

DOI: <https://doi.org/10.17816/RA623946>

Сравнительная оценка двух методов продлённой блокады бедренного нерва с использованием эластомерной помпы после эндопротезирования коленного сустава: проспективное рандомизированное контролируемое исследование

С.В. Крылов^{1, 2}, И.Н. Пасечник²¹ Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия;² Центральная государственная медицинская академия, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Число операций по эндопротезированию коленного сустава (ЭКС) ежегодно растёт. Вмешательства сопряжены с развитием выраженного болевого синдрома. Вопрос выбора оптимального способа периоперационной аналгезии у пациентов до сих пор остаётся дискуссионным. Использование регионарной аналгезии, в том числе продлённой, позволяет обеспечить высокое качество обезболивания и повысить удовлетворённость пациентов. Современные эластомерные помпы (ЭП) дают возможность проведения пролонгированной проводниковой аналгезии, что значительно расширяет возможности периоперационного обезболивания.

Цель. Оценить эффективность продлённой блокады бедренного нерва (ББН) при использовании ЭП с болюсом и без него после ЭКС.

Материалы и методы. В проспективное рандомизированное контролируемое исследование были включены 75 пациентов, которых разделили на 2 клинические группы: группа 1 ($n=36$) — пациенты, которым осуществлялась продлённая регионарная аналгезия с использованием ЭП с регулируемой скоростью введения без болюса; группа 2 ($n=39$) — лица, которым осуществлялась продлённая регионарная аналгезия с использованием ЭП с возможностью введения болюса. В послеоперационном периоде оценивали интенсивность болевого синдрома в покое и при движении через 6–12–24–48 ч, регистрировали потребность в назначении наркотических анальгетиков, расход местного анестетика при различных вариантах продолженной регионарной аналгезии, функцию четырёхглавой мышцы бедра и пройденное пациентами расстояние после оперативного вмешательства в первые 2 сут.

Результаты. Выраженность боли в покое и при движении между группами за период наблюдения не имела статистически значимых различий ($p=0,213$). Дополнительного назначения наркотических анальгетиков не потребовалось. Расход местного анестетика был ниже у пациентов 2-й группы (группа 1 — $384\pm 33,4$, группа 2 — $237\pm 25,1$ мл; $p=0,031$). У пациентов 2-й группы отмечены бо́льшая активность в разгибании коленного сустава и, как следствие, большее пройденное расстояние после операции.

Заключение. Продемонстрировано, что использование ЭП с болюсом обеспечивает адекватный уровень аналгезии и лучшее функциональное восстановление у пациентов после ЭКС в сравнении с лицами без введения болюса. Эта методика может быть рекомендована как компонент программы ускоренного восстановления.

Ключевые слова: блокада бедренного нерва; эндопротезирование коленного сустава; эластомерная помпа.

Как цитировать:

Крылов С.В., Пасечник И.Н. Сравнительная оценка двух методов продлённой блокады бедренного нерва с использованием эластомерной помпы после эндопротезирования коленного сустава: проспективное рандомизированное контролируемое исследование // Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2024. Т. 18, № 1. С. 53–62. DOI: <https://doi.org/10.17816/RA623946>

DOI: <https://doi.org/10.17816/RA623946>

Comparative evaluation of two methods of prolonged femoral nerve block using an elastomeric pump after knee arthroplasty: a prospective randomized controlled study

Sergey V. Krylov^{1,2}, Igor N. Pasechnik²

¹ Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia;

² Central State Medical Academy, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The number of knee arthroplasty (KA) surgeries is increasing annually. These surgeries are associated with severe pain. The optimal method of choice in perioperative analgesia in these patients remains controversial. The use of regional analgesia, including prolonged analgesia, allows for high pain relief and increased patient satisfaction. Modern elastomeric pumps (EP) provide prolonged conduction analgesia, which significantly expands the possibilities of perioperative pain relief.

OBJECTIVE: To evaluate the effectiveness of prolonged femoral nerve block using EP with and without bolus after KA.

MATERIALS AND METHODS: This prospective randomized study included 75 patients who were divided into two clinical groups: group 1 ($n=36$), patients who received prolonged regional analgesia using EP with controlled injection without bolus, and group 2 ($n=39$), patients who received prolonged regional analgesia using EP with bolus. In the postoperative period, the level of pain at rest and during movement was assessed after 6, 12, 24, and 48 hours as well as the need for opioid analgesics, consumption of local anesthetic for various options of continued regional analgesia, quadriceps femoris muscle function, and distance traveled by patients after surgery in the first 2 days.

RESULTS: No significant differences were noted in pain level at rest and during movement in the observation period between the groups ($p=0.213$). No additional prescription of opioid analgesics was required. Local anesthetic consumption was lower in group 2 (group 1.384±33.4 ml; group 2.237±25.1 ml; $p=0.031$). Patients in group 2 had greater activity in knee extension and, thus, greater distance traveled after surgery.

CONCLUSION: The use of EP with a bolus has been demonstrated to provide adequate levels of analgesia and better functional recovery in patients with bolus after KA than in patients without bolus. This technique is recommended as a component of enhanced recovery program after surgery.

Keywords: femoral nerve block; knee replacement; elastomeric pump.

To cite this article:

Krylov SV, Pasechnik IN. Comparative evaluation of two methods of prolonged femoral nerve block using an elastomeric pump after knee arthroplasty: a prospective randomized controlled study. *Regional anesthesia and acute pain management*. 2024;18(1):53–62. DOI: <https://doi.org/10.17816/RA623946>

Received: 28.11.2023

Accepted: 16.01.2024

Published Online: 15.02.2024

ОБОСНОВАНИЕ

Число операций по эндопротезированию коленного сустава (ЭКС) ежегодно увеличивается [1]. Выполнение этих хирургических вмешательств позволяет восстановить функцию коленного сустава, вернуть пациента к его обычной деятельности и избавить от боли. Однако сама операция на коленном суставе сопряжена с развитием выраженного болевого синдрома в периоперационном периоде. Выбор оптимального метода послеоперационной анальгезии играет большую роль в вопросе раннего восстановления, профилактики осложнений и в конечном итоге во многом определяет благоприятный исход лечения. Однако очевидно, что ранняя реабилитация возможна только в том случае, когда пациент получает адекватное обезболивание после операции [2].

В последние десятилетия регионарную анестезию активно применяют в схеме послеоперационного обезболивания в травматологии и ортопедии. В различных работах продемонстрировано, что блокада бедренного нерва (ББН) после ЭКС позволяет добиться адекватного уровня анальгезии и уменьшить число назначаемых наркотических анальгетиков [3]. Эффективное обезболивание с использованием ББН в схеме послеоперационной анальгезии после ЭКС может способствовать ранней реабилитации и ускоренному восстановлению пациентов [4].

Появление наборов для осуществления продолженной проводниковой анальгезии позволило сместить вектор выполнения периферических блокад от однократных к продлённым. Наличие такого средства доставки местного анестетика (МА), как эластомерные помпы (ЭП), позволило значительно расширить возможности проведения продлённой регионарной анальгезии в послеоперационном периоде. Однако следует отметить тот факт, что вопрос выбора метода инфузии МА с использованием ЭП до сих пор остаётся предметом исследования многих авторов [5, 6].

Непрерывная инфузия МА позволяет обеспечить адекватный уровень периоперационной анальгезии, но если речь идёт о продлённой ББН, то с увеличением скорости введения МА возрастает вероятность развития слабости четырёхглавой мышцы бедра, которая может замедлить восстановление и увеличить риск падения пациента [7–9].

Появление ЭП с возможностью введения дополнительного болюса даёт пациенту возможность самостоятельно принимать активное участие в обезболивании, а также дополнительно осуществлять упреждающую анальгезию при активизации и занятии физиотерапией.

В российской литературе отсутствует достаточное количество работ и данных, которые свидетельствовали бы о преимуществах того или иного метода использования ЭП, что и послужило основанием для проведения настоящего исследования.

Цель исследования — оценить эффективность продлённой ББН на основе контролируемой пациентом анальгезии с использованием ЭП с базовой инфузией

МА и возможностью введения дополнительного болюса пациентом в сравнении с ЭП базовой инфузией МА без болюса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено проспективное рандомизированное контролируемое исследование.

Процедура рандомизации

В исследование были включены 75 пациентов, которым в плановом порядке выполняли оперативное вмешательство в объёме первичного тотального ЭКС. Пациенты были рандомизированы методом конвертов (непосредственно перед операцией пациент из 2 конвертов выбирал 1, в котором было написано в какую группу будет включен пациент при выполнении исследования) на 2 клинические группы: 1-я ($n=36$) и 2-я ($n=39$).

Критерии соответствия

Критерии включения:

- наличие письменного добровольного информированного согласия на участие в исследовании и публикацию полученных результатов, соблюдая принцип конфиденциальности;
- отсутствие противопоказаний к регионарной анестезии;
- способность к сотрудничеству на этапах исследования.

Критерии невключения:

- отказ пациента от участия в исследовании;
- наличие коагулопатии;
- употребление наркотических препаратов в анамнезе;
- когнитивные нарушения.

Критерии исключения: изменение вида анестезиологического обеспечения с переходом на общую анестезию в связи с техническими трудностями при выполнении спинальной анестезии.

Условия проведения и продолжительность исследования

Работу выполняли в период с апреля 2023 по август 2023 года на базе отделения анестезиологии-реанимации № 2 ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» (Москва).

Анализ в подгруппах

Участников исследования разделили на 2 клинические группы: 1-я группа ($n=36$) — пациенты, которым осуществляли продлённую ББН с использованием ЭП с регулируемой скоростью введения без болюса; 2-я группа ($n=39$) — больные, которым выполняли продлённую ББН с использованием ЭП с возможностью введения болюса.

Описание медицинского вмешательства

Оперативное вмешательство

Все операции выполняли в условиях спинальной анестезии. При изменении вида анестезии (технические трудности при выполнении спинальной анестезии) пациентов предполагалось исключить из исследования, однако таких случаев зарегистрировано не было. При поступлении пациента в операционную осуществляли Гарвардский стандарт анестезиологического мониторинга, включающий регистрацию частоты сердечных сокращений, электрокардиографию, неинвазивное измерение артериального давления, анализ насыщения крови кислородом, термометрию.

После предварительной инфузии 500 мл изотонического раствора в асептических условиях выполняли спинальную анестезию на уровне $L_{III}-L_{IV}$. Интратекально вводили 12,5 мг изобарического раствора бупивакаина (АО «Новосибхимфарм», Россия). Гипнотический эффект достигался постоянной инфузией пропофола (Фрезениус Каби, Германия) со скоростью 2–3 мг/кг в час. По окончании операции и восстановления сознания пациентов переводили в палату пробуждения для послеоперационного наблюдения. Перед переводом в операционную осуществляли катетеризацию бедренного нерва. Через 2 ч динамического наблюдения пациентов переводили в профильное отделение, где начинали инфузию МА с использованием ЭП. С участниками исследования при поступлении в профильное отделение проводили беседу, в которой освещали принципы работы ЭП и вариант послеоперационного обезболивания, который будет использован у данного пациента. В постоянном режиме имела возможность вызова медицинского персонала в случае возникновения

вопросов относительно проводящейся продлённой анальгезии.

Выполнение катетеризации бедренного нерва

Во избежание возможных технических нюансов (опыт выполнения регионарной анестезии под ультразвуковой навигацией и умение выполнения катетеризации нервов) регионарную анестезию выполнял один и тот же анестезиолог-реаниматолог. Катетеризацию бедренного нерва проводили в асептических условиях с использованием ультразвукового аппарата "Samsung HM70" (Samsung Medical, Южная Корея) и стерильного одноразового набора для продлённой проводниковой анестезии Контиплекс Туохи (B. Braun, Германия). Линейный датчик с частотой 15 МГц устанавливали на уровень паховой складки для визуализации бедренной артерии и вены, бедренного нерва (рис. 1).

После идентификации бедренного нерва с латеральной стороны с использованием изолированной иглы для проводниковой анестезии по методу «игла в плоскости ультразвукового луча» подходили к нижней части бедренного нерва и осуществляли инъекцию 5 мл 0,2% ропивакаина (рис. 2).

По игле устанавливали катетер так, чтобы он находился в 2 см перинеурально у бедренного нерва (рис. 3).

После окончания процедуры катетер фиксировали к коже лейкопластырем (рис. 4).

В послеоперационном периоде использовали мультимодальную анальгезию. Пациентам назначали парацетамол в дозе 1 г 3 раза/сут в комбинации с кеторолаком (30 мг 3 раза в день). При неэффективности 1-й линии терапии имела возможность назначения опиоидного анальгетика (2% тримеперидин).

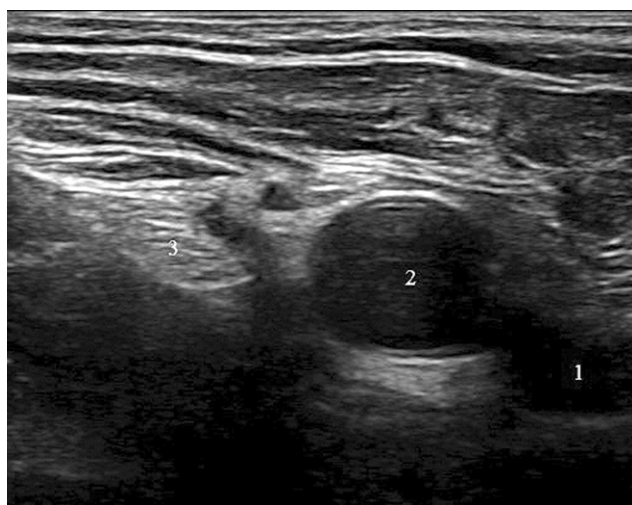


Рис. 1. Ультразвуковая картина бедренного нерва.

Примечание. 1 — бедренная вена, 2 — бедренная артерия, 3 — бедренный нерв.

Fig. 1. Ultrasound image of the femoral nerve.

Note. 1 — femoral vein, 2 — femoral artery, 3 — femoral nerve.

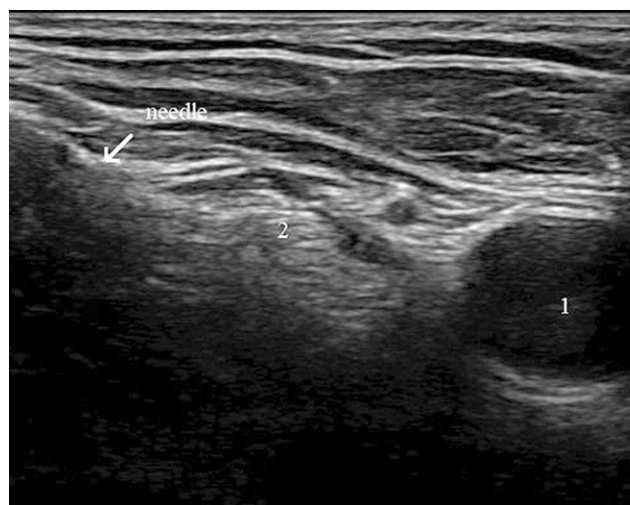


Рис. 2. Позиционирование иглы к бедренному нерву.

Примечание. 1 — бедренная артерия, 2 — бедренный нерв.

Fig. 2. Positioning the needle to the femoral nerve.

Note. 1 — femoral artery, 2 — femoral nerve.

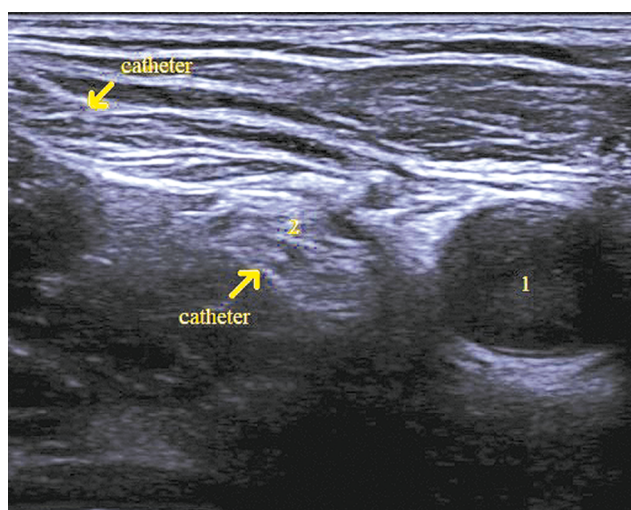


Рис. 3. Катетер у бедренного нерва.

Примечание. 1 — бедренная артерия, 2 — бедренный нерв.

Fig. 3. Femoral nerve catheter.

Note. 1 — femoral artery, 2 — femoral nerve.



Рис. 4. Фиксация катетера.

Fig. 4. Fixation of the catheter.

В качестве МА для продлённой проводниковой анальгезии в исследовании использовали 0,2% ропивакаин (Фрезениус Каби, Германия). В работе применяли эластомерную помпу (ЭП) "Accufuser M8P" (ООО «ВУ ЯНГ МЕДИКАЛ РУС», Корея). Первоначальное заполнение ЭП в обеих группах составило 300 мл МА.

Начальная базовая инфузия МА в перинеуральный катетер устанавливалась со скоростью 4 мл/ч. ЭП имела диапазон инфузии 4–12 мл/ч. Особенность ЭП у пациентов 2-й группы заключалась в том, что у них имелась возможность осуществления дополнительного болюса в установленном объёме 2 мл МА с фиксированным временем блокировки болюса 15 мин.

Исходы исследования

Основной исход исследования

Первичными результатами в исследовательской работе считали оценку интенсивности болевого синдрома в покое и при движении через 6–12–24–48 ч, используя визуальную аналоговую шкалу (ВАШ) от 1 до 10 баллов, где 0 баллов — нет боли, 1–3 балла — слабая боль, 4–6 баллов — умеренная боль, 7–9 баллов — очень сильная боль, 10 баллов — нестерпимая боль. Также регистрировали потребность в назначении опиоидных анальгетиков пациентам исследуемых групп.

Дополнительные исходы исследования

Дополнительные исходы исследования включали анализ расхода МА при различных вариантах продленной анальгезии, а также оценку функции четырёхглавой мышцы бедра и пройденное пациентами расстояние после операции.

Методы регистрации исходов

Используя гониометрию, оценивали силу четырёхглавой мышцы бедра с регистрацией показателей до и через 6–12–24–48 ч после операции. Тест «встань и иди», который применяли для оценки расстояния, пройденного пациентами, заключался в том, что пациентам предлагалось встать с кровати и пройти максимальное расстояние вперёд до появления каких-либо жалоб или при необходимости остановиться и присесть на стул.

Этическая экспертиза

Исследование выполнено в рамках диссертационной работы, проведение которой было одобрено на заседании Локального этического комитета ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» (протокол № 4/2021 от 20.11.2021).

Статистический анализ

Принципы расчёта размера выборки

Первоначально размер выборки не рассчитывался по причине ограниченного количества предоставленных эластомерных помп для выполнения исследования. Ретроспективно, проведя расчет выборки, получили данные, что для 95% уровня мощности и предельно допустимой ошибки 5%, а также наличия 75 помп для проведения работы объём выборки составил 63 пациента.

Статистические методы

Статистический анализ выполнен с использованием пакета программ "Microsoft Excel" (Microsoft Corp., США) и "STATISTICA v. 8.0" (StatSoft Inc., США). Нормальные показатели представлены в виде абсолютных значений (n) с долей от общего числа наблюдений (%). Данные представлены

в виде среднего арифметического значения и стандартного отклонения ($M \pm \sigma$). Для определения характера распределения использовали критерий Шапиро–Уилка. При нормальном распределении группы оценивали, используя t -критерий Стьюдента. При распределении, отличном от нормального, группы сравнивали, применяя U -критерий Манна–Уитни. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Участники исследования

Клинико-демографические показатели пациентов на момент включения в исследование представлены в табл. 1. Статистически значимых различий по антропометрическим данным, возрасту и интенсивности болевого синдрома до операции не зафиксировано. В исследовании преобладали пациенты женского пола с I и II классом состояния по ASA (ASA — классификация Американского общества анестезиологов — анестезиологическая оценка физического состояния пациента перед операцией).

Основные результаты исследования

Объём оперативного вмешательства, длительность операции и объём интраоперационной кровопотери не имели значимых различий между группами ($p=0,317$).

Результаты оценки интенсивности боли в покое и при движении после операции представлены в табл. 2.

Значимых различий по уровню статической и динамической боли в исследуемые промежутки времени между группами не зарегистрировано ($p > 0,05$).

Учитывая, что у пациентов был достигнут адекватный уровень послеоперационной аналгезии, опиоидные анальгетики не назначали ни одному из них.

При анализе количества используемого МА между группами было показано, что у пациентов с ЭП и дополнительным болюсом суммарный расход МА был статистически значимо ниже, чем у пациентов без болюса спустя 48 ч наблюдения (группа 1 — $384 \pm 33,4$, группы 2 — $237 \pm 25,1$ мл; $p=0,031$).

Таблица 1. Исходные показатели пациентов

Table 1. Patient baseline

Показатель	Группа 1 (n=36)	Группа 2 (n=39)
Рост, см	$168 \pm 14,3$	$164 \pm 12,1$
Вес, кг	$83 \pm 10,7$	$88 \pm 12,4$
Возраст, лет	$61 \pm 9,4$	$57 \pm 10,2$
Пол, муж. / жен.	12/24	10/29
Болевой синдром до операции, баллы	$3,1 \pm 0,9$	$2,5 \pm 0,7$
ASA I/II/III	5/20/11	3/23/13

Примечание. ASA — анестезиологическая оценка физического статуса пациента.

Note. ASA — anesthetic assessment of the patient's physical status.

При изучении возможности активного разгибания в коленном суставе установлено, что показатели разгибания в коленном суставе выше у пациентов с использованием ЭП с болюсом, чем у пациентов без болюса. Необходимо отметить, что исходные показатели, измеренные до операции, не имели различий между группами ($p=0,144$). Данные продемонстрированы в табл. 3.

При анализе расстояния, пройденного пациентами, продемонстрировано, что пациенты 2-й группы смогли пройти большее расстояние, чем больные 1-й группы. Результаты отражены на рис. 5.

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что использование продленной ББН с использованием ЭП позволяет добиться адекватного уровня обезболивания при ЭКС. Продленная регионарная

Таблица 2. Выраженность боли в покое и при движении

Table 2. Level of pain at rest and in movement

Время	Группа 1 (n=36)	Группа 2 (n=39)
ВАШ в покое, баллы		
6 ч	$1,5 \pm 0,4$	$1,3 \pm 0,2$
12 ч	$1,3 \pm 0,3$	$1,2 \pm 0,3$
24 ч	$1,4 \pm 0,5$	$1,5 \pm 0,4$
48 ч	$1,4 \pm 0,4$	$1,6 \pm 0,3$
ВАШ при движении, баллы		
6 ч	$1,4 \pm 0,4$	$1,1 \pm 0,5$
12 ч	$1,7 \pm 0,5$	$1,8 \pm 0,3$
24 ч	$1,6 \pm 0,3$	$1,7 \pm 0,5$
48 ч	$1,7 \pm 0,6$	$1,9 \pm 0,4$

Примечание. ВАШ — визуальная аналоговая шкала.

Note. ВАШ — a visual analogue scale.

Таблица 3. Показатели разгибания в коленном суставе в градусах

Table 3. Indicators of extension in the knee joint in degrees

Время	Группа 1 (n=36)	Группа 2 (n=39)
До операции		
0 ч	$76 \pm 7,8$	$72 \pm 6,2$
После операции		
6 ч	$38 \pm 5,3$	$67 \pm 5,7^*$
12 ч	$43 \pm 6,7$	$71 \pm 4,6^*$
24 ч	$48 \pm 5,1$	$76 \pm 5,9^*$
48 ч	$47 \pm 5,8$	$75 \pm 5,6^*$

Примечание. * $p < 0,05$.

Note. * $p < 0.05$.

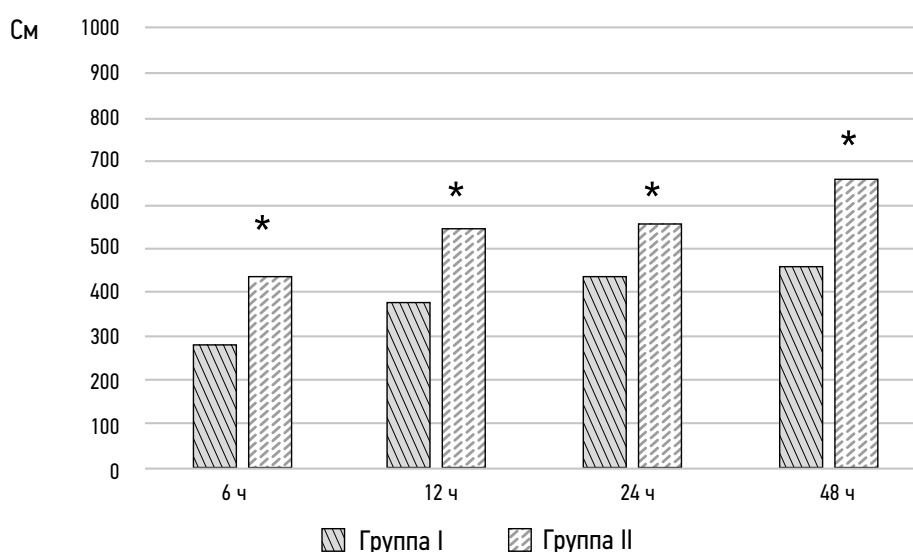


Рис. 5. Расстояние, пройденное пациентами после операции.

Примечание. * $p < 0,05$.

Fig. 5. Distance traveled by patients after surgery.

Note. * $p < 0.05$.

аналгезия даёт возможность уменьшить количество используемых наркотических анальгетиков после операции. Применение ЭП с возможностью болюса улучшает функциональное восстановление коленного сустава и двигательную активность в послеоперационном периоде в сравнении с ЭП без болюса. Снижение количества МА при использовании ЭП с болюсом позволяет повысить безопасность применения МА и обладает положительным экономическим эффектом.

Обсуждение основного результата исследования

В настоящее время регионарная анестезия продолжает активно развиваться в различных областях хирургии, в том числе в травматологии и ортопедии. И если раньше её использование ограничивалось выполнением однократных блокад, то сейчас с появлением наборов для продолженной регионарной анальгезии и ЭП появилась возможность увеличивать время проведения обезболивания на более продолжительный период.

В связи с ежегодным увеличением числа ортопедических операций на коленном суставе анестезиологи и клиницисты проявляют высокий интерес к вопросам анальгезии и ранней активизации в послеоперационном периоде [10]. Продолжается поиск наиболее эффективного и безопасного метода периоперационного обезболивания после ЭКС [11, 12].

Основным плюсом продлённой блокады периферических нервов является возможность использования этого метода в течение нескольких дней, что можно считать неоспоримым преимуществом перед однократными блокадами, длительность которых ограничивается объёмом и концентрацией используемого МА.

В нашем исследовании не отмечено различий по интенсивности боли в покое и при движении во всех временных интервалах в исследуемых группах, что свидетельствует о том, что продлённая проводниковая анальгезия с использованием ЭП позволяет обеспечить адекватное обезболивание на протяжении 48 ч после ЭКС. Таким образом, наши результаты согласуются с данными других исследований, которые демонстрируют, что выполнение продлённой блокады периферических нервов с использованием ЭП позволяет снизить уровень статической и динамической боли в первые 72 ч после ЭКС в сравнении с однократными блокадами [12].

При анализе данных литературы мы не смогли найти однозначного ответа на вопрос, какой метод периневральной инфузии с использованием ЭП является наиболее эффективным [5].

В исследовании J. Aguirre и соавт. было доказано, что базальная непрерывная инфузия МА позволяет снизить вероятность развития прорывных болей несмотря на то, что выраженность болевого синдрома может оказаться весьма вариабельной [13].

Нами отмечено, что пациентам с ЭП без болюса было необходимо увеличение скорости инфузии МА в 2 раза от исходной для достижения адекватной анальгезии, в то время как лицам с ЭП с болюсом увеличения базовой скорости инфузии не потребовалось. Исходя из этого, общий расход МА был значимо больше у пациентов 1-й группы без болюса, что, в свою очередь, увеличивает фармакологическую нагрузку для пациента и в конечном итоге повышает стоимость лечения.

Возможность введения дополнительного болюса при применении ЭП позволяет пациенту активно участвовать в процессе периоперационного

обезболивания. Добавление самостоятельных болюсов даёт шанс улучшить качество обезболивания и снизить скорость базальной инфузии. В нашем исследовании в обеих группах мы использовали ЭП с возможностью установки базальной инфузии от 0 до 14 мл/ч с начальной скоростью 4 мл/ч. Объём болюса составлял 2 мл со временем блокировки 15 мин. Указанные скорости, объём болюса и время блокировки рекомендованы многими авторами в работах, которые посвящены продлённой ББН [5, 6, 13].

Достижение оптимального уровня обезболивания позволяет снизить (а в некоторых случаях — и отказаться) частоту назначения наркотических анальгетиков в послеоперационном периоде. Как следствие, снижается вероятность развития нежелательных явлений, и тем самым увеличивается реабилитационный потенциал пациентов [6].

По результатам нашего исследования дополнительного назначения опиоидных анальгетиков не потребовалось ни одному пациенту, что может ещё раз свидетельствовать об опиоидсберегающем эффекте продолженной регионарной анестезии и эффективности её применения как компонента мультимодальной схемы послеоперационного обезболивания.

М.Т. Charous и соавт. в своей работе, сравнивая эффект непрерывной инфузии МА с возможностью введения болюса и без при продлённой ББН, пришли к выводу, что оба метода в равной степени снижают мышечную силу и не обнаружили превосходства ни одного из них [9]. Однако в исследованиях, которые были проведены позднее, доказано, что использование ЭП с болюсной системой более предпочтительно в сравнении с ЭП без болюса в вопросе периоперационного обезболивания и функционального восстановления [5].

В нашей работе установлено, что применение ЭП с возможностью введения болюса не влияло на функциональное состояние четырёхглавой мышцы бедра, в то время как у пациентов с ЭП без болюса двигательная активность в коленном суставе снижалась за счёт блокады нервов, иннервирующих четырёхглавую мышцу бедра, и тем самым увеличивался риск падения и снижался реабилитационный потенциал. В ранее проведенном исследовании отражено, что риск падения увеличивается при блокаде бедренного нерва, однако эта вероятность не может стать основанием для отказа от использования регионарных методов анальгезии в периоперационном обезболивании, а требует персонифицированного подхода для снижения рисков падения [12].

Ограничения исследования

К ограничениям исследования следует отнести тот факт, что в исследовании участвовали пациенты с преобладанием I и II класса физического состояния по ASA

и средней возрастной группы. Стоит отметить, что в работу не были включены пациенты с ревизионными оперативными вмешательствами на коленном суставе, в связи с чем дальнейшие исследования у пациентов старшей возрастной группы, более высокими показателями физического статуса по ASA, а также пациентов с ревизионными операциями будут перспективными с научной точки зрения. Также к ограничениям необходимо отнести отсутствие предварительного расчёта размера выборки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ББН позволяет обеспечить адекватный уровень обезболивания в периоперационном периоде у пациентов после ЭКС. Применение продлённой блокады обладает преимуществами перед однократными блокадами и даёт возможность осуществлять анальгезию на протяжении 48 ч после операции. Применение ЭП с возможностью введения дополнительного болюса имеет преимущество перед ЭП без болюса и позволяет увеличить реабилитационный потенциал и функциональное восстановление у пациентов после ЭКС в послеоперационном периоде. Представленные результаты могут быть использованы для реализации программы ускоренного восстановления в травматологии и ортопедии.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Статья опубликована при поддержке ООО «ВУ ЯНГ МЕДИКАЛ РУС».

Конфликт интересов. С.В. Крылов — читал лекции и проводил мастер-классы в компании ООО «ВУ ЯНГ МЕДИКАЛ РУС» на территории Российской Федерации; И.Н. Пасечник — читал лекции в компании ООО «ВУ ЯНГ МЕДИКАЛ РУС» на территории Российской Федерации.

Вклад авторов. С.В. Крылов, И.Н. Пасечник — концепция и дизайн исследования; С.В. Крылов — сбор материала, статистическая обработка данных, написание текста статьи; И.Н. Пасечник — редактирование текста статьи.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The article was published with the support of Woo Young Medical Co., Ltd.

Competing interests. S.V. Krylov — lectured and conducted master-class at the company Woo Young Medical Co., Ltd. on the territory of the Russian Federation; I.N. Pasechnik — lectured at the company Woo Young Medical Co., Ltd. on the territory of the Russian Federation.

Author's contribution. S.V. Krylov, I.N. Pasechnik — concept and design of the study; S.V. Krylov — collection of material, statistical analysis, text writing; I.N. Pasechnik — text editing.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brander V., Stulberg S.D. Rehabilitation after hip-and knee-joint replacement: an experience-and evidence-based approach to care // *Am J Phys Med Rehabil.* 2006. Vol. 85, N 11, Suppl. P. S98–S118. Quiz S119–S123. doi: 10.1097/01.phm.0000245569.70723.9d
2. Zhu S., Qian W., Jiang C., et al. Enhanced recovery after surgery for hip and knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis // *Postgrad Med J.* 2017. Vol. 93, N 1106. P. 736–742. doi: 10.1136/postgradmedj-2017-134991
3. Grape S., Kirkham K.R., Baeriswyl M., Albrecht E. The analgesic efficacy of sciatic nerve block in addition to femoral nerve block in patients undergoing total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis // *Anaesthesia.* 2016. Vol. 71, N 10. P. 1198–1209. doi: 10.1111/anae.13568
4. Kandarian B.S., Elkassabany N.M., Tamboli M., Mariano E.R. Updates on multimodal analgesia and regional anesthesia for total knee arthroplasty patients // *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2019. Vol. 33, N 1. P. 111–123. doi: 10.1016/j.bpa.2019.02.004
5. Ilfeld B.M., Gabriel R.A. Basal infusion versus intermittent boluses for perineural catheters: should we take the ‘continuous’ out of ‘continuous peripheral nerve blocks’? // *Reg Anesth Pain Med.* 2019. Vol. 44, N 3. P. 285–286. doi: 10.1136/rapm-2018-100262
6. Machi A.T., Ilfeld B.M. Continuous peripheral nerve blocks in the ambulatory setting: an update of the published evidence // *Curr Opin Anaesthesiol.* 2015. Vol. 28, N 6. P. 648–655. doi: 10.1097/ACO.0000000000000254
7. Крылов С.В., Пасечник И.Н. Сравнительная оценка использования блокады бедренного нерва и блокады приводящего канала как компонента ранней активизации пациентов после эндопротезирования коленного сустава // *Регионарная анестезия и лечение острой боли.* 2021. Т. 15, № 4. С. 257–265. doi: 10.17816/RA107978
8. Bendtsen T.F., Moriggl B., Chan V., Børglum J. The optimal analgesic block for total knee arthroplasty // *Reg Anesth Pain Med.* 2016. Vol. 41, N 6. P. 711–719. doi: 10.1097/AAP.0000000000000485
9. Charous M.T., Madison S.J., Suresh P.J., et al. Continuous Femoral Nerve Blocks: Varying Local Anesthetic Delivery Method (Bolus versus Basal) to Minimize Quadriceps Motor Block while Maintaining Sensory Block // *J Am Soc Anesthesiol.* 2011. Vol. 115, N 4. P. 774–781. doi: 10.1097/ALN.0b013e3182124dc6
10. Galitzine S. Postoperative pain management for total knee and hip replacement // *The 34th Annual European Society of Regional Anaesthesia & Pain Therapy (ESRA) Congress.* 2015. P. 2–5.
11. Runge C., Børglum J., Jensen J.M., et al. The Analgesic Effect of Obturator Nerve Block Added to a Femoral Triangle Block After Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial // *Reg Anesth Pain Med.* 2016. Vol. 41, N 4. P. 445–451. doi: 10.1097/AAP.0000000000000406
12. Kopp S.L., Børglum J., Buvaendran A., et al. Anesthesia and analgesia practice pathway options for total knee arthroplasty: an evidence-based review by the American and European societies of regional anesthesia and pain medicine // *Reg Anesth Pain Med.* 2017. Vol. 42, N 6. P. 683–697. doi: 10.1097/AAP.0000000000000673
13. Aguirre J., Del Moral A., Cobo I., et al. The role of continuous peripheral nerve blocks // *Anesthesiol Res Pract.* 2012. N 2012. P. 560879. doi: 10.1155/2012/560879

REFERENCES

1. Brander V, Stulberg SD. Rehabilitation after hip- and knee-joint replacement. An experience- and evidence-based approach to care. *Am J Phys Med Rehabil.* 2006;85(11 Suppl):S98–S118; quiz S119–S123. doi: 10.1097/01.phm.0000245569.70723.9d
2. Zhu S, Qian W, Jiang C, et al. Enhanced recovery after surgery for hip and knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Postgrad Med J.* 2017;93(1106):736–742. doi: 10.1136/postgradmedj-2017-134991
3. Grape S, Kirkham KR, Baeriswyl M, Albrecht E. The analgesic efficacy of sciatic nerve block in addition to femoral nerve block in patients undergoing total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia.* 2016;71(10):1198–1209. doi: 10.1111/anae.13568
4. Kandarian BS, Elkassabany NM, Tamboli M, Mariano ER. Updates on multimodal analgesia and regional anesthesia for total knee arthroplasty patients. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2019;33(1):111–123. doi: 10.1016/j.bpa.2019.02.004
5. Ilfeld BM, Gabriel RA. Basal infusion versus intermittent boluses for perineural catheters: should we take the ‘continuous’ out of ‘continuous peripheral nerve blocks’? *Reg Anesth Pain Med.* 2019;44(3):285–286. doi: 10.1136/rapm-2018-100262
6. Machi AT, Ilfeld BM. Continuous peripheral nerve blocks in the ambulatory setting: an update of the published evidence. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2015;28(6):648–655. doi: 10.1097/ACO.0000000000000254
7. Krylov SV, Pasechnik IN. Comparative evaluation of the use of femoral nerve block and adductor canal as a component of early patient activation after knee arthroplasty. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management.* 2021;15(4):257–265. (In Russ). doi: 10.17816/RA107978
8. Bendtsen TF, Moriggl B, Chan V, Børglum J. The Optimal Analgesic Block for Total Knee Arthroplasty. *Reg Anesth Pain Med.* 2016;41(6):711–719. doi: 10.1097/AAP.0000000000000485
9. Charous MT, Madison SJ, Suresh PJ, et al. Continuous femoral nerve blocks: varying local anesthetic delivery method (bolus versus basal) to minimize quadriceps motor block while maintaining sensory block. *Anesthesiology.* 2011;115(4):774–781. doi: 10.1097/ALN.0b013e3182124dc6
10. Galitzine S. Postoperative pain management for total knee and hip replacement. The 34th Annual European Society of Regional Anaesthesia & Pain Therapy (ESRA) Congress. 2015. P. 2–5.
11. Runge C, Børglum J, Jensen JM, et al. The Analgesic Effect of Obturator Nerve Block Added to a Femoral Triangle Block After Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial. *Reg Anesth Pain Med.* 2016;41(4):445–451. doi: 10.1097/AAP.0000000000000406
12. Kopp SL, Børglum J, Buvaendran A, et al. Anesthesia and Analgesia Practice Pathway Options for Total Knee Arthroplasty: An Evidence-Based Review by the American and European Societies of Regional Anesthesia and Pain Medicine. *Reg Anesth Pain Med.* 2017;42(6):683–697. doi: 10.1097/AAP.0000000000000673
13. Aguirre J, Del Moral A, Cobo I, et al. The role of continuous peripheral nerve blocks. *Anesthesiol Res Pract.* 2012;(2012):560879. doi: 10.1155/2012/560879

ОБ АВТОРАХ

*** Крылов Сергей Валерьевич**, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова д. 10;
ORCID: 0000-0001-7755-7163;
eLibrary SPIN: 4067-1787;
e-mail: doc087@inbox.ru

Пасечник Игорь Николаевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0002-8121-4160;
eLibrary SPIN: 4433-1418;
e-mail: pasigor@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

AUTHORS INFO

*** Sergey V. Krylov**, MD, Cand. Sci. (Medicine);
address: 10 Priorov Str., 127299, Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0001-7755-7163;
eLibrary SPIN: 4067-1787;
e-mail: doc087@inbox.ru

Igor N. Pasechnik, MD, Dr. Sci. (Medicine), professor;
ORCID: 0000-0002-8121-4160;
eLibrary SPIN: 4433-1418;
e-mail: pasigor@yandex.ru