

<https://doi.org/10.21320/1818-474X-2026-2-75-87>

Эффективность iPACK-блока как компонента сочетанной анестезии при артроскопической пластике крестообразных связок: проспективное когортное исследование

Д.В. Горелов¹, М.Е. Политов², А.В. Бабаянц³,
О.В. Игнатенко³, В.Ф. Петровский², А.М. Овечкин^{2,*}

¹ ГБУЗ МО «Одинцовская областная больница», Одинцово, Россия

² ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

³ ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.С. Юдина ДЗМ», Москва, Россия

Реферат

АКТУАЛЬНОСТЬ: Повреждение связочного аппарата коленного сустава является одной из самых распространенных спортивных травм в ортопедии. Учитывая возможность амбулаторного лечения этих пациентов, вопрос периоперационного обезболивания является ключевым в успешном исходе оперативного вмешательства. **ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ:** Оценить влияние добавления iPACK-блока (инфильтрация в пространство между подколенной артерией и капсулой коленного сустава) на эффективность периоперационного обезболивания в составе сочетанной анестезии при артроскопической пластике крестообразных связок (АПКС). **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ:** Одноцентровое проспективное когортное исследование с исторической контрольной группой. На 2 группы было распределено 115 пациентов, перенесших АПКС: группа 0 (контроль; $n = 58$: общая анестезия [ОА] + блокада приводящего канала [БПК] + локальная инфильтрационная анестезия [ЛИА]), группа 1 (исследуемая; $n = 57$: ОА + БПК + ЛИА + iPACK-блок). Оценивались: интенсивность боли по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), время первого требования анальгетика, потребность в опиоидах, время вертикализации, частота рикошетной боли. **РЕЗУЛЬТАТЫ:** Выявлены значимые различия в динамике боли как в покое ($\chi^2 = 17,68$; $p = 0,013$), так и в движении ($\chi^2 = 22,68$; $p = 0,0019$) по ВАШ среди групп сравнения с более низкой оценкой в группе 1. Среднее время до первого требования анальгетика было наибольшим в группе iPACK-блока (iPACK). Вероятность назначе-

The effectiveness of iPACK block as a component of combined anesthesia for arthroscopic cruciate ligament repair: a prospective cohort study

D.V. Gorelov¹, M.E. Politov², A.V. Babayants³,
O.V. Ignatenko³, V.F. Petrovskii², A.M. Ovechkin^{2,*}

¹ Odintsovo regional hospital, Odintsovo, Russia

² Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

³ S.S. Yudin City Clinical Hospital, Moscow, Russia

Abstract

INTRODUCTION: Damage to the ligamentous apparatus of the knee joint is a common sports injury in orthopedics. Given the possibility of ambulatory treatment for these patients, perioperative analgesia plays a key role in the success of surgery. **OBJECTIVE:** To evaluate the effect of adding the iPACK block (infiltration in the interspace between popliteal artery and capsule of the knee) on perioperative analgesia as part of combined anesthesia for arthroscopic cruciate ligament reconstruction (ACLR). **MATERIALS AND METHODS:** A single-center prospective cohort study with a historical control group. 115 patients who underwent ACLR, were divided into 2 groups: Group 0 (control; $n = 58$: general anesthesia (GA) + adductor canal block (ACB) + local infiltration anesthesia (LIA), Group 1 (intervention group; $n = 57$: GA + ACB + LIA + iPACK block). Evaluated: pain intensity on a visual-analog scale (VAS), time to the first requirement of an analgesic, need for opioids, time of verticalization, frequency of rebound pain. **RESULTS:** Significant differences in pain dynamics were revealed both at rest ($\chi^2 = 17.68$; $p = 0.013$) and in movement ($\chi^2 = 22.68$; $p = 0.0019$) according to VAS among the comparison groups, with a lower score in group 1. The average time to the first analgesic requirement was the longest in the iPACK group. The probability of prescribing trimeperidine in the first 24 hours was significantly lower in the iPACK group (RR 0.112; 95% CI 0.023–0.549; $p = 0.007$). The average time until verticalization did not differ significantly between the groups. The frequency of rebound pain was 13.5 % in the control and 1.6 % in the iPACK group (RR 0.116; 95% CI 0.013–1.064;

ния тримеперидина в первые 24 ч была значительно ниже в группе iPACK (относительный риск [ОР] 0,112; 95%-й доверительный интервал [95% ДИ] 0,023–0,549; $p = 0,007$). Среднее время до вертикализации не различалось между группами. Частота рикошетной боли составила 13,5 % в контроле и 1,6 % в группе iPACK (ОР 0,116; 95% ДИ 0,013–1,064; $p = 0,057$). **Выводы:** Проведенное исследование демонстрирует, что добавление iPACK-блока к методу сочетанной анестезии ОА + БПК + ЛИА позволяет снизить интенсивность болевого синдрома, увеличить время первого требования анальгетика, а также значимо снизить потребность в назначении опиоидных анальгетиков у пациентов, перенесших АПКС, и демонстрирует благоприятный профиль безопасности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: артроскопическая реконструкция передней крестообразной связки, общая анестезия, местная анестезия, блокада нервов, послеоперационная боль

* *Для корреспонденции:* Овечкин Алексей Михайлович — д-р мед. наук, профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия; e-mail: ovehkin_alexei@mail.ru, ovehkin_a_m@staff.sechenov.ru

☑ *Для цитирования:* Горелов Д.В., Политов М.Е., Бабаянц А.В., Игнатенко О.В., Петровский В.Ф., Овечкин А.М. Эффективность iPACK-блока как компонента сочетанной анестезии при артроскопической пластике крестообразных связок: проспективное когортное исследование. Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2026; 2:75–87. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2026-2-75-87>

📅 *Поступила:* 27.10.2025

📅 *Принята к печати:* 15.02.2026

$p = 0,057$). **CONCLUSIONS:** the addition of the iPACK block to method of combined anesthesia of GA + ACB + LIA significantly reduced the intensity of pain, increased the time to the first requirement for an analgesic, and significantly reduced the need for opioid analgesics in patients undergoing ACLR, demonstrating a favorable safety profile.

KEYWORDS: anterior cruciate ligament reconstruction, anesthesia, general, anesthesia, local, nerve block, pain, postoperative

* *For correspondence:* Alexei M. Ovechkin — Dr. Med. Sci., professor of Department of Anesthesiology and Intensive Care, Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia; e-mail: ovehkin_alexei@mail.ru, ovehkin_a_m@staff.sechenov.ru

☑ *For citation:* Gorelov D.V., Politov M.E., Babayants A.V., Ignatenko O.V., Petrovskii V.F., Ovechkin A.M. The effectiveness of iPACK block as a component of combined anesthesia for arthroscopic cruciate ligament repair: a prospective cohort study. Annals of Critical Care. 2026; 2:75–87. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2026-2-75-87>

📅 *Received:* 27.10.2025

📅 *Accepted:* 15.02.2026

DOI: 10.21320/1818-474X-2026-2-75-87

Введение

Повреждение крестообразных связок является одной из наиболее распространенных травм коленного сустава, основную часть которой составляют спортивные травмы с распространенностью около 100–200 тыс. случаев в год [1]. Контроль болевого синдрома после артроскопической пластики крестообразных связок (АПКС) является ключом к успешному исходу оперативного лечения, реабилитации и качества жизни пациентов после операции [2]. Эта задача является особен-

но актуальной в условиях все более увеличивающегося количества этих операций, проводимых в стационарах кратковременного пребывания и амбулаторно [3].

АПКС относится к категории хирургических вмешательств, сопровождающихся выраженным послеоперационным болевым синдромом [4], и эффективное периоперационное обезболивание имеет критическое значение для ранней мобилизации пациентов, успешной реабилитации и реализации концепции ускоренного восстановления после операции (enhanced recovery after surgery — ERAS).

Ранее нами были рассмотрены различные методы анестезиологического обеспечения при АПКС [5–8], в том числе проведенное нами ранее рандомизированное контролируемое исследование (РКИ) [9], которое продемонстрировало значительные преимущества методики сочетанной общей анестезии (ОА), включающей блокаду приводящего канала (БПК) и локальную инфильтрационную анестезию (ЛИА), по сравнению со спинальной анестезией в «чистом виде». Применение данной методики обеспечило снижение интенсивности послеоперационной боли в покое и при движении, частоты феномена рикошетной боли, сократило потребность в опиоидных анальгетиках и обеспечило более раннюю вертикализацию пациентов по сравнению со спинальной анестезией.

Однако детальный анализ локализации послеоперационной боли у пациентов, получавших БПК в сочетании с ЛИА, выявил, что пациенты часто локализовали боль в задних отделах коленного сустава — области, соответствующей зоне иннервации сенсорных ветвей седалищного нерва. Данное наблюдение указывает на необходимость дополнительной блокады задней капсулы коленного сустава для достижения более полноценной анальгезии. С этих позиций перспективным выглядит выполнение iРАСК-блока (инфильтрация в пространство между подколенной артерией и капсулой коленного сустава), который представляет собой избирательную блокаду сенсорных волокон, иннервирующих заднюю часть капсулы коленного сустава, не затрагивающую моторные ветви, что позволяет избежать слабости икроножных мышц и отвисания стопы, характерных для традиционной блокады седалищного нерва [10]. Ряд исследований демонстрирует преимущество применения этого блока в разных комбинациях как после менискэктомии [11], так и после АПКС [12], однако нами не обнаружено данных по комбинированному применению БПК, iРАСК-блока и ЛИА у пациентов с АПКС в доступной литературе.

Цель исследования

Оценить влияние добавления iРАСК-блока на эффективность периоперационного обезболивания в составе сочетанной анестезии при АПКС.

Материалы и методы

Дизайн исследования

Настоящее исследование имело дизайн одноцентрового проспективного когортного исследования с исторической контрольной группой. Дизайн исследования обусловлен получением убедительных данных об эффективности базового протокола (ОА + БПК + ЛИА)

в предыдущем РКИ [9], в связи с чем проведение нового исследования с рандомизацией пациентов в группу без дополнительного обезболивающего компонента (iРАСК) было сочтено этически неоправданным.

Контрольная группа была сформирована из пациентов, включенных в ранее проведенное нами РКИ [9]. Группа интервенции (iРАСК) набиралась проспективно в течение шести месяцев, непосредственно после завершения РКИ. Все пациенты обеих групп получали лечение в одном медицинском учреждении, операции выполнялись теми же хирургическими бригадами. Для обеспечения сопоставимости групп применялись идентичные критерии включения и исключения. Периоперационное ведение пациентов в обеих группах осуществлялось по единому протоколу, что позволило минимизировать влияние конфаундеров и обеспечить валидность сравнения результатов между группами.

Критерии соответствия

Критерии включения:

- возраст 18 лет и старше;
- плановое проведение АПКС (передней или задней);
- класс физического статуса I–II по шкале ASA (Американского общества анестезиологов);
- подписанное информированное согласие;
- отсутствие противопоказаний к компонентам анестезиологического протокола.

Критерии невключения:

- аллергия или непереносимость к любому из компонентов протокола;
- класс физического статуса III–V по шкале ASA;
- противопоказания к проведению спинальной или регионарной анестезии (абсолютные или относительные), включая коагулопатию (МНО > 1,5, тромбоциты < 100 × 10⁹/л, АЧТВ > 1,5 нормы), наличие или последствия перенесенных неврологических заболеваний, инфекцию в области пункции, тяжелую гиповолемию, сепсис, прием антикоагулянтов вне зоны терапевтического окна (для низкомолекулярных гепаринов — 12 ч; для варфарина — 5 сут; для новых оральных антикоагулянтов: дабигатрана этексилат — 2 сут, ривароксабана — 1 сут, апиксабана — 1,5 сут);
- тяжелые когнитивные нарушения и психические расстройства;
- участие в другом клиническом исследовании в течение последних 30 дней.

Критерии исключения после включения в исследование:

- изменение методики анестезии в связи с техническими трудностями при выполнении того либо иного ее вида;
- интраоперационные проявления аллергии на любой из компонентов анестезиологического обеспечения;
- отказ пациента от участия или нарушение протокола.

Структура включения в исследование

Перед включением в исследование проводился предварительный скрининг. Всего было оценено 117 пациентов. Два пациента исключены в соответствии с критериями невключения. В основную часть исследования вошло 115 пациентов. Группа 0 — контроль, историческая, $n = 58$: ОА + БПК + ЛИА. Группа 1 — исследуемая, текущая, $n = 57$: ОА + БПК + ЛИА + iРАСК-блок. После начала лечения 5 пациентов были исключены из исследования в связи с изменением тактики анестезии ($n = 1$), неудачно выполненной БПК ($n = 3$), нарушением протокола послеоперационной аналгезии ($n = 1$). Итоговый анализ включал 110 пациентов: группа контроля — 55 человек, группа 1 — 55 человек.

Условия проведения и продолжительность исследования

Работа выполнялась с августа 2024 г. по январь 2025 г. на базе отделения анестезиологии и реанимации № 1 ГБУЗ «ГКБ им. С.С. Юдина ДЗМ», г. Москва.

Этическое утверждение

Проведение исследования одобрено на заседании локального этического комитета при онкологическом центре № 1 ГБУЗ «ГКБ им. С.С. Юдина ДЗМ» (выписка из Протокола № 3.2024 от 28.06.2024).

Описание медицинского вмешательства

Во всех группах при поступлении пациента в операционную осуществляли мониторинг по Гарвардскому стандарту. Помимо этого, оценивали показатели qNOX (оценка вероятности реакции пациента на болевую стимуляцию) и qCON (оценка глубины анестезии) на аппарате Conox® View (Fresenius Kabi, Австрия).

В обеих группах исследования после установки периферического венозного доступа, до начала операции, всем пациентам был введен раствор цефазолина в дозе 2 г с целью антибиотикопрофилактики; раствор ондансетрона в дозе 4 мг с целью профилактики послеоперационной тошноты и рвоты. После проведения преоксигенации до достижения экспираторного уровня O_2 , равного 80–90 %, осуществлена индукция анестезии раствором фентанила в дозе 0,1 мг и пропофола в дозе 2 мг/кг. Затем была установлена ларингеальная маска i-ge® (ЗАО «Интерседжикал», Россия) в соответствии с размерностью, начата искусственная вентиляция легких с протективными параметрами вентиляции с целью достижения нормовентиляции (уровень экспираторного углекислого газа — 35–40 мм рт. ст.).

После индукции ОА пациентам обеих групп выполнена БПК: в положении пациента на спине, под ультразвуковым контролем линейным датчиком длиной 5 см

и диапазоном частот 4,0–13,0 МГц (GE Healthcare Venue 50, США), на уровне середины по внутренней поверхности бедра между передней верхней подвздошной остью и верхней границей надколенника, визуализировали поверхностную бедренную артерию, переднебоковую гиперэхогенную структуру, подкожный нерв и портняжную мышцу. Вводили изолированную иглу длиной 12 см 22G (Stimuplex D; B. Braun Medical Inc.) с использованием техники in-plane в боковом направлении. С помощью метода гидродиссекции лоцировали кончик иглы в зоне ниже портняжной мышцы и латеральной границы поверхностной бедренной артерии. После отрицательной аспирационной пробы вводили 20 мл 0,375 % раствора ропивакаина.

Пациентам группы 1 в дополнение к вышеуказанному после индукции ОА и выполнения БПК выполнен iРАСК-блок: в положении пациента на спине, под ультразвуковым контролем линейным датчиком длиной 5 см и диапазоном частот 4,0–13,0 МГц (GE Healthcare Venue 50, США), на уровне заднемедиальной части бедра, на расстоянии 1–2 см от надколенника, визуализировали подколенную артерию и бедренную кость. Вводили изолированную иглу длиной 12 см 22G (Stimuplex D; B. Braun Medical Inc.) с использованием техники in-plane в боковом направлении. С помощью метода гидродиссекции лоцировали кончик иглы в пространстве между подколенной артерией и бедром до тех пор, пока ее кончик не выйдет на 1–2 см за латеральную границу артерии. После отрицательной аспирационной пробы в пространство между подколенной артерией и бедром вводили 20 мл 0,375 % раствора ропивакаина.

Поддержание анестезии осуществлено подачей ингаляционного анестетика севофлуран. Целевое значение qCON — 40–60. Целевое значение qNOX — < 40. Недостаточная аналгезия определена как повышение уровня артериального давления и частоты сердечных сокращений на 20 % по сравнению с исходным уровнем, повышение значения qNOX более 40, после чего дополнительно был введен раствор фентанила в дозе 0,05–0,1 мг.

Интраоперационно пациентам выполнены: ЛИА посредством введения 0,2 % раствора ропивакаина (60 мл в группе контроля, 35 мл в исследуемой группе) в пространство, образованное после отсечения сухожилья полусухожильной, нежной мышцы, малоберцовой мышцы (при ее использовании); периартикулярная инфильтрация зоны капсулы, доступной через хирургический разрез; подкожная инфильтрация.

Оценка БПК осуществлена по окончании оперативного вмешательства и после удаления ларингеальной маски с помощью булавочного теста (уменьшение или отсутствие ощущений при уколе считалось успешным выполнением блока).

По окончании операции и после восстановления сознания пациентов переводили в палату травматологического отделения.

Периоперационная аналгезия

Все пациенты получали мультимодальную аналгезию: кетопрофен в дозе 100 мг, парацетамол в дозе 1000 мг и нефопам в дозе 20 мг интраоперационно; послеоперационно — кетопрофен в дозе 100 мг 2 раза в сутки. При ВАШ > 3 в покое или > 4 при активизации назначался тримеперидин в дозе 20 мг в/м по требованию.

Регистрация нежелательных явлений

В ходе исследования проспективно, в течение интраоперационного и раннего послеоперационного периода регистрировались все нежелательные явления, потенциально связанные с регионарной анестезией и введением местных анестетиков, включая признаки системной токсичности местных анестетиков (онемение вокруг рта, слуховые, зрительные и вкусовые сенсорные изменения, судороги, нарушения сознания, аритмии, гипотензия); сосудистые осложнения (гематомы в зоне пункции, пункция артерии); неврологические осложнения (парестезии, двигательные расстройства); инфекционные осложнения в зоне инъекции; аллергические реакции.

Регистрация нежелательных явлений проводилась путем клинического наблюдения анестезиологом интраоперационно, а также каждые 4 ч в ранний послеоперационный период (0–24 ч) посредством активного опроса пациентов, анализа медицинской документации и листов наблюдения медицинского персонала.

Исходы исследования

Первичная конечная точка: динамика и среднесуточные значения боли по ВАШ (0–10 см) в покое и при движении в течение 24 ч после операции.

Вторичные конечные точки: время первого запроса аналгетика; потребность в опиоидах в послеоперационный период; частота рикошетной боли, определяемой по модифицированной шкале Ваггу (ΔВАШ > 4) [13]; время вертикализации; частота послеоперационной тошноты и рвоты; удовлетворенность анестезией [14] и послеоперационным обезболиванием [15]. Оценка контрольных точек проводилась субъективно пациентом.

Статистический анализ

Статистическая обработка выполнялась в среде Python с использованием библиотек Pandas, Statsmodels и Lifelines. Сбор данных осуществлялся проспективно в стандартные временные точки наблюдения; пропущенных значений данных не отмечено. Количественные переменные представлены в зависимости от распределения как среднее ± стандартное

отклонение (при нормальном распределении) или медиана (Q1; Q3) (при ненормальном), качественные данные — как n (%). Для всех оценок эффекта приводились 95% ДИ.

Расчет размера выборки выполнялся на основании двухвыборочного t -теста для независимых выборок. Первичной конечной точкой являлось среднее значение боли по ВАШ (0–10 см) при движении в первые 24 ч после операции. Минимально клинически значимое различие было принято равным 0,5 балла, стандартное отклонение — 0,9 см, согласно данным ранее проведенного нами исследования [9]. При двустороннем уровне значимости $\alpha = 0,05$ и мощности 80 % требуемый объем выборки включил 51 пациента в каждую группу. Фактическое количество участников было увеличено для компенсации возможных потерь данных и потенциального снижения эффективной мощности при использовании методов псевдорандомизации.

Для минимизации систематических отличий между группами применялся метод псевдорандомизации со взвешиванием по обратной вероятности назначения лечения (IPTW — inverse probability of treatment weighting) [16]. Показатель склонности (propensity score) рассчитывался с использованием логистической регрессии с учетом ковариатов: пол, возраст, индекс массы тела, физический статус по классификации ASA и длительность операции. Выбор этих переменных был основан на их клинической значимости и возможной ассоциации как с интенсивностью боли. Использовались стабилизированные веса IPTW с усечением на 1-м и 99-м перцентилях. Баланс групп оценивался по стандартизированной разности средних (SMD), где значения < 0,1 считались приемлемыми.

Анализ динамики боли в покое и при движении проводился с использованием обобщенных оценочных уравнений (GEE) с линейной функцией связи, структурой корреляции AR (1) и применением взвешенных значений. Для интегральной оценки болевой нагрузки рассчитывалась площадь под кривой (AUC) за 24 ч, сравнение выполнялось во взвешенной линейной регрессии.

Время до первого запроса аналгетика и время до вертикализации анализировались по методу Каплана—Мейера и во взвешенной регрессионной модели.

Для бинарных исходов (назначение опиоидов, рикошетная боль, послеоперационные тошнота и рвота) использовались обобщенные линейные модели Пуассона с робастными стандартными ошибками Хьюбера—Уайта и расчетом относительного риска (RR).

Статистическая значимость принималась при $p < 0,05$ (двусторонний тест). Анализ вторичных исходов носил исследовательский характер, корректировка множественных сравнений не проводилась.

Результаты

Характеристика пациентов и оценка псевдорандомизации

Всего в исследование включено 110 пациентов по 55 пациентов в группах сравнения. Популяция была гомогенна: изолированное повреждение крестообразных связок у молодых пациентов без тяжелой сопутствующей патологии (табл. 1).

Выполнена псевдорандомизация методом IPTW с учетом ковариат: пол, возраст, индекс массы тела, длительность операции, физический статус по ASA. Модель продемонстрировала удовлетворительную дискриминационную способность с площадью под ROC-кривой AUC 0,592 (псевдо-R² 0,031; *p* = 0,454). Ни один из предикторов в модели не достиг статистической значимости, что указывает на отсутствие выраженных систематических различий между группами до взвешивания. После взвешивания достигнут убедительный баланс по всем ковариатам (SMD < 0,04), что подтверждает сопоставимость групп. Эффективный объем выборки составил 109,39 (см. табл. 1, рис. 1).

Первичный исход: динамика боли в покое и при движении

Анализ GEE продемонстрировал статистически значимые различия в динамике боли в покое по оценке ВАШ среди групп сравнения ($\chi^2 = 17,68$; *p* = 0,013) и во времени (*p* < 0,001).

Разница между группами (iPACK — контроль) в баллах ВАШ в покое составила: сразу после опера-

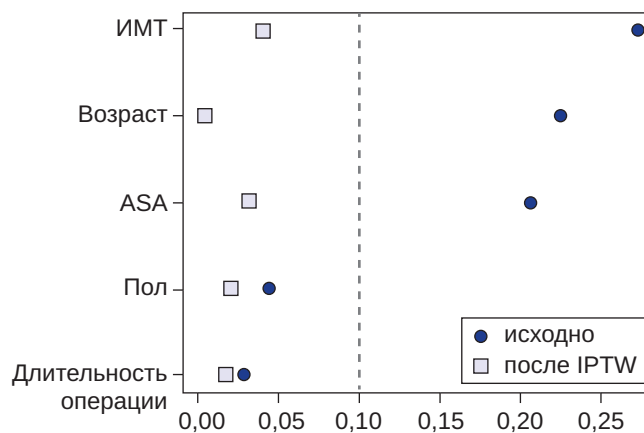


Рис. 1. Баланс ковариат до взвешивания и после него методом обратной вероятности (IPTW). График «Love plot» отражает стандартизованные разности средних для исходных ковариат в невзвешенной и взвешенной (после IPTW) выборках

Примечание: ASA — классификация физического статуса по шкале Американского общества анестезиологов; SMD — стандартизованная разность средних; ИМТ — индекс массы тела.

Fig. 1. Covariate Balance Before and After Inverse Probability Weighting. Love plot shows standardized mean differences for baseline covariates in unweighted and weighted (after IPTW) samples

Note: ASA — American Society of Anesthesiologists Physical Status Classification System; SMD — standardized mean difference; ИМТ — body mass index.

Таблица 1. Характеристика пациентов до взвешивания методом IPTW и после него

Table 1. Patient Characteristics Before and After IPTW Weighting

Характеристика	До взвешивания IPTW (n = 110)			После взвешивания IPTW (n = 109,39)		
	Контроль (n = 55)	iPACK (n = 55)	SMD ¹ до взвешивания	Контроль (n = 55,19)	iPACK (n = 54,20)	SMD ¹ после взвешивания
Пол (мужчины)	0,76	0,78	0,043	0,78	0,79	0,024
Возраст, годы	34,87 ± 8,57	32,96 ± 8,45	0,224	34,07 ± 8,43	34,16 ± 8,84	-0,010
Индекс массы тела, кг/м ²	25,82 (23,58–29,46)	25,87 ± 3,72	0,274	25,82 (23,58–29,46)	26,35 ± 3,94	0,012
Длительность операции, мин	80,00 (72,50–100,00)	89,45 ± 22,31	0,028	80,00 (72,50–100,00)	89,49 ± 22,49	0,017
ASA I ² , n (%)	38 (69,1 %)	43 (78,2 %)	-0,206	41,0 (74,3 %)	40,98 (75,6 %)	-0,031
ASA II, n (%)	17 (30,9 %)	12 (21,8 %)		14,19 (25,7 %)	13,22 (24,4 %)	

¹SMD — стандартизованное среднее различие, показатель баланса между группами; значения < 0,1 считаются приемлемым балансом.

²ASA — классификация физического статуса по шкале Американского общества анестезиологов.

¹SMD (standardized mean difference) — an indicator of balance between groups; values < 0.1 are considered an acceptable balance.

²ASA — American Society of Anesthesiologists Physical Status Classification System.

ции $-0,41$ (95% ДИ $-0,80 \dots -0,03$; $p = 0,037$); через 4 ч $-0,85$ (95% ДИ $-1,34 \dots -0,37$; $p < 0,001$); через 8 ч $-0,47$ (95% ДИ $-0,90 \dots -0,05$; $p = 0,030$); с 12 ч отмечена тенденция к снижению боли без статистической значимости ($p \geq 0,25$) (рис. 2).

Среднесуточная интенсивность боли в покое составила $2,11 \pm 1,15$ балла в контрольной группе и $1,75 \pm 0,58$ балла в группе iPАСК, разность составила $-0,36$ ВАШ (95% ДИ $-0,71 \dots -0,01$; $p = 0,046$).

Интегральная оценка болевой нагрузки по 24-часовой площади под кривой боли показала среднее значение AUC $41,91$ ВАШ \times ч в группе iPАСК и $50,56$ ВАШ \times ч в контрольной группе; разность составила $-8,65$ (95% ДИ $-17,16 \dots -0,14$; $p = 0,046$).

Анализ динамики боли при движении показал статистически значимый эффект анестезии ($\chi^2 = 22,68$; $p = 0,0019$) и значимое снижение боли во времени ($p < 0,001$).

Разница между группами (iPАСК — контроль) в баллах ВАШ при движении составила: сразу после

операции $-0,63$ (95% ДИ $-1,04 \dots -0,21$; $p = 0,003$); через 4 ч $-1,15$ (95% ДИ $-1,67 \dots -0,63$; $p < 0,001$); через 8 ч $-0,81$ (95% ДИ $-1,30 \dots -0,33$; $p = 0,001$); через 12 ч $-0,48$ (95% ДИ $-0,94 \dots -0,02$; $p = 0,039$); через 24 ч $-0,48$ (95% ДИ $-0,93 \dots -0,02$; $p = 0,039$); на временных точках 16 и 20 ч разница была пограничной ($p \approx 0,06-0,08$) (рис. 3).

Среднесуточная боль в движении составила $2,91 \pm 1,12$ балла в контрольной группе и $2,26 \pm 0,69$ балла в группе iPАСК, разность $-0,65$ ВАШ (95% ДИ $-1,02 \dots -0,29$; $p < 0,001$).

Средняя площадь под кривой боли при движении составила AUC $69,87 \pm 26,94$ в группе контроля и $54,21 \pm 16,46$ в группе iPАСК, разность $-15,67$ (95% ДИ $-24,40 \dots -6,93$; $p < 0,001$).

Вторичные исходы

Анализ времени до события продемонстрировал значительное увеличение периода до первого запро-

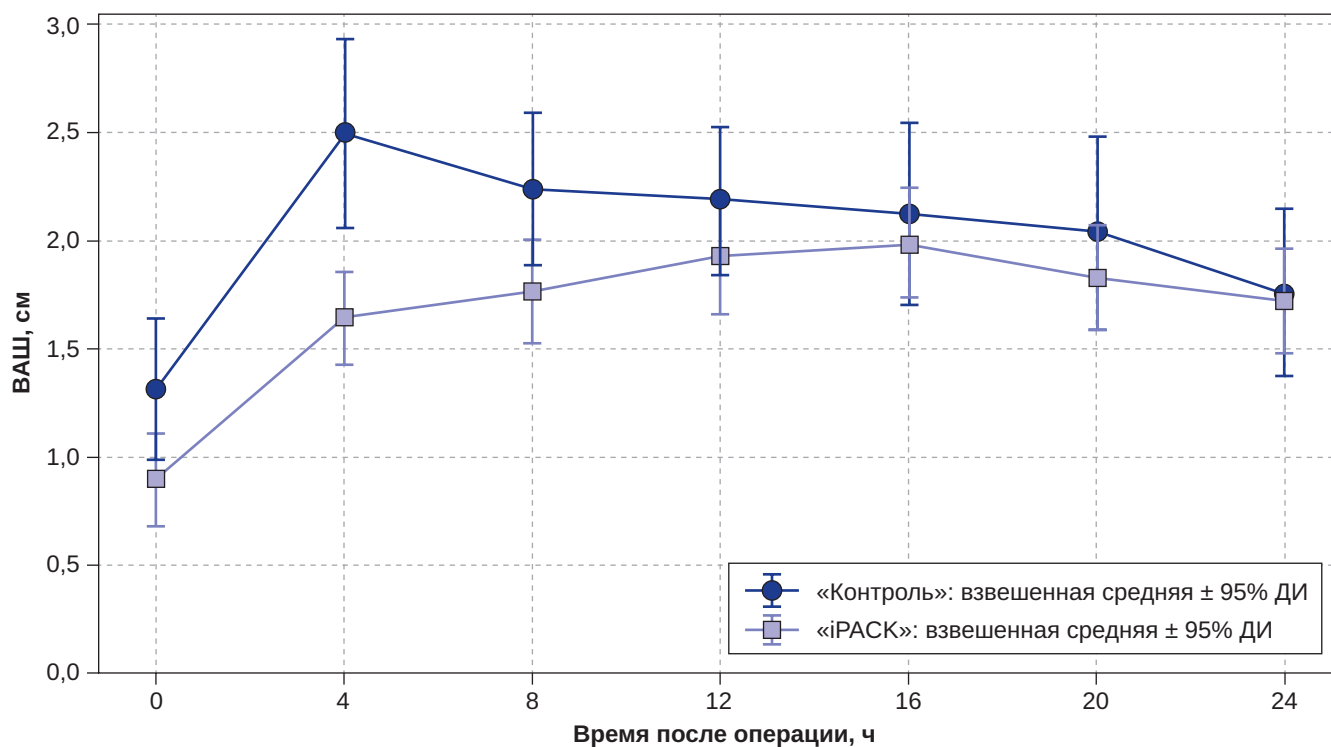


Рис. 2. Динамика боли в покое по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) в первые 24 ч после операции. Линейные графики демонстрируют взвешенные средние значения \pm 95% ДИ для групп «Контроль» и «iPАСК» в точках: «ВАШ 0» — до операции; «ВАШ 4» — через 4 ч после операции; «ВАШ 8» — через 8 ч; «ВАШ 12» — через 12 ч; «ВАШ 16» — через 16 ч; «ВАШ 20» — через 20 ч; «ВАШ 24» — через 24 ч после операции

Примечание: 95% ДИ — 95%-й доверительный интервал.

Fig. 2. Pain at Rest on the Visual Analogue Scale (VAS) during the First 24 Hours Postoperatively. Line graphs show weighted mean values \pm 95 % CI for the Control and iPАСК groups at the following time points: "VAS 0" indicates preoperative measurement; "VAS 4" at 4 h postoperatively; "VAS 8" at 8 h; "VAS 12" at 12 h; "VAS 16" at 16 h; "VAS 20" at 20 h; "VAS 24" at 24 h postoperatively

Note: 95% ДИ — 95% confidence interval.

са анальгетика в группе iPACK по сравнению с контрольной группой (рис. 4). Среднее время первого требования анальгетика составило 398,3 мин (95% ДИ 347,8–448,8) в контрольной группе и 534,6 мин (95% ДИ 477,7–591,5) в группе iPACK, разница между группами — 136,3 мин (95% ДИ 60,2–212,4; $p < 0,001$).

Потребность в назначении тримеперидина в первые 24 ч была значительно ниже в группе iPACK (ОР 0,112; 95% ДИ 0,023–0,549; $p = 0,007$). Среди пациентов, получивших тримеперидин, медианная доза в первые сутки составила 40 (40; 40) мг в обеих группах, различий не выявлено ($p = 1,000$).

Частота рикошетной боли составила 13,5 % в контроле, 1,6 % — в группе iPACK (ОР 0,116; 95% ДИ 0,013–1,064; $p = 0,057$).

Среднее время до вертикализации составило 143,9 мин (95% ДИ 129,0–158,9) в контроле, 130,2 мин (95% ДИ 120,6–139,9) — в группе iPACK; разница — 13,7 мин (95% ДИ –31,5 ... +4,1; $p = 0,131$), без статистически значимой разницы.

Частота послеоперационной тошноты и рвоты была низкой и не отличалась между группами (5,1 vs 3,0 %; RR 0,59; 95% ДИ 0,09–3,91; $p = 0,59$).

Удовлетворенность анестезией определена на уровне 9,77 в группе контроля, 9,93 — в группе iPACK; разница +0,161 (95% ДИ 0,016 –0,307; $p = 0,030$). Удовлетворенность послеоперационным обезбоживанием составила 4,78 и 4,8 балла соответственно в группах контроля и iPACK, разность — +0,022 (95% ДИ –0,131 ... +0,174; $p = 0,781$).

Нежелательные явления

В ходе мониторинга пациентов обеих групп в периоперационный период не было зарегистрировано ни одного случая системной токсичности местных анестетиков, повреждения сосудов или нервов, гематом в месте пункции, инфекционных осложнений, аллергических реакций и других связанных с блокадами осложнений.

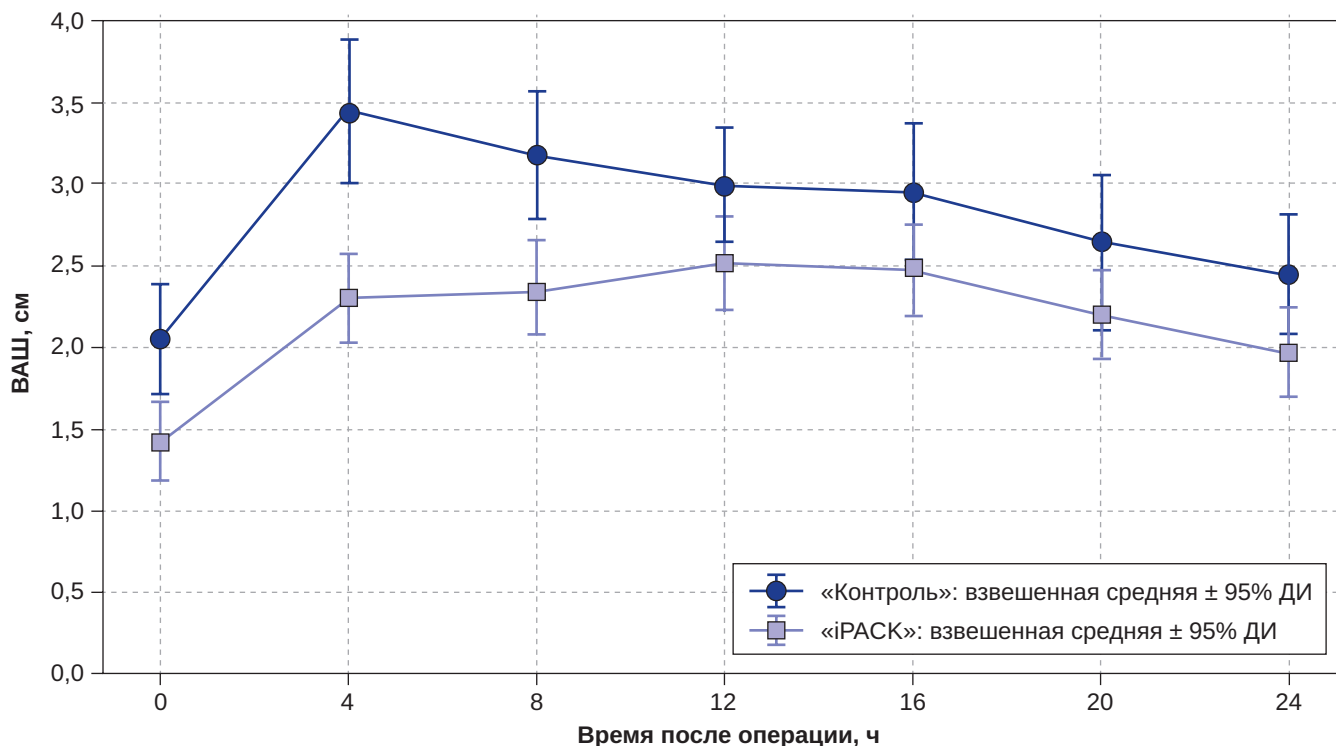


Рис. 3. Динамика боли при движении по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) в первые 24 ч после операции. Линейные графики демонстрируют взвешенные средние значения ± 95% ДИ для групп «Контроль» и «iPACK» в точках: «ВАШ 0» — до операции; «ВАШ 4» — через 4 ч после операции; «ВАШ 8» — через 8 ч; «ВАШ 12» — через 12 ч; «ВАШ 16» — через 16 ч; «ВАШ 20» — через 20 ч; «ВАШ 24» — через 24 ч после операции

Примечание: 95% ДИ — 95%-й доверительный интервал.

Fig. 3. Pain on Movement on the Visual Analogue Scale (VAS) during the First 24 Hours Postoperatively. Line graphs show weighted mean values ± 95 % confidence intervals for the Control and iPACK groups at the following time points: "VAS 0" indicates preoperative measurement; "VAS 4" at 4 h postoperatively; "VAS 8" at 8 h; "VAS 12" at 12 h; "VAS 16" at 16 h; "VAS 20" at 20 h; "VAS 24" at 24 h postoperatively

Note: 95% ДИ — 95% confidence interval.

Обсуждение

Учитывая задачи исследования, при которых мы сравнивали принципиально схожие методики анестезии, а также опыт предыдущих исследований и высокую эффективность метода ОА + БПК + ЛИА [6, 9], мы считаем основной полученный результат в виде относительного снижения болевой нагрузки приблизительно на 17,1 % в покое и приблизительно на 22,4 % в движении за первые сутки достаточным для обоснования дополнения iPACK-блока к методам анестезии при АПКС, а полученные результаты свидетельствуют о значимом вкладе седалищного нерва в формирование болевого синдрома после этой операции. Наблюдаемые значимые различия в динамике боли, преимущественно при нагрузке в первые 8–12 ч, указывают на превосходство техники БПК + iPACK в обеспечении более эффективного контроля боли при движении в ранний послеоперационный период. В результате пациенты достоверно позже нуждались в назначении анальгетиков. Добавление iPACK-блока откладывало необходимость применения анальгетика примерно на 2,3 ч, что согласуется со снижением интенсивности боли в ранние

часы, а потребность в применении опиоидов у пациентов этой группы была минимальной, вероятность назначения опиоидов была ниже на 89 % по сравнению с контрольной группой. Благодаря эффективному контролю боли наблюдалась тенденция к более ранней вертикализации, хотя различия и не достигли статистической значимости. Вероятно, это обусловлено достижением «потолочного» эффекта ERAS-протокола — около 130 мин.

Наши выводы подтверждаются исследованием Zeng et al. [11]: у пациентов с менее травматичной операцией, такой как артроскопическое восстановление мениска, добавление iPACK-блока снижало выраженность послеоперационной боли и частоту применения послеоперационной «анальгезии спасения». Сниженное потребление опиоидов и меньший болевой синдром также выявлены в исследовании Martin et al. [12], где сравнивалось применение БПК + iPACK против ЛИА, однако мы полагаем, что все используемые нами методики блокад периферических нервов должны быть включены в метод анестезии, включая ЛИА, с целью максимального воздействия на разные точки иннервации за счет сложной иннервации коленного сустава. Очередной хо-

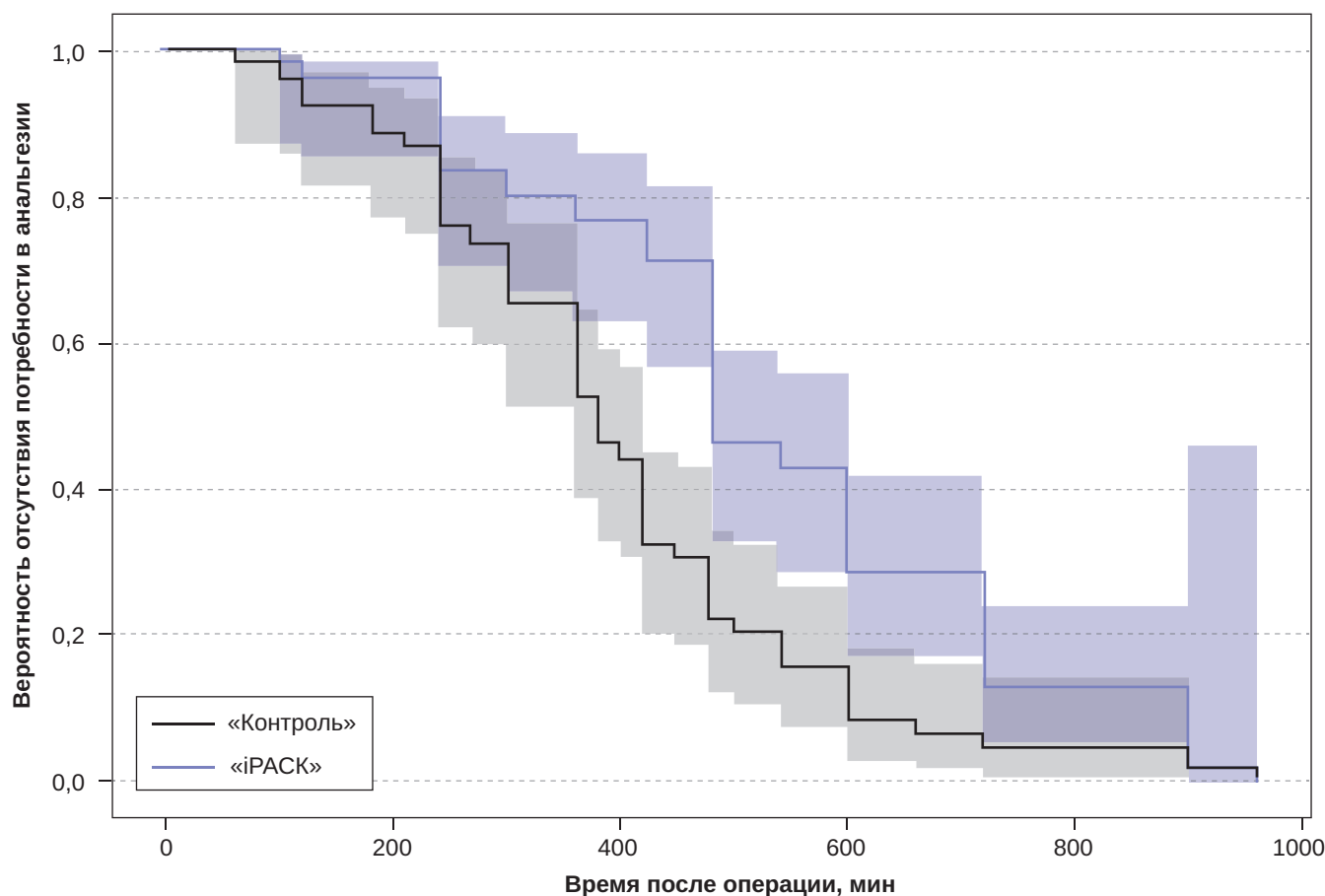


Рис. 4. Кривые Каплана—Мейера времени до первого запроса анальгетика в группах контроля и iPACK

Fig. 4. Kaplan-Meier Curves for Time to First Analgesic Request in Control and iPACK Groups

роший результат дополнения iРАСК-блока получен в работе Nagi Amer [17], где у пациентов на фоне спинальной анестезии сравнивались исходы БПК + iРАСК и БПК + ЛИА. Стоит отметить, что коллеги пролонгировали эффект блокад добавлением дексаметазона перинеурально в дозе 4 мг. Полученные результаты превосходят наши: средняя оценка по ВАШ — 0 баллов в течение 48 ч после операции в группе iРАСК и 32 ч до первого запроса на обезболивание. Это в группе iРАСК + БПК без ЛИА, что говорит о крайней необходимости и отличном эффекте назначения адекватного послеоперационного мультимодального режима обезболивания лечащим врачом. Так или иначе, мы придерживаемся мнения, что отказ от ЛИА и соответственно отказ от инфильтрации зоны забора донорского сухожилия с учетом многообразия донорских участков может провоцировать избыточную ноцицептивную импульсацию с этих зон и усиление болевого синдрома. Напротив, в исследовании Ferré F. et al. [18], где изучалось добавление iРАСК-блока к БПК при АПКС на фоне использования ЛИА, iРАСК-блок не дал значимых преимуществ в послеоперационном обезболивании и снижении дозы опиоидов. Возможно, разные исходы наших исследований связаны с разной дозой и объемом используемого местного анестетика. Мы использовали максимальную разовую дозу ропивакаина, согласно инструкции к препарату, в то время как суммарная доза ропивакаина на все блокады, включая ЛИА у Ferré F. et al., составила 120 мг. Такая же ситуация и с дозой послеоперационных опиоидов: при переводе использованного тримеперидина на оральный эквивалент морфина значения в нашем исследовании значимо ниже, чем у коллег, несмотря на объективно более эффективную схему послеоперационной анальгезии у Ferré F. et al.

Отдельно стоит оговориться о сознательном снижении объема используемого местного анестетика при ЛИА в исследуемой группе в нашем исследовании с целью соблюдения максимальной разовой дозы ропивакаина. Установлено, что минимально эффективным объемом местного анестетика при выполнении iРАСК-блока является объем в 17,99 мл [19]. Применение в нашем исследовании объема в 35 мл позволяет предположить, что это не повлияло на клинический эффект от блокады.

Для объективизации оценки рикошетной боли мы использовали модифицированную шкалу рикошетной боли [13], описанную выше. По данной формуле частота развития феномена составила 13,5 % в контрольной группе, 1,6 % — в группе iРАСК. Учитывая тот факт, что различия между группами находились на грани статистической значимости, мы можем предположить, что это указывает на тенденцию к снижению развития рикошетной боли под влиянием iРАСК-блока в связи с более выраженным эффектом снижения болевой нагрузки. Это согласуется с отсутствием выраженного усиления боли и потребления опиоидов, связанных с разрешени-

ем блокады, при использовании чисто сенсорных блокад, не связанных с моторным блоком [20].

Проведенное исследование не обнаружило клинически значимых неблагоприятных эффектов, требующих медицинского вмешательства или способных изменить исход исследования или лечения. В ходе мониторинга анестезиологических осложнений особое внимание уделялось частоте возникновения послеоперационной тошноты и рвоты. Статистический анализ продемонстрировал сопоставимый уровень данного показателя в обеих исследуемых группах (3,0 vs 5,1 % в контрольной группе). При реализации методик блокад периферических нервов не зафиксировано неблагоприятных событий, включая геморрагические осложнения, неврологическую дисфункцию или признаки системной токсичности местных анестетиков. Отсутствие каких-либо осложнений от применения БПК и ЛИА также отмечены в работе Xie Y. et al. [21], а от применения iРАСК-блока — в работах Tang X. et al. [22] и Albrecht E. et al. [23]. Важно отметить, что все использованные дозировки лекарственных средств находились в пределах терапевтического диапазона, регламентированного нормативными документами. Вместе с тем для формирования исчерпывающих выводов относительно профиля безопасности применяемой методики требуется расширение выборки пациентов и увеличение периода проспективного наблюдения. Это позволит адекватно оценить потенциальные отсроченные эффекты вмешательства, включая вероятность формирования хронического болевого синдрома.

Ограничения исследования

Наше исследование имеет ряд ограничений, которые следует учитывать при интерпретации результатов. Во-первых, отсутствие истинной рандомизации представляет методологическую особенность и может повышать риск систематического смещения, несмотря на применение методов сопоставления групп. Во-вторых, изучаемые методики регионарной анестезии обладают близкой эффективностью, что уменьшает величину выявляемого эффекта и повышает требования к мощности исследования. Тем не менее исследуемый метод является безопасным, мало трудоемким, и наблюдается снижение послеоперационной боли остается клинически значимым.

Низкий анестезиологический риск пациентов (ASA I–II) ограничивает вариабельность клинической картины, а отсутствие «ослепления» пациентов могло оказать влияние на субъективные оценки боли, несмотря на стандартизированный сбор данных. Проведение исследования в одном центре также ограничивает обобщаемость результатов и требует подтверждения данных в многоцентровых или рандомизированных исследованиях. Важным ограничением исследования является использование разного объема ЛИА в контрольной

и исследуемых группах, что само по себе может влиять на интенсивность боли.

Дополнительно по организационным причинам парацетамол не применялся в составе мультимодальной анальгезии в обеих группах в послеоперационный период. Это не влияло на сравнение методик между собой, однако могло способствовать более высокой выраженности абсолютных значений боли по сравнению с исследованиями, где парацетамол использовался как компонент базовой терапии.

Несмотря на перечисленные ограничения, результаты отражают реальную клиническую практику и предоставляют надежную информацию о сравнительной эффективности исследуемых методик.

Потенциальные источники систематической ошибки

В исследовании потенциальные источники систематической ошибки связаны прежде всего с использованием исторической контрольной группы и отсутствием истинной рандомизации. Сравнение с историческими данными может сопровождаться влиянием временных факторов: изменений в организации лечебного процесса, взаимодействия хирургической и анестезиологической бригад или иных внешних условий. Однако в период включения пациентов протоколы анестезиологического и хирургического ведения, состав операци-

онных и анестезиологических команд, а также критерии включения оставались неизменными.

Отсутствие рандомизации компенсировалось применением псевдорандомизации, что снижало вероятность систематического смещения за счет учета основных клинически значимых переменных. Кроме того, отсутствие ослепления пациентов могло повлиять на оценку такого субъективного параметра, как боль, что также является источником возможной предвзятости.

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует, что добавление iPАСК-блока к исходно высокоэффективной методике сочетанной анестезии ОА + БПК + ЛИА позволило достоверно снизить оценку болевого синдрома, увеличить время до первого требования анальгетика, а также значимо снизить вероятность назначения опиоидных препаратов у пациентов, перенесших АПКС, продемонстрировав благоприятный профиль безопасности.

Основным выводом нашей работы является то, что полученные результаты исследования поддерживают целесообразность включения iPАСК-блока в комбинацию с БПК и ЛИА с целью обеспечения наилучшей терапевтической эффективности через воздействие на все ключевые точки иннервации коленного сустава.

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

Disclosure. The authors declare no competing interests.

Вклад авторов. Все авторы в равной степени участвовали в разработке концепции статьи, получении и анализе фактических данных, написании и редактировании текста статьи, проверке и утверждении текста статьи.

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Этическое утверждение. Проведение исследования одобрено на заседании локального этического комитета при онкологическом центре № 1 ГБУЗ «ГКБ

им. С.С. Юдина» ДЗМ (выписка из Протокола № 3.2024 от 28.06.2024).

Ethics approval. The study was approved by the Local Ethics Committee at Oncology Center No. 1 of Moscow City Hospital named after S.S. Yudin, Moscow Healthcare Department (extract from Protocol No. 3.2024 dated June 28, 2024).

Информация о финансировании. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Декларация о наличии данных. Данные в полной мере представлены в статье, не генерировались, доступны через корреспондирующего автора.

Data Availability Statement. All data are fully presented in the article, were not generated separately, and are available from the corresponding author upon request.

ORCID авторов:

Горелов Д.В. — 0000-0001-9554-2942

Политов М.Е. — 0000-0003-0623-4927

Бабаянц А.В. — 0000-0003-3072-3237

Игнатенко О.В. — 0000-0002-6353-2552

Петровский В.Ф. — 0009-0006-1561-1033

Овечкин А.М. — 0000-0002-3453-8699

Литература/References

- [1] *Cavanaugh J.T., Powers M.* ACL Rehabilitation Progression: Where Are We Now? *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2017; 10(3): 289–96. DOI: 10.1007/s12178-017-9426-3
- [2] *Hurley E.T., Danilkowicz R.M., Toth A.P.* Editorial Commentary: Postoperative Pain Management After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Can Minimize Opioid Use and Allow Early Rehabilitation. *Arthroscopy.* 2023; 39(5): 1296–8. DOI: 10.1016/j.arthro.2023.01.018
- [3] Data Bridge Market Research. Cruciate ligament repair procedures market — global market — industry trends and forecast to 2030. Accessed: October 12, 2025. <https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-cruciate-ligament-repair-procedures-market>
- [4] *Gerbershagen H.J., Aduckathil S., van Wijck A.J., et al.* Pain intensity on the first day after surgery: a prospective cohort study comparing 179 surgical procedures. *Anesthesiology.* 2013; 118(4): 934–44. DOI: 10.1097/ALN.0b013e31828866b3
- [5] *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; 18(1): 5–16. [Gorelov D.V., Babayants A.V., Ovechkin A.M. 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 (In Russ)] DOI: 10.17816/RA624428
- [6] *Горелов Д.В., Овечкин А.М., Бабаянц А.В. и др.* Оценка спинальной анестезии как метода анестезиологического обеспечения артроскопической пластики крестообразных связок: одноцентровое проспективное когортное исследование. Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2024; 18(4): 323–33. [Gorelov D.V., Ovechkin A.M., Babayants A.V., et al. Spinal anesthesia as a method of choosing anesthetic support for arthroscopic cruciate ligament repair and its effect on postoperative analgesia: single-center prospective cohort study. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management.* 2024; 18(4): 323–33 (In Russ)]. DOI: 10.17816/ra634534
- [7] *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): 181–6. DOI: 10.4103/aer.aer_93_22
- [8] *Walczak B.E., Bernardoni E.D., Steiner Q., et al.* Effects of general anesthesia plus multimodal analgesia on immediate perioperative outcomes of hamstring tendon autograft ACL reconstruction: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *JB JS Open Access.* 2023; 8(1). DOI: 10.2106/JBJS.OA.22.00144
- [9] *Горелов Д.В., Овечкин А.М., Бабаянц А.В. и др.* Сравнение спинальной и общей анестезии в сочетании с блокадой приводящего канала и локальной инфльтрационной анестезией при артроскопической пластике крестообразных связок: рандомизированное контролируемое исследование. *Анестезиология и реаниматология.* 2025; 5: 49–57. [Gorelov D.V., Ovechkin A.M., Babayants A.V., et al. Comparison of spinal and general anesthesia in combination with adductor canal block and local infiltration anesthesia in arthroscopic cruciate ligament surgery: a randomized controlled trial. *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology.* 2025; 5: 49–57 (In Russ)]. DOI: 10.17116/anaesthesiology202505149
- [10] *Kampitak W., Tanavalee A., Ngarmukos S., et al.* Motor-sparing effect of iPACK (interspace between the popliteal artery and capsule of the posterior knee) block versus tibial nerve block after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *Reg Anesth Pain Med.* 2020; 45(4): 267–76. DOI: 10.1136/rapm-2019-100895
- [11] *Zeng J., Yang X., Lei H., et al.* Enhanced postoperative pain management and mobility following arthroscopic knee surgery: a comparative study of adductor canal block with and without iPACK block. *Med Sci Monit.* 2024; 30. DOI: 10.12659/msm.943735
- [12] *Martin R., Kirkham K.R., Ngo T.H.N., et al.* Combination of femoral triangle block and infiltration between the popliteal artery and the capsule of the posterior knee (iPACK) versus local infiltration analgesia for analgesia after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled triple-blinded trial. *Reg Anesth Pain Med.* 2021; 46(9): 763–8. DOI: 10.1136/rapm-2021-102631
- [13] *Hamilton D.L.* Rebound pain: distinct pain phenomenon or nonentity? *Br J Anaesth.* 2021; 126(4): 761–3. DOI: 10.1016/j.bja.2020.12.034
- [14] *Синбухова Е.В., Лубнин А.Ю., Данилов Г.В. и др.* Удовлетворенность пациентов анестезией. *Анестезиология и реаниматология.* 2019; 1: 50–6 [Sinbukhova E.V., Lubnin A.Yu., Danilov G.V., et al. Patient's satisfaction with anesthesia. *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology.* 2019; 1: 50–6 (In Russ)] DOI: 10.17116/anaesthesiology201901150
- [15] *Hudak P.L., Wright J.G.* The characteristics of patient satisfaction measures. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000; 25(24):3167–77. DOI: 10.1097/00007632-200012150-00012
- [16] *Chesnaye N.C., Stel V.S., Tripepi G., et al.* An introduction to inverse probability of treatment weighting in observational research. *Clin Kidney J.* 2021;15(1):14–20. DOI: 10.1093/ckj/sfab158
- [17] *Amer N.* Combined adductor canal and i-PAK blocks is better than combined adductor canal and periarticular injection blocks for painless ACL reconstruction surgery. *Journal of Anesthesia & Critical Care Open Access.* 2018; 10(4). DOI: 10.15406/jaccoa.2018.10.00381
- [18] *Ferré F., Boussaguet L., Vari N., et al.* Comparison of femoral triangle plus iPACK blocks with femoral triangle block alone for anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled clinical trial on postoperative pain and knee function. *Reg Anesth Pain Med.* 2025; DOI: 10.1136/rapm-2024-106108
- [19] *Wang Q., Ma T., Hu J., Yang J., Kang P.* Minimum effective volume of ropivacaine for ultrasound-guided adductor canal + iPACK block in total knee arthroplasty: A double-blind, randomized dose-finding trial. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2023; 31(1): 10225536231161873. DOI: 10.1177/10225536231161873
- [20] *Muñoz-Leyva F., Cubillos J., Chin K.J.* Managing rebound pain after regional anesthesia. *Korean J Anesthesiol.* 2020; 73(5): 372–83. DOI: 10.4097/kja.20436

- [21] 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): 543–52. DOI: 10.1007/s40122-023-00482-5
- [22] Tang X., Wang D., Mou P., et al. Addition of Infiltration Between the Popliteal Artery and the Capsule of the Posterior Knee (IPACK) to Local Infiltration Analgesia for Total Knee Arthroplasty: A Prospective Randomized Controlled Trial. *J Arthroplasty.* 2023; 38(8): 1484–92. DOI: 10.1016/j.arth.2023.01.010
- [23] Albrecht E., Wegrzyn J., Dabetic A., El-Boghdady K. The analgesic efficacy of iPACK after knee surgery: A systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis. *J Clin Anesth.* 2021; 72: 110305. DOI: 10.1016/j.jclinane.2021.110305