of Genicular Nerve Radiofrequency Ablation for Management of Painful Total Knee Replacement: A Systematic Review // *Cureus.* 2021. Vol. 13, N 11. P. e19489. doi: 10.7759/cureus.19489
59. Choi E.J., Choi Y.M., Jang E.J., et al. Neural Ablation and Regeneration in Pain Practice // *Korean J Pain.* 2016. Vol. 29, N 1. P. 3–11. doi: 10.3344/kjp.2016.29.1.3
60. Pain Medicine Group [Internet]. What to expect after a radio frequency ablation procedure. Blog. Режим доступа: <https://www.painmedicinegroup.com/blog/what-to-expect-after-a-radio-frequency-ablation-procedure>. Дата обращения: 12.06.2024
61. Wu L., Li Y., Si H., et al. Radiofrequency Ablation in Cooled Monopolar or Conventional Bipolar Modality Yields More Beneficial Short-Term Clinical Outcomes Versus Other Treatments for Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Network Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials // *Arthroscopy.* 2022. Vol. 38, N 7. P. 2287–2302. doi: 10.1016/j.arthro.2022.01.048
62. Panagopoulos A., Tsiplakos P., Katsanos K., et al. Cooled radiofrequency ablation versus cryoneurolysis of the genicular nerves for the symptomatic pain management in knee osteoarthritis: a study protocol of a prospective, randomized, single-blinded clinical trial // *J Orthop Surg Res.* 2023. Vol. 18, N 1. P. 295. doi: 10.1186/s13018-023-03737-1
63. Llobet Rosell A., Neukomm L.J. Axon death signalling in Wallerian degeneration among species and in disease // *Open Biol.* 2019. Vol. 9, N 8. P. 190118. doi: 10.1098/rsob.190118
64. Roth Z.A., Sutton K., Wenende J., Pecka S. Preoperative Cryoneurolysis for Total Knee Arthroplasty: A Case Series // *Journal of perianesthesia nursing.* 2023. Vol. 38, N 1. P. 33–38. doi: 10.1016/j.jopan.2022.03.006
65. Dasa V. Cryoanalgesia in Knee Replacement Surgery // *Journal of Orthopaedic Experience & Innovation.* 2022. Vol. 3, Issue 2. doi: 10.60118/001c.55623
66. Wylde V., Beswick A., Bruce J., et al. Chronic pain after total knee arthroplasty // *EFORT Open Rev.* 2018. Vol. 3, N 8. P. 461–470. doi: 10.1302/2058-5241.3.180004
67. Zhou R., Jiang W., Miao Q., et al. Current Status and Global Trend of Rebound Pain After Regional Anesthesia: A Bibliometric Analysis // *Local Reg Anesth.* 2024. Vol. 17. P. 67–77. doi: 10.2147/LRA.S455347
68. Lavand'homme P. Rebound pain after regional anesthesia in the ambulatory patient // *Curr Opin Anaesthesiol.* 2018. Vol. 31, N 6. P. 679–684. doi: 10.1097/ACO.0000000000000651
69. Ferry J., Lewis O., Lloyd J., et al. Research priorities in regional anaesthesia: an international Delphi study // *BJA.* 2024. Vol. 132, N 5. P. 1041–1048. doi: 10.1016/j.bja.2024.01.033
70. Hade A.D., Okano S., Pelecanos A., Chin A. Factors associated with low levels of patient satisfaction following peripheral nerve block // *Anaesth Intensive Care.* 2021. Vol. 49, N 2. P. 125–132. doi: 10.1177/0310057X20972404
71. Singh N.P., Makkar J.K., Chawla J.K., et al. Prophylactic dexamethasone for rebound pain after peripheral nerve block in adult surgical patients: systematic review, meta-analysis, and trial sequential analysis of randomised controlled trials // *Br J Anaesth.* 2024. Vol. 132, N 5. P. 1112–1121. doi: 10.1016/j.bja.2023.09.022
72. Touil N., Pavlopoulou A., Delande S., Geradon P., Barbier O., Libouton X., et al. Effect of intravenous dexamethasone dose on the occurrence of rebound pain after axillary plexus block in ambulatory surgery // *J Clin Med.* 2023. Vol. 12, N 13. P. 4310. doi: 10.3390/jcm12134310
73. Bhatia P., Metta R. Rebound pain: Undesired, yet unexplored // *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology.* 2022. Vol. 38, N 4. P. 527–528. doi: 10.4103/joacp.joacp_435_22
74. Barry G.S., Bailey J.G., Sardinha J., et al. Rebound Pain After Peripheral Nerve Blocks: End of the Honeymoon Period // *BJA.* 2021. Vol. 126, N 4. P. 862–871. doi: 10.1016/j.bja.2020.10.035

REFERENCES

1. Balabanova RM, Dubinina TV. Five-year (2013–2017) trends in the incidence and prevalence of musculoskeletal system diseases among the adult population of Russia. *Modern Rheumatology Journal.* 2019;13(4):11–17. doi: 10.14412/1996-7012-2019-4-11-17
2. Chililov AM, Oskov Yul, Zelenova OV, Abramov SI. Analysis of epidemiological indicators of osteoarthritis according to the given forms of state statistical observation for the period 2017–2021 in the Russian Federation. *Current problems of health care and medical statistics.* 2023;2:123–141. doi: 10.24412/2312-2935-2023-2-123-142
3. Koriachkin VA, Zabolotski DV, Kuzmin VV, et al. Anaesthesia for hip fracture surgery in geriatric patients (Clinical guidelines). *Regional Anesthesia and Acute Pain Management.* 2017;11(2):133–142. doi: 10.17816/RA42873
4. Steinmetz J, Culbreth G, Vos T, et al. Global, regional, and national burden of osteoarthritis, 1990–2020 and projections to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Rheumatol.* 2023;5:e508–22. doi: 10.1016/S2665-9913(23)00163-7
5. Inacio MCS, Paxton EW, Graves SE, et al. Projected increase in total knee arthroplasty in the United States – an alternative projection model. *Osteoarthritis Cartilage.* 2017;25(11):1797–1803. doi: 10.1016/j.joca.2017.07.022
6. Kurtz S, Ong K, Lau E, et al. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(4):780–785. doi: 10.2106/JBJS.F.00222
7. Ackerman IN, Bohensky MA, Zomer E, et al. The projected burden of primary total knee and hip replacement for osteoarthritis in Australia to the year 2030. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019;20(1):90. doi: 10.1186/s12891-019-2411-9
8. Culliford D, Maskell J, Judge A, et al. Future projections of total hip and knee arthroplasty in the UK: results from the UK Clinical Practice Research Datalink. *Osteoarthritis Cartilage.* 2015;23(4):594–600. doi: 10.1016/j.joca.2014.12.022
9. Wilson R, Abbott JH. The projected burden of knee osteoarthritis in New Zealand: healthcare expenditure and total joint replacement provision. *N Z Med J.* 2019;132(1503):53–65.

10. Daugberg L, Jakobsen T, Nielsen PT, et al. A projection of primary knee replacement in Denmark from 2020 to 2050. *Acta Orthop*. 2021;92(4):448–451. doi: 10.1080/17453674.2021.1894787
11. Nemes S, Gordon M, Rogmark C, Rolfson O. Projections of total hip replacement in Sweden from 2013 to 2030. *Acta Orthop*. 2014;85(3):238–243. doi: 10.3109/17453674.2014.913224
12. Berninger MT, Friederichs J, Leidinger W, et al. Effect of local infiltration analgesia, peripheral nerve blocks, general and spinal anesthesia on early functional recovery and pain control in total knee arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):232. doi: 10.1186/s12891-018-2154-z
13. Ranawat CS. History of total knee replacement. *J South Orthop Assoc*. 2002;11(4):218–226.
14. asra.com [Internet]. Turner JD, Weller RS. How I Used to Do It: Anesthesia and Analgesia for Total Knee Arthroplasty: Four Decades of Evolution. [updated 06 Aug 19; cited 2024 Jun 12]. Available from: <https://www.asra.com/news-publications/asra-newsletter/newsletter-item/asra-news/2019/08/06/how-i-used-to-do-it-anesthesia-and-analgesia-for-total-knee-arthroplasty-four-decades-of-evolution>
15. Kettner SC, Willschke H, Marhofer P. Does regional anaesthesia really improve outcome? *Br J Anaesth*. 2011;107 Suppl 1:i90-5. doi: 10.1093/bja/aer340
16. Gadsden JC. The role of peripheral nerve stimulation in the era of ultrasound-guided regional anaesthesia. *Anaesthesia*. 2021;76(Suppl 1):65–73. doi: 10.1111/anae.15257
17. Soffin EM, Wu CL. Regional and Multimodal Analgesia to Reduce Opioid Use After Total Joint Arthroplasty: A Narrative Review. *HSS J*. 2019;15(1):57–65. doi: 10.1007/s11420-018-9652-2
18. Lapidus O, Baekkevold M, Rotzius P, et al. Preoperative administration of local infiltration anaesthesia decreases perioperative blood loss during total knee arthroplasty - a randomised controlled trial. *J Exp Orthop*. 2022;9(1):118. doi: 10.1186/s40634-022-00552-1
19. Wainwright TW, Gill M, McDonald DA, et al. Consensus statement for perioperative care in total hip replacement and total knee replacement surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations. *Acta Orthop*. 2020;91(3):363. doi: 10.1080/17453674.2020.1724674
20. Memtsoudis SG, Cozowicz C, Bekeris J, et al. Peripheral nerve block anesthesia/analgesia for patients undergoing primary hip and knee arthroplasty: recommendations from the International Consensus on Anesthesia-Related Outcomes after Surgery (ICAROS) group based on a systematic review and meta-analysis of current literature. *Reg Anesth Pain Med*. 2021;46(11):971–985. doi: 10.1136/rapm-2021-102750
21. Hutton M, Brull R, Macfarlane AJR. Regional anaesthesia and outcomes. *BJA Educ*. 2018;18(2):52–56. doi: 10.1016/j.bjae.2017.10.002
22. Macfarlane AJ, Prasad GA, Chan VW, Brull R. Does regional anesthesia improve outcome after total knee arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(9):2379–2402. doi: 10.1007/s11999-008-0666-9
23. Johnson RL, Kopp SL, Burkle CM, et al. Neuraxial vs general anaesthesia for total hip and total knee arthroplasty: a systematic review of comparative-effectiveness research. *Br J Anaesth*. 2016;116(2):163–176. doi: 10.1093/bja/aev455
24. Memtsoudis SG, Rasul R, Suzuki S, et al. Does the impact of the type of anesthesia on outcomes differ by patient age and comorbidity burden? *Reg Anesth Pain Med*. 2014;39(2):112–119. doi: 10.1097/AAP.0000000000000055
25. Neuman MD, Feng R, Carson JL, Gaskins LJ, Dillane D, Sessler DI, et al. Spinal Anesthesia or General Anesthesia for Hip Surgery in Older Adults. *N Engl J Med*. 2021;385:2025–2035. doi: 10.1056/NEJMoa2113514
26. Liu S, Chen J, Shi H, et al. Comparing perioperative outcomes between regional anesthesia and general anesthesia in patients undergoing hip fracture surgery: a systematic review and meta-analysis. *Can J Anaesth*. 2024;71(6):849–869. doi: 10.1007/s12630-024-02696-3
27. Vail EA, Feng R, Sieber F, et al. Long-term Outcomes with Spinal versus General Anesthesia for Hip Fracture Surgery: A Randomized Trial. *Anesthesiology*. 2024;140(3):375–386. doi: 10.1097/ALN.0000000000004807
28. Kopp SL, Børglum J, Buvanendran A, et al. Anesthesia and Analgesia Practice Pathway Options for Total Knee Arthroplasty: An Evidence-Based Review by the American and European Societies of Regional Anesthesia and Pain Medicine. *Reg Anesth Pain Med*. 2017;42(6):683–697. doi: 10.1097/AAP.0000000000000673
29. Capdevila X, Barthelet Y, Biboulet P, et al. Effects of perioperative analgesic technique on the surgical outcome and duration of rehabilitation after major knee surgery. *Anesthesiology*. 1999;91(1):8–15. doi: 10.1097/00000542-199907000-00006
30. Singelyn FJ, Deyaert M, Joris D, et al. Effects of intravenous patient-controlled analgesia with morphine, continuous epidural analgesia, and continuous three-in-one block on postoperative pain and knee rehabilitation after unilateral total knee arthroplasty. *Anesth Analg*. 1998;87(1):88–92. doi: 10.1097/00000539-199807000-00019
31. Owen AR, Amundson AW, Larson DR, et al. Spinal Versus General Anesthesia in Contemporary Revision Total Knee Arthroplasties. *J Arthroplasty*. 2023;38(6S):S271–S274.e1. doi: 10.1016/j.arth.2023.01.053
32. Wilson JM, Farley KX, Erens GA, Guild GN 3rd. General vs Spinal Anesthesia for Revision Total Knee Arthroplasty: Do Complication Rates Differ? *J Arthroplasty*. 2019;34(7):1417–1422. doi: 10.1016/j.arth.2019.03.048
33. Park MR, Kim D, Rhyu IJ, et al. An anatomical neurovascular study for procedures targeting peri-articular nerves in patients with anterior knee pain. *Knee*. 2020;27(5):1577–1584. doi: 10.1016/j.knee.2020.08.006
34. Burckett-St Laurant D, Peng P, Girón Arango L, et al. The Nerves of the Adductor Canal and the Innervation of the Knee: An Anatomic Study. *Reg Anesth Pain Med*. 2016;41(3):321–327. doi: 10.1097/AAP.0000000000000389
35. Koriachkin VA, Zabolotskii DV, Gribanov DV, Antoshkova TA. Obturator nerve block. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management*. 2021;14(3):130–140. doi: 10.17816/RA57660
36. Runge C, Børglum J, Jensen JM, et al. The Analgesic Effect of Obturator Nerve Block Added to a Femoral Triangle Block After Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial. *Reg Anesth Pain Med*. 2016;41(4):445–451. doi: 10.1097/AAP.0000000000000406
37. Hasegawa M, Singh D, Urits I, Pi M, et al. Review on Nerve Blocks Utilized for Perioperative Total Knee Arthroplasty Analgesia. *Orthop Rev (Pavia)*. 2022;14(3):37405. doi: 10.52965/001c.37405
38. Winnie AP, Ramamurthy S, Durrani Z. The inguinal paravascular technic of lumbar plexus anesthesia: the “3-in-1 block”. *Anesth Analg*. 1973;52(6):989–996. doi: 10.1213/00000539-197311000-00036
39. Memtsoudis SG, Danninger T, Rasul R, et al. Inpatient falls after total knee arthroplasty: the role of anesthesia type and

- peripheral nerve blocks. *Anesthesiology*. 2014;120(3):551–563. doi: 10.1097/ALN.000000000000120
40. Bauer M, Wang L, Onibonjo OK, et al. Continuous femoral nerve blocks: decreasing local anesthetic concentration to minimize quadriceps femoris weakness. *Anesthesiology*. 2012;116(3):665–672. doi: 10.1097/ALN.0b013e3182475c35
41. Mariano ER, Loland VJ, Sandhu NS, et al. Ultrasound guidance versus electrical stimulation for femoral perineural catheter insertion. *J Ultrasound Med*. 2009;28(11):1453–1460. doi: 10.7863/jum.2009.28.11.1453
42. Lund J, Jenstrup MT, Jaeger P, et al. Continuous adductor-canal block for adjuvant post-operative analgesia after major knee surgery: preliminary results. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2011;55(1):14–19. doi: 10.1111/j.1399-6576.2010.02333.x
43. Machi AT, Sztain JF, Kormylo NJ, et al. Discharge readiness after tricompartment knee arthroplasty: adductor canal versus femoral continuous nerve blocks—a dual-center, randomized trial. *Anesthesiology*. 2015;123(2):444–456. doi: 10.1097/ALN.0000000000000741
44. Silva De Mello S, Soares Marques R, Alves de Assis J. ESRA19-0245 Vastus medialis nerve block using neurostimulation associated to ipack and adductor canal block for postoperative analgesia in anterior cruciate ligament reconstruction: a pilot study. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*. 2019;44:A225. doi: 10.1136/rapm-2019-ESRAABS2019.396
45. Chuan A, Lansdown A, Brick KL, et al. Adductor canal versus femoral triangle anatomical locations for continuous catheter analgesia after total knee arthroplasty: a multicentre randomised controlled study. *Br J Anaesth*. 2019;123(3):360–367. doi: 10.1016/j.bja.2019.03.021
46. Gong WY, Li CG, Zhang JY, et al. Motor-sparing peripatellar plexus block provides noninferior block duration and complete block area of the peripatellar region compared with femoral nerve block: a randomized, controlled, noninferiority study. *BMC Anesthesiol*. 2022;22(1):334. doi: 10.1186/s12871-022-01863-7
47. Guo J, Hou M, Shi G, et al. iPACK block (local anesthetic infiltration of the interspace between the popliteal artery and the posterior knee capsule) added to the adductor canal blocks versus the adductor canal blocks in the pain management after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2022;17(1):387. doi: 10.1186/s13018-022-03272-5
48. Hannon CP, Fillingham YA, Spangehl MJ, et al. The Efficacy and Safety of Periarticular Injection in Total Joint Arthroplasty: A Direct Meta-Analysis. *J Arthroplasty*. 2022;37(10):1928–1938.e9. doi: 10.1016/j.arth.2022.03.045
49. Andrianova TO, Ezhevskaya AA, Gerasimov SA, et al. Optimal technique of postoperative analgesia in knee replacement surgery: a double-blind randomized study. *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology*. 2023;(2):34–43. doi: 10.17116/anaesthesiology202302134
50. Ilfeld B. Continuous peripheral nerve blocks: an update of the published evidence and comparison with novel, alternative analgesic modalities. *Anesth Analg*. 2017;124(1):308–335. doi: 10.1213/ANE.0000000000001581
51. Gomzhina E.A., Geraskov E.V., Ovsyankin A.V., Koryachkin V.A. Efficiency of early postoperative rehabilitation in primary total knee arthroplasty depending on methods of postoperative analgesia. *RMJ*. 2017;13:953–956. EDN: ZIHBH
52. Roy R, Agarwal G, Pradhan C, et al. Ultrasound guided 4 in 1 block – a newer, single injection technique for complete postoperative analgesia for knee and below knee surgeries. *Anaesth Pain & Intensive Care*. 2018;22(1):87–93.
53. Roy R, Agarwal G, Pradhan C, Kuanar D. Total postoperative analgesia for total knee arthroplasty: Ultrasound guided single injection modified 4 in 1 block. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2020;36(2):261–264. doi: 10.4103/joacp.JOACP_260_19
54. asra.com [Internet]. Dunworth S, Gadsden J. How I Do It: Genicular Nerve Blocks for Acute Pain May. [updated 01 May 22; cited 2024 May 12]. Available from: <https://www.asra.com/news-publications/asra-newsletter/newsletter-item/asra-news/2022/05/01/how-i-do-it-genicular-nerve-blocks-for-acute-pain>
55. Walega D, McCormick Z, Manning D, Avram M. Radiofrequency ablation of genicular nerves prior to total knee replacement has no effect on postoperative pain outcomes: a prospective randomized sham-controlled trial with 6-month follow-up. *Reg Anesth Pain Med*. 2019;44:646–651. doi: 10.1136/rapm-2018-100094
56. Lyman JR, Olscamp AJ, Lovell TP, et al. Radiofrequency ablation prior to total knee arthroplasty does not improve post-surgical pain or recovery: a double-blinded, multi-center, randomized clinical trial. *Ann Jt*. 2023;8:5. doi: 10.21037/aoj-22-33
57. Stake S, Agarwal AR, Coombs S, et al. Total Knee Arthroplasty After Genicular Nerve Radiofrequency Ablation: Reduction in Prolonged Opioid Use Without Increased Postsurgical Complications. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*. 2022;6(8):e22.00125. doi: 10.5435/JAAOSGlobal-D-22-00125
58. Cheppalli N, Bhandarkar AW, Sambandham S, Oloyede SF. Safety and Efficacy of Genicular Nerve Radiofrequency Ablation for Management of Painful Total Knee Replacement: A Systematic Review. *Cureus*. 2021;13(11):e19489. doi: 10.7759/cureus.19489
59. Choi EJ, Choi YM, Jang EJ, et al. Neural Ablation and Regeneration in Pain Practice. *Korean J Pain*. 2016;29(1):3–11. doi: 10.3344/kjp.2016.29.1.3
60. Pain Medicine Group [Internet]. What to expect after a radio frequency ablation procedure. [updated 16 Aug 18; cited 2024 Jun 12]. Pain Medicine Group Blog [about 4 screens]. Available from: <https://www.painmedicinegroup.com/blog/what-to-expect-after-a-radio-frequency-ablation-procedure>
61. Wu L, Li Y, Si H, et al. Radiofrequency Ablation in Cooled Monopolar or Conventional Bipolar Modality Yields More Beneficial Short-Term Clinical Outcomes Versus Other Treatments for Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Network Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Arthroscopy*. 2022;38(7):2287–2302. doi: 10.1016/j.arthro.2022.01.048
62. Panagopoulos A, Tsiplakos P, Katsanos K, et al. Cooled radiofrequency ablation versus cryoneurolysis of the genicular nerves for the symptomatic pain management in knee osteoarthritis: a study protocol of a prospective, randomized, single-blinded clinical trial. *J Orthop Surg Res*. 2023;18(1):295. doi: 10.1186/s13018-023-03737-1
63. Llobet Rosell A, Neukomm LJ. Axon death signalling in Wallerian degeneration among species and in disease. *Open Biol*. 2019;9(8):190118. doi: 10.1098/rsob.190118
64. Roth ZA, Sutton K, Wenende J, Pecka S. Preoperative Cryoneurolysis for Total Knee Arthroplasty: A Case Series. *J Perianesth Nurs*. 2023;38(1):33–38. doi: 10.1016/j.jopan.2022.03.006

65. Dasa V. Cryoanalgesia in Knee Replacement Surgery. *Journal of Orthopaedic Experience & Innovation*. 2022;3(Issue 2). doi: 10.60118/001c.55623
66. Wylde V, Beswick A, Bruce J, et al. Chronic pain after total knee arthroplasty. *EFORT Open Rev*. 2018;3(8):461–470. doi: 10.1302/2058-5241.3.180004
67. Zhou R, Jiang W, Miao Q, et al. Current Status and Global Trend of Rebound Pain After Regional Anesthesia: A Bibliometric Analysis. *Local Reg Anesth*. 2024;17:67–77. doi: 10.2147/LRA.S455347
68. Lavand'homme P. Rebound pain after regional anesthesia in the ambulatory patient. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2018;31(6):679–684. doi: 10.1097/ACO.0000000000000651
69. Ferry J, Lewis O, Lloyd J, et al. Research priorities in regional anaesthesia: an international Delphi study. *Br J Anaesth*. 2024;132(5):1041–1048. doi: 10.1016/j.bja.2024.01.033
70. Hade AD, Okano S, Pelecanos A, Chin A. Factors associated with low levels of patient satisfaction following peripheral nerve block. *Anaesth Intensive Care*. 2021;49(2):125–132. doi: 10.1177/0310057X20972404
71. Singh NP, Makkar JK, Chawla JK, et al. Prophylactic dexamethasone for rebound pain after peripheral nerve block in adult surgical patients: systematic review, meta-analysis, and trial sequential analysis of randomised controlled trials. *Br J Anaesth*. 2024;132(5):1112–1121. doi: 10.1016/j.bja.2023.09.022
72. Touil N, Pavlopoulou A, Delande S, Geradon P, Barbier O, Libouton X, et al. Effect of intravenous dexamethasone dose on the occurrence of rebound pain after axillary plexus block in ambulatory surgery. *J Clin Med*. 2023;12(13):4310. doi: 10.3390/jcm12134310
73. Bhatia P, Metta R. Rebound pain: Undesired, yet unexplored. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2022;38(4):527–528. doi: 10.4103/joacp.joacp_435_22
74. Barry GS, Bailey JG, Sardinha J, Brousseau P, Uppal V. Factors associated with rebound pain after peripheral nerve block for ambulatory surgery. *Br J Anaesth*. 2021;126(4):862–871. doi: 10.1016/j.bja.2020.10.035

ОБ АВТОРАХ

* **Серёгина Мария Александровна**, врач анестезиолог-реаниматолог;
адрес: Россия, 115516, Москва, ул. Бакинская д. 26;
ORCID: 0009-0001-3550-7667;
e-mail: seregina.maria@inbox.ru

Баликова Диана Исламовна, врач анестезиолог-реаниматолог;
ORCID: 0009-0007-7914-2122;
e-mail: balikova97@mail.ru

Шолин Иван Юрьевич, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0003-2770-2857;
eLibrary SPIN: 8730-4250;
e-mail: scholin.i@mail.ru

Суряхин Виктор Станиславович, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0001-9651-4759;
e-mail: surjakhin@mail.ru

Корячкин Виктор Анатольевич, д-р мед. наук, профессор кафедры;
ORCID: 0000-0002-3400-8989;
eLibrary SPIN: 6101-0578;
e-mail: vakoryachkin@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

AUTHORS INFO

* **Maria A. Seregina**, MD, anesthesiologist-resuscitator;
address: 26 Bakinskaya street, 115516 Moscow, Russia;
ORCID: 0009-0001-3550-7667;
e-mail: seregina.maria@inbox.ru

Diana I. Balikova, MD, anesthesiologist-resuscitator;
ORCID: 0009-0007-7914-2122;
e-mail: balikova97@mail.ru

Ivan Yu. Scholin, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0003-2770-2857;
eLibrary SPIN: 8730-4250;
e-mail: scholin.i@mail.ru

Victor S. Suryakhin, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0001-9651-4759;
e-mail: surjakhin@mail.ru

Victor A. Koriachkin, MD, Dr. Sci. (Medicine), department professor;
ORCID: 0000-0002-3400-8989;
eLibrary SPIN: 6101-0578;
e-mail: vakoryachkin@mail.ru