

DOI: <https://doi.org/10.17816/RA624428>

# Актуальные методы периоперационного обезболивания при артроскопической пластике крестообразных связок: обзор литературы

Д.В. Горелов<sup>1</sup>, А.В. Бабаянц<sup>1,2</sup>, А.М. Овечкин<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Городская клиническая больница им. С.С. Юдина, Москва, Россия;

<sup>2</sup> Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, Москва, Россия;

<sup>3</sup> Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

Артроскопические операции на коленном суставе активно выполняют в современной ортопедической практике. Их явными преимуществами являются малоинвазивность, меньший риск инфицирования и ранняя реабилитация. Несмотря на минимизированную операционную травму, послеоперационный период после некоторых артроскопических операций, включающих пластику крестообразных связок, протекает с достаточно выраженным болевым синдромом. Это обуславливает необходимость поиска новых адекватных, отвечающих всем современным тенденциям методов обезболивания пациентов. В обзоре представлены данные рандомизированных клинических исследований и метаанализов, посвящённых использованию различных вариантов анестезии при артроскопической пластике крестообразных связок, рассмотрены методы продлённой послеоперационной аналгезии. Недостаточное число исследований и отсутствие систематизированных рекомендаций требуют проведения проспективных исследований по этому вопросу.

**Ключевые слова:** артроскопия; артроскопическая пластика передней крестообразной связки; анестезия; блокада периферических нервов; спинальная анестезия; регионарная анестезия; местная анестезия; общая анестезия.

## Как цитировать:

Горелов Д.В., Бабаянц А.В., Овечкин А.М. Актуальные методы периоперационного обезболивания при артроскопической пластике крестообразных связок: обзор литературы // Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2024. Т. 18, № 1. С. 5–16. DOI: <https://doi.org/10.17816/RA624428>

DOI: <https://doi.org/10.17816/RA624428>

# Current methods of perioperative analgesia for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a literature review

Danil V. Gorelov<sup>1</sup>, Andrey V. Babayants<sup>1, 2</sup>, Alexei M. Ovechkin<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Yudin City Clinical Hospital, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology, Moscow, Russia;

<sup>3</sup> Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

## ABSTRACT

Arthroscopic knee joint surgery is becoming routine in modern orthopedics. Its advantages include minimal invasiveness, lower infection risk, and early rehabilitation. Despite the minimized surgical trauma, the postoperative period after some arthroscopic operations involving cruciate ligament surgery occurs with relatively severe pain syndrome. This warrants the search for novel pain relief methods for patients that meet all modern trends. This review presents data from randomized clinical studies and meta-analyses on the use of various anesthetics in arthroscopic cruciate ligament repair and discusses methods of prolonged postoperative analgesia. The limited number of studies on this issue and lack of systematic recommendations require prospective studies.

**Keywords:** arthroscopy; anterior cruciate ligament reconstruction; anesthesia; peripheral nerve block; spinal anesthesia; regional anesthesia; local anesthesia; general anesthesia.

## To cite this article:

Gorelov DV, Babayants AV, Ovechkin AM. Current methods of perioperative analgesia for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a literature review. *Regional anesthesia and acute pain management*. 2024;18(1):5–16. DOI: <https://doi.org/10.17816/RA624428>

Received: 11.12.2023

Accepted: 31.01.2024

Published Online: 13.02.2024

## ОБОСНОВАНИЕ

Артроскопическая хирургия является одной из наиболее распространённых ортопедических методик при патологии внутренней части коленного сустава, в первую очередь — за счёт низкого риска развития осложнений и возможности проведения ранней реабилитации. Ежегодно в мире проводят более 1 млн артроскопических операций на коленном суставе [1]. По данным Salzler и соавт. [2], частота осложнений при таком виде вмешательства составляет 4,7% при более чем 90 тыс. артроскопических операций на колене, из которых наиболее высокий % осложнений зафиксирован при операциях на задней (20%) и передней крестообразной связке (9%). При других артроскопических операциях частота осложнений варьирует от 2,8 до 7,6%, а из общего пула осложнений наиболее распространёнными являются хирургические (0,77%) и инфекционные (0,84%), в то время как анестезиологические встречаются наиболее редко (0,22%) [2]. По данным европейских коллег, частота осложнений в авторских исследованиях варьирует от 1 до 5% [3, 4]. Из приведённых данных становится понятно, что артроскопические вмешательства на крестообразных связках являются самыми тяжёлыми технически и более сложно протекающими в послеоперационном периоде.

Вопрос в отношении анестезиологического обеспечения артроскопических операций остаётся открытым. Анестезиологи выбирают предпочтительную тактику, исходя из состояния пациента и конкретного вида оперативного вмешательства, причём тактика разнообразна: от общей и нейроаксиальной до проводниковой и даже местной анестезии [5, 6]. Прежде всего выбор метода зависит от тактики лечения — в последние десятилетия наблюдаются отчётливые тенденции к смещению спектра артроскопических операций из ранга стационарных в ранг амбулаторных, соответственно, анестезия должна быть такой, чтобы пациент в этот же день мог быть выписан из больницы без рисков для его здоровья [7].

Что касается послеоперационного обезбоживания, очевиден тот факт, что блокада периферических нервов в дополнение к стандартной методике мультимодальной анальгезии способствует снижению потребления опиоидов и связанных с ними осложнений, а также уменьшает число осложнений после операции в целом. К сожалению, такая практика не принята повсеместно не только из-за необходимости в дополнительном обучении анестезиологов технике периферических блокад нервов, но и в связи с возрастающими техническими и материальными требованиями к медицинским учреждениям.

**Цель работы** — осуществить поиск актуальных методов периоперационного обезбоживания пациентов при артроскопических операциях на крестообразных связках.

## МЕТОДОЛОГИЯ ПОИСКА ИСТОЧНИКОВ

Нами осуществлён поиск публикаций в базах данных и электронных библиотеках PubMed (MEDLINE), Google Scholar, eLibrary, Центральной научной медицинской библиотеке Российской Федерации по следующим ключевым словам на русском и английском языке: «артроскопия», «артроскопическая операция на коленном суставе», «артроскопическая пластика крестообразных связок», «анестезия в артроскопии», «проводниковая анестезия», «блокада периферических нервов». Обнаружено 305 литературных источников, из которых настоящий обзор составили: метаанализы ( $n=9$ ), систематические обзоры ( $n=11$ ) и рандомизированные контролируемые исследования ( $n=37$ ). Исключены описания клинических случаев, работы в детской анестезиологии, исследования с малой (<15 пациентов) выборкой, тезисы.

## ОБСУЖДЕНИЕ

### Иннервация зоны коленного сустава

Афферентная иннервация коленного сустава осуществляется за счёт суставных ветвей 2 групп нервов. К передней группе относятся ветви бедренного, подкожного и общего малоберцового нерва. Капсула и связки переднемедиальной и переднелатеральной области колена иннервируются суставными ветвями нервов, отходящих от мышечных ветвей, в частности нервов, иннервирующих медиальную и латеральную широкую мышцу бедра соответственно. Переднемедиальный отдел капсулы также иннервирует поднадколенниковая ветвь подкожного нерва, а переднелатеральный отдел — латеральный суставной и возвратный малоберцовый нерв, отходящие от общего малоберцового нерва. К задней группе нервов относятся ветви большеберцового (дорсальный суставной нерв) и запирательного нерва, иннервирующие задние отделы капсулы сустава, включая проприоцептивную иннервацию мягкотканых элементов [8, 9].

### Виды анестезии при артроскопической пластике крестообразной связки

С учётом современных требований, предъявляемых к ранней реабилитации пациентов (сохранный мышечный тонус конечностей, ранняя активизация, адекватная анальгезия для выполнения дозированной нагрузки), активно используется общая (ОА), нейроаксиальная, проводниковая и даже местная анестезии. Остановимся подробнее на каждом из её видов.

ОА по мере её совершенствования и минимизации нежелательных эффектов используемых препаратов повсеместно применяют при артроскопических операциях. Такую безопасность, управляемость, комфорт работы хирурга, раннюю активизацию и возможность ранней выписки пациента не может обеспечить ни один другой вид

анестезии. Ещё в 1997 году Dahl и соавт. [10] на 91 пациенте продемонстрировали, что ОА в артроскопии не только сокращает время от начала анестезии до начала операции, но и в целом приводит к сокращению времени пребывания пациента в операционной. Несомненным преимуществом является психологический комфорт пациента, что не может не сказываться на результатах лечения. Wesam и соавт. [6] в 2022 году в своём проспективном исследовании, включившем 121 пациента, подтвердили мнение о том, что ОА с использованием препаратов короткого действия демонстрирует большую удовлетворённость пациентов, а также обеспечивает более быструю их выписку из клиники. Несмотря на вышесказанное, интраоперационное использование только опиоидов для анальгезии и возможность послеоперационного обезболивания стандартным протоколом мультимодальной анальгезии (включающим нестероидные противовоспалительные препараты, парацетамол, а также опиоиды по требованию) не покрывает всех потребностей пациентов в обезболивании, в частности при особо травматичных операциях, таких как артроскопическая пластика крестообразной связки (АПКС). Это приводит к увеличению потребности в опиоидах в послеоперационном периоде и удлинению сроков госпитализации, возникновению нежелательных реакций (тошнота, рвота, запоры, задержка мочеиспускания, зуд, угнетение сознания и т.д.), а также задерживает функциональное восстановление и снижает удовлетворённость пациентов качеством лечения, что отмечено в работе Prabhakar и соавт. [11].

Нейроаксиальная анестезия представлена 2 видами: спинальной (СА) и эпидуральной (ЭА). ЭА ранее широко использовали в артроскопической практике, поскольку она соответствует всем требованиям к анестезии при артроскопических операциях на коленном суставе и обеспечивает длительное послеоперационное обезболивание. Это продемонстрировано в работе Parnass и соавт. от 1993 года [12], где 260 пациентов перенесли артроскопическую хирургию коленного сустава, из которых 79 пациентов — с ЭА, а 181 пациент — в условиях ОА. Авторами отмечено, что частота возникновения боли в группе ЭА была ниже, чем в группе ОА: 24,1 против 49,7%. Динамика в отношении послеоперационной тошноты и рвоты оказалась аналогичной: 8,9 против 32% соответственно. Несмотря на минимальное число серьёзных осложнений ЭА, что продемонстрировано в работе Kang и соавт. [13] (из 5083 случаев применения ЭА осложнения зафиксированы у 69 пациентов — 1,36%), применение этого метода обезболивания в современной практике ограничено вероятными осложнениями [14, 15], возможностью применения более безопасных методик блокад периферических нервов, а также увеличением числа пациентов, принимающих антиагрегантные и антикоагулянтные препараты (в том числе и у относительно молодых пациентов). Установка же катетера в эпидуральное пространство может удлинять длительность госпитализации, вносит

особенности в периоперационную тромбопрофилактику у пациентов (у тех, кому это необходимо) и приводит к дополнительным рискам, включая инфекционные.

Использование СА в отечественной анестезиологии при операциях на нижних конечностях стало неким «золотым стандартом». Техническая простота, дешевизна метода, универсальность, быстрый эффект — именно эти качества определяют преимущественный выбор СА [16]. Предложены различные варианты проведения СА, к примеру, такие, как в работе Nair и соавт. [17]. В своём обзоре на основании анализа данных 15 рандомизированных клинических исследований (1248 пациентов) авторы установили, что унилатеральная СА с использованием низких доз гипербарического раствора бупивакаина приводит к наиболее ранней выписке пациентов по сравнению с более высокими дозами или же с двусторонней блокадой. Некоторые авторы предлагают адъюванты в дополнение к СА: так, Demirgacan и соавт. [18] предложили дополнять её морфином, а Merivirta и соавт. [19] — клонидином, с хорошими результатами. Постпункционная головная боль, транзиторный неврологический синдром [20], моторный блок, выраженная послеоперационная боль при реверсии блока омрачают опыт применения СА как в амбулаторной, так и в стационарной практике, что снижает удовлетворённость пациентов качеством анестезии. Andrés-Cano и соавт. [21] изучили осложнения, возникшие в раннем послеоперационном периоде у 342 пациентов, перенёсших АПКС в условиях СА. Авторы продемонстрировали, что боль, не купируемая анальгетиками, стала самым распространённым осложнением, встречающимся в 6,7% случаев всех осложнений. Как и при ЭА, вопрос антиагрегантной и антикоагулянтной терапии, возможных инфекционных осложнений актуален и при СА.

С развитием и всё большей доступностью в операционной высокотехнологичных устройств, включающих нейростимуляторы и аппараты для ультразвуковой визуализации, особый интерес представляет проводниковая анестезия. Наличие аппаратуры позволяет упростить методику поиска искомых нервных структур, уменьшает число осложнений при блокадах, упрощает обучение специалистов новым методикам периферических блокад. Качественно выполненная блокада исключает потребность в опиоидах и других обезболивающих препаратах на время раннего послеоперационного периода. К примеру, селективная блокада бедренного и седалищного нерва у 402 пациентов в работе Zhang и соавт. [22] обеспечила отличные условия для работы хирурга, а также более раннее самостоятельное мочеиспускание и лучшее послеоперационное обезболивание, на основании чего авторы предложили эту комбинацию блоков как альтернативу унилатеральной СА. Аналогичные данные получены и в работе Montes и соавт. [23]. Вместе с тем, как мы говорили изначально, современные требования ортопедии включают в себя максимально

раннюю активизацию оперированных пациентов, что невозможно выполнить в условиях 8–12-часового блока. Использование таких блокад периферических нервов, сохраняющих моторную функцию нижней конечности, как блокада приводящего канала, блокада геникулярных нервов, ветвей большеберцового и малоберцового нерва и другие, не создаёт оптимальных условий для работы хирурга, а сложная иннервация коленного сустава и вариабельность анатомического отхождения нервов определяют высокую долю неудачных периферических блокад, о чём говорится в метаанализах Vorobeichik и соавт. [24] и Sehmbi и соавт. [25].

Роль местной инфильтрационной анестезии (МИА) при артроскопических операциях на коленном суставе достаточно хорошо изучена. При малотравматичных артроскопических операциях выполнение МИА оперирующим хирургом снижает стоимость операции, ускоряет проведение вмешательства, не уступая по характеристикам другим видам анестезии, для которых необходим анестезиолог. Yasir и соавт. [26] провели ретроспективный анализ 433 артроскопий коленного сустава с использованием МИА и внутрисуставной анестезии на предмет оценки периоперационного уровня боли и получили средний результат по визуальной аналоговой шкале во время установки портов в 1,8 балла, а во время проведения процедуры — в 0,9 балла при отсутствии осложнений, связанных с МИА. Использование местной анестезии благоприятствует выполнению малотравматичных артроскопических вмешательств амбулаторно. В свою очередь, пластика крестообразных связок является более сложной и травматичной операцией, для которой характерны как дополнительные внесуставные доступы, так и вмешательство на костных элементах, поэтому ограничение анестезии только локальной инфильтрацией местного анестетика не покрывает всех потребностей пациента в интраоперационном обезболивании. Доказанная токсичность местных анестетиков в отношении хондроцитов исключает их внутрисуставное применение в артроскопической практике. В исследовании Noyes и соавт. [27] продемонстрировано развитие хондролита после внутрисуставной помповой инфузии бупивакаина (как 0,5%, так и 0,25% раствора) с развитием обширного хондролита коленного сустава.

Как становится видно, подход к использованию того или иного вида анестезии при артроскопических операциях на коленном суставе, в частности при пластике крестообразных связок, остаётся несистемным. В силу своих личных убеждений и возможностей, анестезиологи отдают предпочтение тому или иному виду анестезии, основываясь на конкретной клинической ситуации. Возможно, это связано и с многообразием данных литературы по каждому конкретному виду анестезии, часто нуждающихся в дальнейшем изучении [24, 28–30], а также с отсутствием конкретных клинических рекомендаций в артроскопической хирургии [31].

## Возможности послеоперационного обезбоживания

В настоящее время общепринятым методом рутинного послеоперационного обезбоживания является мультимодальная аналгезия, включающая в себя препараты групп ингибиторов циклооксигеназы, опиоидные анальгетики, и пр. [32]. В проведённом Wunsch и соавт. исследовании [33] продемонстрировано, что 79–82% пациентов, перенёсших различные артроскопические операции на коленном суставе, получали опиоиды после операции. Это прежде всего демонстрирует высокую травматичность операции АПКС, а также недостаточный анальгетический эффект других препаратов, используемых для обезбоживания. Решением проблемы стало использование методик регионарной аналгезии.

Блокада периферических нервов, в частности блокада бедренного нерва (ББН), длительное время считалась основным видом послеоперационного обезбоживания при АПКС [24]. Это неудивительно, ведь исследователями, включая Tetzlaff и соавт. [34], было отмечено, что при крупных операциях на коленном суставе в первую очередь затрагиваются дерматомы бедренного нерва. Современные данные относительно эффективности ББН при АПКС противоречивы [35, 36]. К примеру, изучение кумулятивного потребления опиоидов в первые 24 ч после операции у пациентов с добавлением ББН для послеоперационной аналгезии в исследованиях Guirro и соавт. [37], Frost и соавт. [38] и Matava и соавт. [39] (в последних 2 исследованиях сравнивали применение ББН и МИА) не выявило существенных различий по сравнению с контрольной группой. Напротив, в работах Peng и соавт. [40] и Williams и соавт. [41] сообщено о статистически значимом снижении потребления опиоидов при добавлении ББН. При изучении интервала в 24–48 ч после операции теми же авторами (Williams и Frost) не получено достоверной разницы в потреблении опиоидов по сравнению с контролем [38, 41]. Что же касается оценки выраженности боли самим пациентом, то Guirro и соавт. [37], Matava и соавт. [39] и Peng и соавт. [40] сообщают об отсутствии значимого клинического эффекта от ББН при оценке боли по визуальной аналоговой шкале с небольшой оговоркой от Peng [40] в плане снижения интенсивности болевого синдрома в покое в течение 1 ч после операции: 5,6 баллов в контрольной группе против 4,0 в группе ББН. Упоминается и об эффекте рикошетного усиления боли, когда болевой синдром после окончания действия ББН становится сильнее, чем без неё [42]. Напротив, Wulf и соавт. [43] утверждают о более высоком качестве послеоперационного обезбоживания при сравнении с плацебо, однако отмечают стойкую моторную блокаду в течение 4 ч после выполнения операции вне зависимости от дозы используемого местного анестетика, включая 0,2% ропивакаин. Возможное добавление блокады седалищного нерва к ББН покрывает всю необходимую



зону иннервации и снизит потребление опиоидов, однако не решит вопроса ранней активизации пациентов и рикшетной боли [44].

Таким образом, обзор приведённых исследований не позволяет установить существенных преимуществ использования ББН при АПКС [24]. Эффект добавления ББН варьирует от отсутствия повышения качества обезболивания [37] до умеренных преимуществ в снижении потребления опиоидов [40, 41]. Совместное применение ББН и МИА, очевидно, не даёт дополнительного обезболивающего эффекта, хотя методики эффективны по отдельности [38, 39]. Эти выводы соответствуют результатам других исследований, но уже при эндопротезировании коленного сустава [45]. Отдельные опасения вызывают возможная слабость четырёхглавой мышцы бедра [46, 47], которая может выходить за пределы раннего послеоперационного периода, а также вероятный неврологический дефицит, встречающийся в 1,94% случаев [48].

Гетерогенность полученных результатов можно объяснить использованием разных донорских участков для забора сухожилий (в зависимости от предпочтений хирурга и клинической ситуации), а также сложной иннервацией коленного сустава, включающего в себя множество суставных и кожных сенсорных нервов, расположенных в капсуле и вышележащих тканях. Острая боль обычно связана с зоной разреза, бедренно-большеберцовым каналом и местом установки трансплантата, что частично перекрывается зоной иннервации бедренного нерва, но, к примеру, при трансплантации подколенного сухожилия этого будет недостаточно [49, 50].

На этом фоне в качестве метода выбора может рассматриваться уже упомянутая МИА, подразумевающая под собой направленную хирургами инфильтрацию подкожной жировой клетчатки, периартикулярных тканей, донорской зоны трансплантата, распространяющуюся на конечные суставные ветви седалищного, бедренного и запирательного нерва [51, 52]. В отличие от эндопротезирования коленного сустава, где чётко определены места инъекции и вводимый препарат для МИА [53], для артроскопических операций на колене зона инфильтрации не стандартизирована, поскольку методика является относительно новой. Несмотря на это, в систематическом обзоре Yung и соавт. [54], включающем анализ данных 11 рандомизированных клинических исследований, продемонстрированы хорошие клинические результаты использования МИА: снижение совокупного потребления анальгетиков, потребности в дополнительном обезболивании и лучший контроль послеоперационной боли в течение 24 ч. Однако в большинстве исследований, вошедших в метаанализ Yung и соавт., исследователи осуществляли и внутрисуставную инъекцию местного анестетика, без отслеживания отдалённых функциональных исходов, что в современных реалиях ортопедии

и возможной хондротоксичности ставит под сомнение подобную практику [27]. Использование МИА без внутрисуставного введения анестетика продемонстрировано в рекомендациях Abdallah и соавт. [55], где коллеги интраоперационно дополняли ОА МИА, а в послеоперационном периоде — мультимодальной безопиоидной анальгезией (сильная рекомендация, умеренный уровень доказательности, Канадское общество амбулаторной анестезии).

Возможность локального введения анестетика не зависит от типа используемого трансплантата, что позволяет оказывать более селективный обезболивающий эффект в зависимости от клинической ситуации. Несомненным преимуществом является и тот факт, что МИА не связана со слабостью четырёхглавой мышцы бедра. Можно констатировать, что эта методика — отличный вариант для послеоперационного обезболивания, сводящий к минимуму потенциальные осложнения применения анестетика. Важным нюансом является необходимость в разрешении вопроса стандартизации инфильтрационных точек местного анестетика для исключения некачественного выполнения инфильтрации.

Блокада приводящего канала (БПК) — это преимущественно сенсорная блокада, направленная на дистальные ветви бедренного нерва (в частности на подкожный нерв). В зависимости от зоны выполнения можно добиться разного эффекта: чем выше будет произведена блокада, тем с более высокой вероятностью будет заблокирован нерв, иннервирующий медиальную широкую мышцу бедра, что не только заблокирует конечные суставные ветви этого нерва, но и вызовет моторный блок четырёхглавой мышцы. При выполнении блокады в нижней трети бедра блокируется только подкожный нерв, чем эффект отличается от блокады бедренного нерва [28, 56].

Сообщается об успешном применении этого вида блока после АПКС с наличием анальгезии, аналогичной таковой при ББН, но без мышечной слабости [57]. Другие данные об анальгетическом компоненте приводят El Ahl и соавт. [28], сравнивающие ББН и БПК у 128 больных при АПКС. Авторы утверждают, что у пациентов в группе БПК имели место значительно более высокая интенсивность болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале (через 18 ч и 24 ч) и более высокое потребление опиоидов в послеоперационном периоде. Аналогичные данные по мышечной слабости в нижней конечности получены в исследовании Chisholm и соавт. [57].

Ранее упоминавшееся Канадское общество амбулаторной анестезии резюмировало, что эффект БПК может быть использован у амбулаторных пациентов после АПКС в комбинации с мультимодальной анальгезией в связи с меньшей слабостью мышц, но при этом отмечает, что уровень доказательности рекомендации является слабым [55]. Обоснование подхода, как мы упоминали выше, связано со сложной иннервацией коленного

сустава. Stebler и соавт. [58] пошли дальше, сравнив применение БПК и МИА у 52 пациентов после АПКС, и не нашли различий в послеоперационном потреблении опиоидов, интенсивности болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале в покое и движении, слабости мышц нижней конечности и влиянии методик на ранние и поздние функциональные исходы. Совместное же применение обоих методов с положительным эффектом на интра- и послеоперационное потребление опиоидов описано у Xie и соавт. [59] с небольшими ограничениями по объективизации контроля эффекта БПК и ограниченной выборкой.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Соблюдение стратегии ERAS (Enhanced Recovery After Surgery — ускоренное восстановление после операции), включающей адекватное и качественное послеоперационное обезболивание, является ключом к успеху в лечении амбулаторных и стационарных пациентов с патологией крестообразных связок. Исходя из полученных данных, «золотого стандарта» или же чётких рекомендаций по периоперационному ведению пациентов с АПКС на сегодняшний день не существует. Полученные сведения позволяют понять, что протокола мультимодальной системной анальгезии недостаточно для покрытия всех потребностей пациентов в послеоперационном обезболивании. Учитывая актуальную информацию по этому вопросу, наиболее адекватным интраоперационным методом анестезии / анальгезии при АПКС представляется использование сочетанной ОА с целью наиболее ранней активизации пациентов. Обязательным условием должно быть дополнение её методиками блокад периферических нервов для лучшего

интра- и послеоперационного обезбоживания. Важно, чтобы выбранный метод блокады периферических нервов соответствовал конкретному типу выполняемой операции и характеру используемого трансплантата. Нам кажется целесообразным оставить методику комбинированной блокады бедренного и седалищного нерва на исключительные клинические случаи невозможности выполнения ОА. Несмотря на разнообразие противоречивых данных, мы разделяем идею о логичности использования блокад периферических нервов, выполненных как можно более дистально. Перспективным способом послеоперационного обезбоживания, на наш взгляд, является комбинация методов БПК и МИА, однако неоднозначные сведения и ограниченность сведений по этому вопросу трактуют необходимость в проведении дальнейших исследований.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Не указан.

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

**Вклад авторов.** Д.В. Горелов, А.В. Бабаянц, А.М. Овечкин — обзор литературы, сбор и анализ источников литературы, подготовка и написание текста статьи.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** Not specified.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Author's contribution.** D.V. Gorelov, A.V. Babayants, A.M. Ovechkin — literature review, collection and analysis of literary sources, preparation and writing of the text of the article.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kim S., Bosque J., Meehan J.P., et al. Increase in outpatient knee arthroscopy in the United States: a comparison of National Surveys of Ambulatory Surgery, 1996 and 2006 // *J Bone Joint Surg Am*. 2011. Vol. 93, N 11. P. 994–1000. doi: 10.2106/JBJS.I.01618
2. Salzler M.J., Lin A., Miller C.D., et al. Complications after arthroscopic knee surgery // *Am J Sports Med*. 2014. Vol. 42, N 2. P. 292–296. doi: 10.1177/0363546513510677
3. Reigstad O., Grimsgaard C. Complications in knee arthroscopy // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006. Vol. 14, N 5. P. 473–477. doi: 10.1007/s00167-005-0694-x
4. Hagino T., Ochiai S., Watanabe Y., et al. Complications after arthroscopic knee surgery // *Arch Orthop Trauma Surg*. 2014. Vol. 134, N 11. P. 1561–1564. doi: 10.1007/s00402-014-2054-0
5. Casati A., Cappelleri G., Aldegheri G., et al. Total intravenous anesthesia, spinal anesthesia or combined sciatic-femoral nerve block for outpatient knee arthroscopy // *Minerva Anesthesiol*. 2004. Vol. 70, N 6. P. 493–502.
6. Wesam K., Jraisat I., Harahsheh H., et al. Spinal, Epidural, and General Anesthesia for Knee Joint Arthroscopy: Diversity, Equity, and Inclusion — Comparison Study // *Anesth Essays Res*. 2022. Vol. 16, N 2. P. 181–186. doi: 10.4103/aer.aer\_93\_22
7. Leathers M.P., Merz A., Wong J., et al. Trends and demographics in anterior cruciate ligament reconstruction in the United States // *J Knee Surg*. 2015. Vol. 28, N 5. P. 390–394. doi: 10.1055/s-0035-1544193
8. Гилев М.В., Гвоздевич В.Д., Волокитина Е.А., и др. Анатомия коленного сустава: уч. пос. Екатеринбург: УГМУ, 2016.
9. Horner G., Dellon A.L. Innervation of the Human Knee Joint and Implications for Surgery // *Clin Orthop Relat Res*. 1994. N 301. P. 221–226. doi: 10.1097/00003086-199404000-00034
10. Dahl V., Gierløff C., Omland E., Raeder J.C. Spinal, epidural or propofol anaesthesia for out-patient knee arthroscopy? // *Acta Anaesthesiol Scand*. 1997. Vol. 41, N 10. P. 1341–1345. doi: 10.1111/j.1399-6576.1997.tb04655.x
11. Prabhakar A., Mancuso K.F., Owen C.P., et al. Perioperative analgesia outcomes and strategies // *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2014. Vol. 28, N 2. P. 105–115. doi: 10.1016/j.bpa.2014.04.005

12. Parnass S.M., McCarthy R.J., Bach B.R. Jr., et al. Beneficial impact of epidural anesthesia on recovery after outpatient arthroscopy // *Arthroscopy*. 1993. Vol. 9, N 1. P. 91–95. doi: 10.1016/s0749-8063(05)80351-2
13. Kang X.H., Bao F.P., Xiong X.X., et al. Major complications of epidural anesthesia: a prospective study of 5083 cases at a single hospital // *Acta Anaesthesiol Scand*. 2014. Vol. 58, N 7. P. 858–866. doi: 10.1111/aas.12360
14. Овечкин А.М., Политов М.Е., Морозов Д.В. Неврологические осложнения регионарной анестезии // *Регионарная анестезия и лечение острой боли*. 2018. Т. 12, № 1. С. 6–14. doi: 10.18821/1993-6508-2018-12-1-6-14
15. Neal J.M., Deck J.J., Kopacz D.J., Lewis M.A. Hospital discharge after ambulatory knee arthroscopy: A comparison of epidural 2-chloroprocaine versus lidocaine // *Reg Anesth Pain Med*. 2001. Vol. 26, N 1. P. 35–40. doi: 10.1053/rapm.2001.9852
16. Casati A., Fanelli G., Danelli G., et al. Spinal anesthesia with lidocaine or preservative-free 2-chloroprocaine for outpatient knee arthroscopy: a prospective, randomized, double-blind comparison // *Anesth Analg*. 2007. Vol. 104, N 4. P. 959–964. doi: 10.1213/01.ane.0000258766.73612.d8
17. Nair G.S., Abrishami A., Lermite J., Chung F. Systematic review of spinal anaesthesia using bupivacaine for ambulatory knee arthroscopy // *Br J Anaesth*. 2009. Vol. 102, N 3. P. 307–315. doi: 10.1093/bja/aen389
18. Demiraran Y., Yucel I., Akcali G.E., et al. Adding intrathecal morphine to unilateral spinal anesthesia results in better pain relief following knee arthroscopy // *J Anesth*. 2008. Vol. 22, N 4. P. 367–372. doi: 10.1007/s00540-008-0648-9
19. Merivirta R., Kuusniemi K., Jaakkola P., et al. Unilateral spinal anaesthesia for outpatient surgery: a comparison between hyperbaric bupivacaine and bupivacaine-clonidine combination // *Acta Anaesthesiol Scand*. 2009. Vol. 53, N 6. P. 788–793. doi: 10.1111/j.1399-6576.2009.01955.x
20. Freedman J.M., Li D.K., Drasner K., et al. Transient neurologic symptoms after spinal anesthesia: an epidemiologic study of 1,863 patients // *Anesthesiology*. 1998. Vol. 89, N 3. P. 633–641. doi: 10.1097/00000542-199809000-00012. Erratum in: *Anesthesiology*. 1998. Vol. 89, N 6. P. 1614.
21. Andrés-Cano P., Godino M., Vides M., Guerado E. Postoperative complications of anterior cruciate ligament reconstruction after ambulatory surgery // *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2015. Vol. 59, N 3. P. 157–164. doi: 10.1016/j.recot.2014.09.001
22. Zhang L., Tong Y., Li M., et al. Sciatic-femoral nerve block versus unilateral spinal anesthesia for outpatient knee arthroscopy: a meta-analysis // *Minerva Anesthesiol*. 2015. Vol. 81, N 12. P. 1359–1368.
23. Montes F.R., Zarate E., Grueso R., et al. Comparison of spinal anesthesia with combined sciatic-femoral nerve block for outpatient knee arthroscopy // *J Clin Anesth*. 2008. Vol. 20, N 6. P. 415–420. doi: 10.1016/j.jclinane.2008.04.003
24. Vorobeichik L., Brull R., Joshi G., Abdallah F.W. Evidence Basis for Regional Anesthesia in Ambulatory Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Part I — Femoral Nerve Block // *Anesth Analg*. 2019. Vol. 128, N 1. P. 58–65. doi: 10.1213/ANE.0000000000002854
25. Sehmbi H., Brull R., Shah U.J., et al. Evidence Basis for Regional Anesthesia in Ambulatory Arthroscopic Knee Surgery and Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Part II: Adductor Canal Nerve Block—A Systematic Review and Meta-analysis // *Anesth Analg*. 2019. Vol. 128, N 2. P. 223–238. doi: 10.1213/ANE.00000000000025707
26. Shaukat Y., Malik E., El-Khateeb H., Koeweiden E. The role of local anaesthesia in knee arthroscopy // *J Orthop*. 2013. Vol. 10, N 4. P. 193–195. doi: 10.1016/j.jor.2013.06.003
27. Noyes F.R., Fleckenstein C.M., Barber-Westin S.D. The Development of Postoperative Knee Chondrolysis After IntraArticular Pain Pump Infusion of an Anesthetic Medication // *J Bone Joint Surg Am*. 2012. Vol. 94, N 16. P. 1448–1457. doi: 10.2106/JBJS.K.01333
28. El Ahl M.S. Femoral nerve block versus adductor canal block for postoperative pain control after anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized controlled double blind study // *Saudi J Anaesth*. 2015. Vol. 9, N 3. P. 279–282. doi: 10.4103/1658-354X.154708
29. Espelund M., Fomsgaard J.S., Haraszuk J., et al. Analgesic efficacy of ultrasound-guided adductor canal blockade after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a randomised controlled trial // *Eur J Anaesthesiol*. 2013. Vol. 30, N 7. P. 422–428. doi: 10.1097/EJA.0b013e328360bdb9
30. Tan M., Law L.S., Gan T.J. Optimizing pain management to facilitate Enhanced Recovery After Surgery pathways // *Can J Anesth*. 2015. Vol. 62, N 2. P. 203–218. doi: 10.1007/s12630-014-0275-x
31. Anger M., Valovska T., Beloeil H., et al. PROSPECT guideline for total hip arthroplasty: a systematic review and procedure-specific postoperative pain management recommendations // *Anaesthesia*. 2021. Vol. 76, N 8. P. 1082–1097. doi: 10.1111/anae.15498
32. Овечкин А.М., Баялиева А.Ж., Ежовская А.А., и др. Послеоперационное обезболивание. Клинические рекомендации // *Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова*. 2019. № 4. С. 9–33. doi: 10.21320/1818-474X-2019-4-9-33
33. Wunsch H., Wijeyesundera D.N., Passarella M.A., Neuman M.D. Opioids prescribed after low-risk surgical procedures in the United States, 2004–2012 // *JAMA*. 2016. Vol. 315, N 15. P. 1654–1657. doi: 10.1001/jama.2016.0130
34. Tetzlaff J.E., Andrish J., O'Hara J. Jr., et al. Effectiveness of bupivacaine administered via femoral nerve catheter for pain control after anterior cruciate ligament repair // *J Clin Anesth*. 1997. Vol. 9, N 7. P. 542–545. doi: 10.1016/s0952-8180(97)00141-4
35. Astur D.C., Aleluia V., Veronese C., et al. A prospective double blinded randomized study of anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings tendon and spinal anesthesia with or without femoral nerve block // *Knee*. 2014. Vol. 21, N 5. P. 911–915. doi: 10.1016/j.knee.2014.06.003
36. Mall N.A., Wright R.W. Femoral nerve block use in anterior cruciate ligament reconstruction surgery // *Arthroscopy*. 2010. Vol. 26, N 3. P. 404–416. doi: 10.1016/j.arthro.2009.08.014
37. Guirro U.B., Tambara E.M., Munhoz F.R. Femoral nerve block: assessment of postoperative analgesia in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction // *Braz J Anesthesiol*. 2013. Vol. 63, N 6. P. 483–491. doi: 10.1016/j.bjane.2013.09.001
38. Frost S., Grossfeld S., Kirkley A., et al. The efficacy of femoral nerve block in pain reduction for outpatient hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: a double-blind, prospective, randomized trial // *Arthroscopy*. 2000. Vol. 16, N 3. P. 243–248. doi: 10.1016/s0749-8063(00)90047-1
39. Matava M.J., Prickett W.D., Khodamoradi S., et al. Femoral nerve blockade as a preemptive anesthetic in patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, double-



- blinded, placebo-controlled study // *Am J Sports Med.* 2009. Vol. 37, N 1. P. 78–86. doi: 10.1177/0363546508324311
40. Peng P., Claxton A., Chung F., et al. Femoral nerve block and ketorolac in patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction // *Can J Anaesth.* 1999. Vol. 46, N 10. P. 919–924. doi: 10.1007/BF03013124
41. Williams B.A., Kentor M.L., Vogt M.T., et al. Reduction of verbal pain scores after anterior cruciate ligament reconstruction with 2-day continuous femoral nerve block: a randomized clinical trial // *Anesthesiology.* 2006. Vol. 104, N 2. P. 315–327. doi: 10.1097/0000542-200602000-00018
42. Okoroha K.R., Keller R.A., Marshall N.E., et al. Liposomal bupivacaine versus femoral nerve block for pain control after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective randomized trial // *Arthroscopy.* 2016. Vol. 32, N 9. P. 1838–1845. doi: 10.1016/j.arthro.2016.05.033
43. Wulf H., Löwe J., Gnatzmann K.H., Steinfeldt T. Femoral nerve block with ropivacaine or bupivacaine in day case anterior cruciate ligament reconstruction // *Acta Anaesthesiol Scand.* 2010. Vol. 54, N 4. P. 414–420. doi: 10.1111/j.1399-6576.2009.02200.x
44. Harbell M.W., Cohen J.M., Kolodzie K., et al. Combined preoperative femoral and sciatic nerve blockade improves analgesia after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled clinical trial // *J Clin Anesth.* 2016. N 33. P. 68–74. doi: 10.1016/j.jclinane.2016.02.021
45. Gudmundsdottir S., Franklin J.L. Continuous adductor canal block added to local infiltration analgesia (LIA) after total knee arthroplasty has no additional benefits on pain and ambulation on postoperative day 1 and 2 compared with LIA alone // *Acta Orthop.* 2017. Vol. 88, N 5. P. 537–542. doi: 10.1080/17453674.2017.1342184
46. Luo T.D., Ashraf A., Dahm D.L., et al. Femoral nerve block is associated with persistent strength deficits at 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction in pediatric and adolescent patients // *Am J Sports Med.* 2015. Vol. 43, N 2. P. 331–336. doi: 10.1177/0363546514559823
47. Swank K.R., DiBartola A.C., Everhart J.S., et al. The effect of femoral nerve block on quadriceps strength in anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review // *Arthroscopy.* 2017. Vol. 33, N 5. P. 1082.e1–1091.e1. doi: 10.1016/j.arthro.2017.01.034
48. Widmer B., Lustig S., Scholes C.J., et al. Incidence and severity of complications due to femoral nerve blocks performed for knee surgery // *Knee.* 2013. Vol. 20, N 3. P. 181–185. doi: 10.1016/j.knee.2012.11.002
49. Feller J.A., Webster K.E., Gavin B. Early post-operative morbidity following anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus hamstring graft // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001. Vol. 9, N 5. P. 260–266. doi: 10.1007/s001670100216
50. Tran D.Q., Clemente A., Finlayson R.J. A review of approaches and techniques for lower extremity nerve blocks // *Can J Anaesth.* 2007. Vol. 54, N 11. P. 922–934. doi: 10.1007/BF03026798
51. Kristensen P.K., Pfeiffer-Jensen M., Storm J.O., Thillemann T.M. Local infiltration analgesia is comparable to femoral nerve block after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon graft: a randomised controlled trial // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014. Vol. 22, N 2. P. 317–323. doi: 10.1007/s00167-013-2399-x
52. Gi E., Yamauchi M., Yamakage M., et al. Effects of local infiltration analgesia for posterior knee pain after total knee arthroplasty: comparison with sciatic nerve block // *J Anesth.* 2014. Vol. 28, N 5. P. 696–701. doi: 10.1007/s00540-014-1793-y
53. Bauer M.C., Pogatzki-Zahn E.M., Zahn P.K. Regional analgesia techniques for total knee replacement // *Curr Opin Anaesthesiol.* 2014. Vol. 27, N 5. P. 501–506. doi: 10.1097/ACO.0000000000000115
54. Yung E.M., Brull R., Albrecht E., et al. Evidence Basis for Regional Anesthesia in Ambulatory Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Part III: Local Instillation Analgesia — A Systematic Review and Meta-analysis // *Anesth Analg.* 2019. Vol. 128, N 3. P. 426–437. doi: 10.1213/ANE.0000000000002599
55. Abdallah F.W., Brull R., Joshi G.P.; Society for Ambulatory Anesthesia (SAMBA). Pain management for ambulatory arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: evidence-based recommendations from the society for ambulatory anesthesia // *Anesth Analg.* 2019. Vol. 128, N 4. P. 631–640. doi: 10.1213/ANE.0000000000003976
56. Manickam B., Perlas A., Duggan E., et al. Feasibility and efficacy of ultrasound-guided block of the saphenous nerve in the adductor canal // *Reg Anesth Pain Med.* 2009. Vol. 34, N 6. P. 578–580. doi: 10.1097/aap.0b013e3181bfbf84
57. Chisholm M.F., Bang H., Maalouf D.B., et al. Postoperative analgesia with saphenous block appears equivalent to femoral nerve block in ACL reconstruction // *HSS J.* 2014. Vol. 10, N 3. P. 245–251. doi: 10.1007/s11420-014-9392-x
58. Stebler K., Martin R., Kirkham K.R., et al. Adductor canal block versus local infiltration analgesia for postoperative pain after anterior cruciate ligament reconstruction: a single centre randomised controlled triple-blinded trial // *Br J Anaesth.* 2019. Vol. 123, N 2. P. e343–e349. doi: 10.1016/j.bja.2019.04.053
59. Xie Y., Sun Y., Lu Y. Effect of Adductor Canal Block Combined with Local Infiltration Analgesia on Postoperative Pain of Knee Arthroscopy Under General Anesthesia: A Randomized Controlled Trial // *Pain Ther.* 2023. Vol. 12, N 2. P. 543–552. doi: 10.1007/s40122-023-00482-5

## REFERENCES

- Kim S, Bosque J, Meehan JP, et al. Increase in outpatient knee arthroscopy in the United States: a comparison of National Surveys of Ambulatory Surgery, 1996 and 2006. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(11):994–1000. doi: 10.2106/JBJS.I.01618
- Salzler MJ, Lin A, Miller CD, et al. Complications after arthroscopic knee surgery. *Am J Sports Med.* 2014;42(2):292–296. doi: 10.1177/0363546513510677
- Reigstad O, Grimsgaard C. Complications in knee arthroscopy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14(5):473–477. doi: 10.1007/s00167-005-0694-x
- Hagino T, Ochiai S, Watanabe Y, et al. Complications after arthroscopic knee surgery. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;134(11):1561–1564. doi: 10.1007/s00402-014-2054-0
- Casati A, Cappelleri G, Aldegheri G, et al. Total intravenous

- anesthesia, spinal anesthesia or combined sciatic-femoral nerve block for outpatient knee arthroscopy. *Minerva Anesthesiol.* 2004;70(6):493–502.
6. Wesam K, Jraisat I, Harahsheh H, et al. Spinal, Epidural, and General Anesthesia for Knee Joint Arthroscopy: Diversity, Equity, and Inclusion — Comparison Study. *Anesth Essays Res.* 2022;16(2):181–186. doi: 10.4103/aer.aer\_93\_22
  7. Leathers MP, Merz A, Wong J, et al. Trends and demographics in anterior cruciate ligament reconstruction in the United States. *J Knee Surg.* 2015;28(5):390–394. doi: 10.1055/s-0035-1544193
  8. Gilev MV, Gvozdevich VD, Volokitina EA, et al. *Anatomy of the knee joint: training manual.* Ekaterinburg: UGMU; 2016. (In Russ.)
  9. Horner G, Dellon AL. Innervation of the Human Knee Joint and Implications for Surgery. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(301):221–226. doi: 10.1097/00003086-199404000-00034
  10. Dahl V, Gierløff C, Omland E, Raeder JC. Spinal, epidural or propofol anaesthesia for out-patient knee arthroscopy? *Acta Anaesthesiol Scand.* 1997;41(10):1341–1345. doi: 10.1111/j.1399-6576.1997.tb04655.x
  11. Prabhakar A, Mancuso KF, Owen CP, et al. Perioperative analgesia outcomes and strategies. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2014;28(2):105–115. doi: 10.1016/j.bpa.2014.04.005
  12. Parnass SM, McCarthy RJ, Bach BR Jr, et al. Beneficial impact of epidural anesthesia on recovery after outpatient arthroscopy. *Arthroscopy.* 1993;9(1):91–95. doi: 10.1016/s0749-8063(05)80351-2
  13. Kang XH, Bao FP, Xiong XX, et al. Major complications of epidural anesthesia: a prospective study of 5083 cases at a single hospital. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2014;58(7):858–866. doi: 10.1111/aas.12360
  14. Ovechkin AM, Politov ME, Morozov DV. Neurological complications of regional anesthesia. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management.* 2018;12(1):6–14. doi: 10.17816/RA42856
  15. Neal JM, Deck JJ, Kopacz DJ, Lewis MA. Hospital discharge after ambulatory knee arthroscopy: A comparison of epidural 2-chloroprocaine versus lidocaine. *Reg Anesth Pain Med.* 2001;26(1):35–40. doi: 10.1053/rapm.2001.9852
  16. Casati A, Fanelli G, Danelli G, et al. Spinal anesthesia with lidocaine or preservative-free 2-chloroprocaine for outpatient knee arthroscopy: a prospective, randomized, double-blind comparison. *Anesth Analg.* 2007;104(4):959–964. doi: 10.1213/01.ane.0000258766.73612.d8
  17. Nair GS, Abrishami A, Lermite J., Chung F. Systematic review of spinal anaesthesia using bupivacaine for ambulatory knee arthroscopy. *Br J Anaesth.* 2009;102(3):307–315. doi: 10.1093/bja/aen389
  18. Demiraran Y, Yucel I, Akcali GE, et al. Adding intrathecal morphine to unilateral spinal anesthesia results in better pain relief following knee arthroscopy. *J Anesth.* 2008;22(4):367–372. doi: 10.1007/s00540-008-0648-9
  19. Merivirta R, Kuusniemi K, Jaakkola P, et al. Unilateral spinal anaesthesia for outpatient surgery: a comparison between hyperbaric bupivacaine and bupivacaine-clonidine combination. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2009;53(6):788–793. doi: 10.1111/j.1399-6576.2009.01955.x
  20. Freedman JM, Li DK, Drasner K, et al. Transient neurologic symptoms after spinal anesthesia: an epidemiologic study of 1,863 patients. *Anesthesiology.* 1998;89(3):633–641. doi: 10.1097/0000542-199809000-00012. Erratum in: *Anesthesiology.* 1998;89(6):1614.
  21. Andrés-Cano P, Godino M, Vides M, Guerado E. Postoperative complications of anterior cruciate ligament reconstruction after ambulatory surgery. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2015;59(3):157–164. doi: 10.1016/j.recot.2014.09.001
  22. Zhang L, Tong Y, Li M, et al. Sciatic-femoral nerve block versus unilateral spinal anesthesia for outpatient knee arthroscopy: a meta-analysis. *Minerva Anesthesiol.* 2015;81(12):1359–1368.
  23. Montes FR, Zarate E, Grueso R, et al. Comparison of spinal anesthesia with combined sciatic-femoral nerve block for outpatient knee arthroscopy. *J Clin Anesth.* 2008;20(6):415–420. doi: 10.1016/j.jclinane.2008.04.003
  24. Vorobeichik L, Brull R, Joshi G, Abdallah FW. Evidence Basis for Regional Anesthesia in Ambulatory Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Part I — Femoral Nerve Block. *Anesth Analg.* 2019;128(1):58–65. doi: 10.1213/ANE.0000000000002854
  25. Sehmbi H, Brull R, Shah UJ, et al. Evidence Basis for Regional Anesthesia in Ambulatory Arthroscopic Knee Surgery and Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Part II: Adductor Canal Nerve Block—A Systematic Review and Meta-analysis. *Anesth Analg.* 2019;128(2):223–238. doi: 10.1213/ANE.00000000000025707
  26. Shaikat Y, Malik E, El-Khateeb H, Koeweiden E. The role of local anaesthesia in knee arthroscopy. *J Orthop.* 2013;10(4):193–195. doi: 10.1016/j.jor.2013.06.003
  27. Noyes FR, Fleckenstein CM, Barber-Westin SD. The Development of Postoperative Knee Chondrolysis After IntraArticular Pain Pump Infusion of an Anesthetic Medication. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(16):1448–1457. doi: 10.2106/JBJS.K.01333
  28. El Ahl MS. Femoral nerve block versus adductor canal block for postoperative pain control after anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized controlled double blind study. *Saudi J Anaesth.* 2015;9(3):279–282. doi: 10.4103/1658-354X.154708
  29. Espelund M, Fomsgaard JS, Haraszuk J, et al. Analgesic efficacy of ultrasound-guided adductor canal blockade after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol.* 2013;30(7):422–428. doi: 10.1097/EJA.0b013e328360bdb9
  30. Tan M, Law LS, Gan TJ. Optimizing pain management to facilitate Enhanced Recovery After Surgery pathways. *Can J Anesth.* 2015;62(2):203–218. doi: 10.1007/s12630-014-0275-x
  31. Anger M, Valovska T, Beloeil H, et al. PROSPECT guideline for total hip arthroplasty: a systematic review and procedure-specific postoperative pain management recommendations. *Anaesthesia.* 2021;76(8):1082–1097. doi: 10.1111/anae.15498
  32. Ovechkin AM, Bayalieva AZ, Ezhevskaya AA, et al. Postoperative analgesia. Guidelines. *Annals of Critical Care.* 2019;(4):9–33. doi: 10.21320/1818-474X-2019-4-9-33
  33. Wunsch H, Wijeyesundera DN, Passarella MA, Neuman MD. Opioids prescribed after low-risk surgical procedures in the United States, 2004–2012. *JAMA.* 2016;315(15):1654–1657. doi: 10.1001/jama.2016.0130
  34. Tetzlaff JE, Andrish J, O'Hara J Jr, et al. Effectiveness of bupivacaine administered via femoral nerve catheter for pain control after anterior cruciate ligament repair. *J Clin Anesth.* 1997;9(7):542–545. doi: 10.1016/s0952-8180(97)00141-4

35. Astur DC, Aleluia V, Veronese C, et al. A prospective double blinded randomized study of anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings tendon and spinal anesthesia with or without femoral nerve block. *Knee*. 2014;21(5):911–915. doi: 10.1016/j.knee.2014.06.003
36. Mall NA, Wright RW. Femoral nerve block use in anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Arthroscopy*. 2010;26(3):404–416. doi: 10.1016/j.arthro.2009.08.014
37. Guirro UB, Tambara EM, Munhoz FR. Femoral nerve block: assessment of postoperative analgesia in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Braz J Anesthesiol*. 2013;63(6):483–491. doi: 10.1016/j.bjane.2013.09.001
38. Frost S, Grossfeld S, Kirkley A, et al. The efficacy of femoral nerve block in pain reduction for outpatient hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: a double-blind, prospective, randomized trial. *Arthroscopy*. 2000;16(3):243–248. doi: 10.1016/s0749-8063(00)90047-1
39. Matava MJ, Prickett WD, Khodamoradi S, et al. Femoral nerve blockade as a preemptive anesthetic in patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, double-blinded, placebo-controlled study. *Am J Sports Med*. 2009;37(1):78–86. doi: 10.1177/0363546508324311
40. Peng P, Claxton A, Chung F, et al. Femoral nerve block and ketorolac in patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction. *Can J Anaesth*. 1999;46(10):919–924. doi: 10.1007/BF03013124
41. Williams BA, Kentor ML, Vogt MT, et al. Reduction of verbal pain scores after anterior cruciate ligament reconstruction with 2-day continuous femoral nerve block: a randomized clinical trial. *Anesthesiology*. 2006;104(2):315–327. doi: 10.1097/00000542-200602000-00018
42. Okoroha KR, Keller RA, Marshall NE, et al. Liposomal bupivacaine versus femoral nerve block for pain control after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective randomized trial. *Arthroscopy*. 2016;32(9):1838–1845. doi: 10.1016/j.arthro.2016.05.033
43. Wulf H, Löwe J, Gnutzmann KH, Steinfeldt T. Femoral nerve block with ropivacaine or bupivacaine in day case anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2010;54(4):414–420. doi: 10.1111/j.1399-6576.2009.02200.x
44. Harbell MW, Cohen JM, Kolodzie K, et al. Combined preoperative femoral and sciatic nerve blockade improves analgesia after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled clinical trial. *J Clin Anesth*. 2016;33(1):68–74. doi: 10.1016/j.jclinane.2016.02.021
45. Gudmundsdottir S, Franklin JL. Continuous adductor canal block added to local infiltration analgesia (LIA) after total knee arthroplasty has no additional benefits on pain and ambulation on postoperative day 1 and 2 compared with LIA alone. *Acta Orthop*. 2017;88(5):537–542. doi: 10.1080/17453674.2017.1342184
46. Luo TD, Ashraf A, Dahm DL, et al. Femoral nerve block is associated with persistent strength deficits at 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction in pediatric and adolescent patients. *Am J Sports Med*. 2015;43(2):331–336. doi: 10.1177/0363546514559823
47. Swank KR, DiBartola AC, Everhart JS, et al. The effect of femoral nerve block on quadriceps strength in anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Arthroscopy*. 2017;33(5):1082.e1–1091.e1. doi: 10.1016/j.arthro.2017.01.034
48. Widmer B, Lustig S, Scholes CJ, et al. Incidence and severity of complications due to femoral nerve blocks performed for knee surgery. *Knee*. 2013;20(3):181–185. doi: 10.1016/j.knee.2012.11.002
49. Feller JA, Webster KE, Gavin B. Early post-operative morbidity following anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus hamstring graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2001;9(5):260–266. doi: 10.1007/s001670100216
50. Tran DQ, Clemente A, Finlayson RJ. A review of approaches and techniques for lower extremity nerve blocks. *Can J Anaesth*. 2007;54(11):922–934. doi: 10.1007/BF03026798
51. Kristensen PK, Pfeiffer-Jensen M, Storm JO, Thillemann TM. Local infiltration analgesia is comparable to femoral nerve block after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon graft: a randomised controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014;22(2):317–323. doi: 10.1007/s00167-013-2399-x
52. Gi E, Yamauchi M, Yamakage M, et al. Effects of local infiltration analgesia for posterior knee pain after total knee arthroplasty: comparison with sciatic nerve block. *J Anesth*. 2014;28(5):696–701. doi: 10.1007/s00540-014-1793-y
53. Bauer MC, Pogatzki-Zahn EM, Zahn PK. Regional analgesia techniques for total knee replacement. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2014;27(5):501–506. doi: 10.1097/ACO.0000000000000115
54. Yung EM, Brull R, Albrecht E, et al. Evidence Basis for Regional Anesthesia in Ambulatory Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Part III: Local Instillation Analgesia — A Systematic Review and Meta-analysis. *Anesth Analg*. 2019;128(3):426–437. doi: 10.1213/ANE.0000000000002599
55. Abdallah FW, Brull R, Joshi GP; Society for Ambulatory Anesthesia (SAMBA). Pain management for ambulatory arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: evidence-based recommendations from the society for ambulatory anesthesia. *Anesth Analg*. 2019;128(4):631–640. doi: 10.1213/ANE.0000000000003976
56. Manickam B, Perlas A, Duggan E, et al. Feasibility and efficacy of ultrasound-guided block of the saphenous nerve in the adductor canal. *Reg Anesth Pain Med*. 2009;34(6):578–580. doi: 10.1097/aap.0b013e3181bfbf84
57. Chisholm MF, Bang H, Maalouf DB, et al. Postoperative analgesia with saphenous block appears equivalent to femoral nerve block in ACL reconstruction. *HSS J*. 2014;10(3):245–251. doi: 10.1007/s11420-014-9392-x
58. Stebler K, Martin R, Kirkham KR, et al. Adductor canal block versus local infiltration analgesia for postoperative pain after anterior cruciate ligament reconstruction: a single centre randomised controlled triple-blinded trial. *Br J Anaesth*. 2019;123(2):e343–e349. doi: 10.1016/j.bja.2019.04.053
59. Xie Y, Sun Y, Lu Y. Effect of Adductor Canal Block Combined with Local Infiltration Analgesia on Postoperative Pain of Knee Arthroscopy Under General Anesthesia: A Randomized Controlled Trial. *Pain Ther*. 2023;12(2):543–552. doi: 10.1007/s40122-023-00482-5

## ОБ АВТОРАХ

\* **Горелов Данил Владимирович**, врач анестезиолог-реаниматолог;

адрес: Россия, 115446, Москва, Коломенский пр-д, д. 4;

ORCID: 0000-0001-9554-2942;

eLibrary SPIN: 7893-4040;

e-mail: GorelovD.V@yandex.ru

**Бабаянц Андрей Валерьевич**, канд. мед. наук, доцент;

ORCID: 0000-0003-3072-3237;

eLibrary SPIN: 2603-9728;

e-mail: babayants@gmail.com

**Овечкин Алексей Михайлович**, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0002-3453-8699;

eLibrary SPIN: 1277-9220;

e-mail: ovechkin\_alexei@mail.ru

## AUTHORS INFO

\* **Danil V. Gorelov**, MD, anesthesiologist-resuscitator; address: 4 Kolomensky Driveway, 115446, Moscow, Russia;

ORCID: 0000-0001-9554-2942;

eLibrary SPIN: 7893-4040;

e-mail: GorelovD.V@yandex.ru

**Andrey V. Babayants**, MD, Cand. Sci. (Medicine), associate professor;

ORCID: 0000-0003-3072-3237;

eLibrary SPIN: 2603-9728;

e-mail: babayants@gmail.com

**Alexei M. Ovechkin**, MD, Dr. Sci. (Medicine), professor;

ORCID: 0000-0002-3453-8699;

eLibrary SPIN: 1277-9220;

e-mail: ovechkin\_alexei@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author