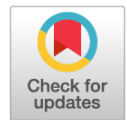


DOI: <https://doi.org/10.17816/1993-6508-2021-15-3-189-198>

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ



Оптимизация регионарного обезболивания после тотального эндопротезирования коленного сустава на основе IPACK-блока

А.А. Ежевская, Е.А. Жулина, Т.О. Андрианова, А.Ю. Морунова

Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Цель исследования: изучить эффективность и безопасность применения комбинации IPACK-блока и блока приводящего канала в сравнении с блокадой бедренного нерва после операций на коленном суставе.

Материалы и методы. Двойное слепое проспективное рандомизированное контролируемое исследование с участием 101 пациента. Выделено 3 группы, различающиеся выбранным способом регионарной анестезии. В группу 1 вошли пациенты с комбинацией блокады приводящего канала и IPACK-блокадой, в группу 2 – пациенты с блокадой бедренного нерва, в группу 3 – пациенты с блокадой бедренного нерва и IPACK-блокадой. Оценивались болевой синдром в покое и при движении по визуально-аналоговой шкале, потребность пациентов в опиоидных анальгетиках в послеоперационном периоде и возможность ранней активизации больных после эндопротезирования коленного сустава. Также отмечалась частота возникновения побочных эффектов, связанных с регионарной анестезией.

Результаты. Исследование показало, что наилучшую эффективность контроля болевого синдрома показала комбинация блокады приводящего канала и IPACK-блокады. Пациенты реже нуждались в назначении наркотических анальгетиков, отсутствовало развитие моторного блока и, как следствие, пациенты были более удовлетворены анестезией. Комбинация блокад позволила ускорить реабилитацию пациентов в послеоперационном периоде, вследствие снижения болевого синдрома и отсутствия моторного блока.

Выводы. Использование IPACK-блокады в комбинации с блокадой приводящего канала позволяет обеспечить эффективную анальгезию и сократить приём анальгетиков, а также повысить реабилитационный потенциал пациента.

Ключевые слова: IPACK-блок; блокада приводящего канала; тотальное эндопротезирование коленного сустава; ранняя реабилитация.

Как цитировать:

Ежевская А.А., Жулина Е.А., Андрианова Т.О., Морунова А.Ю. Оптимизация регионарного обезболивания после тотального эндопротезирования коленного сустава на основе IPACK-блока. Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2021. Т. 15. № 3. С. 189–198.

DOI: <http://doi.org/10.17816/1993-6508-2021-15-3-189-198>

DOI: <http://doi.org/10.17816/1993-6508-2021-15-3-189-198>

ORIGINAL ARTICLES

Optimization of regional analgesia after total knee arthroplasty based on IPACK-block

Anna A. Ezhevskaya, Eugenia A. Zhulina, Tatyana O. Andrianova, Anna Yu. Morunova

Privolzhsky Research Medical University, Russian Federation

ABSTRACT

AIM: To study the efficacy and safety of a combination of the IPACK and the adductor canal blocks (ACB) and compare with the femoral nerve block after total knee arthroplasty (TKA).

MATERIALS AND METHODS: Double-blind, prospective, randomized, controlled trial with 101 patients. Three groups were distinguished, differing in the chosen method of regional anesthesia. Group 1 included patients with a combination of afferent canal block and IPACK block, group 2 included patients with femoral nerve block, and group 3 included patients with femoral nerve block and IPACK block. Pain at rest and during movement, the need for opioid analgesics in the postoperative period, and the possibility of early activation of patients after knee arthroplasty were assessed on a visual analog scale. The incidence of side effects associated with regional anesthesia was also noted.

RESULTS: The study showed that the combination of adductor canal blockade and IPACK blockade showed the best effectiveness of pain syndrome control. Patients were less likely to need narcotic analgesics, there was no development of motor block and, as a result, patients were more satisfied with anesthesia. The combination of blockades made it possible to accelerate the rehabilitation of patients in the postoperative period, due to a decrease in pain and the absence of a motor block.

CONCLUSIONS: The use of IPACK blockade in combination with adductor canal blockade provides effective analgesia and reduces the use of analgesics, as well as increases the patient's rehabilitation potential.

Keywords: IPACK-block; adductor canal block; total knee replacement; enhanced recovery.

To cite this article:

Ezhevskaya AA, Zhulina EA, Andrianova TO, Morunova AYu. Optimization of regional analgesia after total knee arthroplasty based on ipack-block. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management*. 2021;15(3):189–198. DOI: <http://doi.org/10.17816/1993-6508-2021-15-3-189-198>

Received: 10.01.2021

Accepted: 22.10.2021

Published: 18.02.2022

Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) является одной из самых распространённых операций среди ортопедических вмешательств во всём мире. В России в среднем проводится 1 операция на 1000 населения в год. Отличительной особенностью данных вмешательств являются высокая травматичность и выраженный болевой синдром после операции. Острую боль после ТЭКС испытывают до 50% пациентов и более, а средняя интенсивность боли в 1-е сут составляет 6,6 балла по 10-балльной визуально-аналоговой шкале (ВАШ) после ТЭКС [1], что говорит о серьёзной и актуальной проблеме обезболивания во всём мире.

В настоящее время спинномозговая анестезия является стандартом оптимального обезболивания на операции, однако в послеоперационном периоде такого общепринятого стандарта не существует. Основным направлением в послеоперационном обезболивании в ортопедии является поиск оптимальных методик для эффективного снижения боли, уменьшения потребности в опиоидах и увеличения реабилитационного потенциала пациента. Для обезболивания в послеоперационном периоде всё чаще используются различные регионарные блокады. Одной из первых применялась блокада бедренного нерва [2], однако она негативно сказывается на восстановлении силы четырёхглавой мышцы бедра, что также замедляет реабилитацию пациента [3, 4]. Для решения этой проблемы была предложена блокада приводящего канала, или adductor canal block (ACB) [5]. Она в меньшей степени может приводить к моторным нарушениям, т. к. чаще всего блокируются только сенсорные ветви бедренного нерва [6]. Однако применение этой техники регионарной анестезии не привело к окончательному решению, т. к. пациенты продолжали испытывать выраженную боль в послеоперационном периоде в области задней части коленного сустава. Очевидно, что определённые трудности возникают из-за особенности иннервации коленного сустава, опосредованной суставными ветвями, которые являются конечными ответвлениями большеберцового компонента седалищного нерва с частичным дополнением ветвей запирательного нерва. В недавнем времени это дало толчок к развитию инфильтративных блоков [7]. В частности хирургами стала чаще применяться перисуставная инфильтрация различными смесями с местным анестетиком [8, 9]. Применение в практике значительно уменьшило жалобы пациентов, но появились риски возникновения других осложнений, в том числе страх нагноения в послеоперационном периоде, т. к. растворы для инфильтрации готовятся в нестерильных условиях. Как вариант обезболивания был предложен инфильтративный блок IPACK SK Sinha [10], который в настоящее время является наиболее перспективным методом регионарной анестезии при операции ТЭКС. Классическая техника заключается во введении раствора местного анестетика между бедренной костью и подколенной артерией под непосредственным ультразвуковым контролем, что позволяет

контролировать распространение раствора в тканях [11], где располагаются суставные ветви большеберцового нерва, общего малоберцового и запирательного нервов, обеспечивающие сенсорную иннервацию задней капсулы коленного сустава. По сравнению с инфильтрационной анестезией коленного сустава блок IPACK в сочетании с блоком бедренного нерва не удлиняет восстановление моторики и обладает хорошим анальгетическим эффектом [12].

Таким образом, несмотря на большое количество вариантов послеоперационного обезбоживания, проблема эффективного и безопасного обезбоживания при ТЭКС остаётся актуальной. Методика должна быть эффективной, технически легко выполнимой и иметь как можно меньше осложнений. Она должна соответствовать концепции ускоренной реабилитации, уменьшая пребывание пациента в стационаре. Поиск оптимального способа обезболивания после операций тотального эндопротезирования коленного сустава продолжается и определяет цель нашего исследования.

Цель исследования: изучить эффективность и безопасность применения комбинации IPACK-блока и блока приводящего канала в сравнении с блокадой бедренного нерва после операций на коленном суставе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В университетской клинике ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения России после одобрения локальным этическим комитетом (протокол № 2 от 5 февраля 2020 г.), в период с 10 февраля 2020 г. по 20 января 2021 г. было проведено двойное слепое проспективное рандомизированное контролируемое исследование, включавшее 101 пациента в возрасте от 53 до 75 лет (74 женщины (73%) и 27 мужчин (27%)), ASA II–III, с посттравматическим гонартрозом коленного сустава 3 ст., которым была выполнена операция первичного тотального эндопротезирования коленного сустава. Рандомизация проводилась методом слепых конвертов. После подписания информированного согласия вскрывался конверт и пациент получал индивидуальный номер, который соответствовал варианту анестезии. Главный исследователь проводил анестезию, ослеплённые исследователи опрашивали и оценивали клинические параметры пациентов.

Критериями включения были определены показания для тотального эндопротезирования коленного сустава, требующих оперативного вмешательства, отсутствие медицинских относительных и абсолютных противопоказаний к проведению регионарной анестезии, наличие информированного согласия пациента на проведение регионарной анестезии.

Критериями исключения являлись абсолютные и относительные медицинские противопоказания к проведению регионарной анестезии, отказ пациента от проведения

регионарной анестезии, выраженные когнитивные расстройства на фоне дисциркуляторных нарушений и неврологического дефицита, сопутствующие заболевания, сопровождающиеся выраженным болевым синдромом, активное злокачественное заболевание, наличие анемии средней или тяжёлой степени, сопутствующая декомпенсированная хроническая патология печени, сопутствующая декомпенсированная хроническая патология почек, ишемический инсульт с последствиями в течение последних 3 мес или любой тип геморрагического инсульта в течение последних 12 мес, острый инфаркт миокарда в течение последних 6 мес.

Все пациенты методом простой рандомизации были разделены на 3 клинические группы, сопоставимые по полу, антропометрическим характеристикам, вмешательствам. Группы не отличались по длительности и объёму оперативного вмешательства, ASA, выбранному анестезиологическому пособию. Всем пациентам была выполнена спинномозговая блокада на уровне L3–L4 иглой 25G в положении на боку, интратекально вводили бупивакаин 0,5%, в стандартной принятой в клинике дозировке, средние дозы в группах не отличались, седация осуществлялась мидазоламом в расчёте 0,1 мг/кг.

В 1-й группе ($n=34$) пациентам были выполнены блокада IPACK и блокада приводящего канала. Блокада приводящего канала выполнялась на уровне средней трети бедра. Ультразвуковой датчик помещали поперёк медиальной части бедра, в средней точке между паховой складкой и медиальным мыщелком бедра, чтобы визуализировать бедренную артерию, которая расположена под портняжной мышцей, и кожную ветку бедренного нерва. Под ультразвуковым контролем кончик иглы

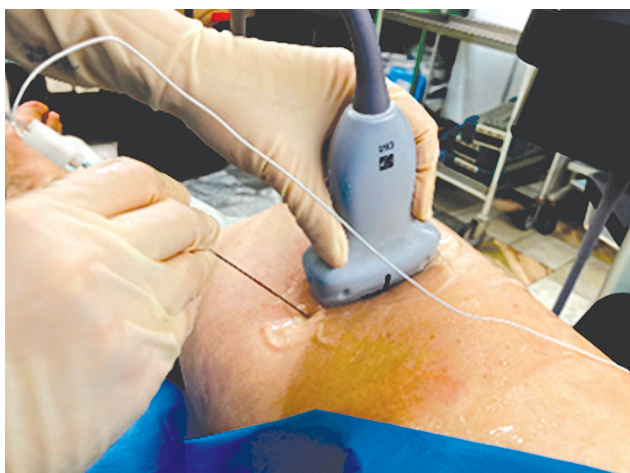


Рис. 1. Модифицированная методика выполнения IPACK-блока (вкол осуществляется с медиальной стороны и снизу относительно датчика, отступая 1–2 см книзу от датчика)

Fig. 1. Modified method of IPACK block execution (the injection is carried out from the medial side and from below relative to the sensor, retreating 1–2 cm from top to bottom from the sensor)

помещался впереди по отношению к артерии и немного глубже задней фасции портняжной мышцы, после чего вводился местный анестетик. IPACK-блок выполняли по модифицированной методике, разработанной в нашей клинике. При этом раствор местного анестетика вводился между бедренной костью и подколенной артерией под ультразвуковым контролем, где располагаются суставные ветви большеберцового нерва, общего малоберцового и запирающего нервов, обеспечивающие сенсорную иннервацию задней капсулы коленного сустава (рис. 1). Модифицированная методика отличалась тем, что игла располагалась в медиально-каудальном направлении и была ориентирована относительно подколенной артерии спереди и сбоку (рис. 2). Преимуществом методики является снижение риска травматизации подколенной артерии и вены тупоконечной иглой, а также простота доступа к конечным сенсорным ветвям, иннервирующим заднюю капсулу коленного сустава.

Во 2-й группе ($n=34$) пациентам была выполнена блокада бедренного нерва по стандартной методике. После пальпации бедренной артерии отступали 1,5–2 см латеральнее её и 2 см каудальнее паховой связки, получали ответ «танцующего» надколенника, после чего вводился раствор анестетика. Блокада бедренного нерва является стандартной методикой, которая выполняется всем

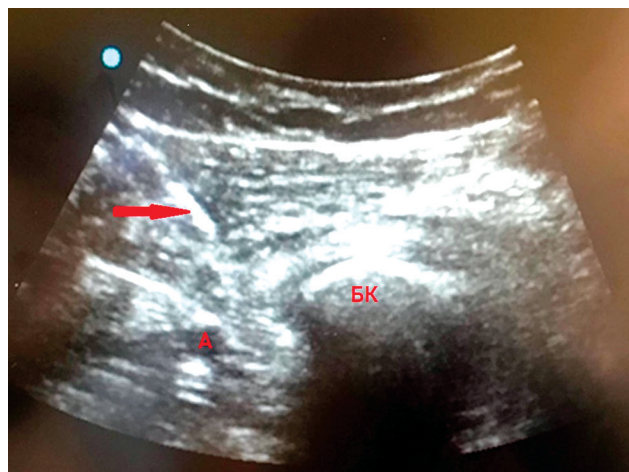


Рис. 2. Ультразвуковое изображение выполнения IPACK-блока (направление иглы сверху вниз под углом 45° по направлению к мыщелку бедренной кости (БК), к пространству, располагающемуся между мыщелками БК и подколенной артерией (А), инфильтрация производится по ходу движения иглы, с основным введением раствора между подколенной артерией и мыщелками бедренной кости)

Fig. 2. Ultrasound image of the IPACK block execution (direction of the needle from top to bottom at an angle of 45° towards the condyle of the femur (BC), to the space located between the condyles of the BC and the popliteal artery (A), infiltration is performed in the direction of the needle movement, with the main injection of the solution between the popliteal artery and the condyles of the femur bones)

пациентам, прошедшим эндопротезирование коленного сустава в клинике.

В 3-й группе ($n=33$) была выполнена блокада бедренного нерва и IPACK-блокада под ультразвуковым контролем. Блокады выполнялись с помощью нейростимулятора Стимулекс HNS 12 (B.Braun Melsungen AG, Германия). Иглой для проводниковой анестезии 16G длиной 50 мм вводился местный анестетик длительного действия – ропивакаин, в разведении до 0,375% объемом 40 мл. При этом объем и доза местного анестетика во всех группах пациентов были одинаковыми.

Производилась оценка потребности пациентов в обезболивании наркотическими анальгетиками. В послеоперационном периоде всем пациентам было предложено обезбоживание, соответствующее концепции мультимодальной анальгезии. Все пациенты получали базовое обезбоживание – НПВС (кетопрофен 200 мг в сут, в течение 3 дней), парацетамол в 1-е сут 3 раза внутривенно по 1000 мг. Опиоидные анальгетики (промедол 20 мг) вводились по требованию при прорыве боли в 1-е сут после операции, но не более 60 мг в день, внутримышечно. На 2-й послеоперационный день использовался слабый опиоид трамадол в дозе 100 мг до 3 раз в сут, при выраженной прорывной боли – промедол 20 мг внутримышечно.

Всем пациентам проводился стандартный периоперационный мониторинг. Для оценки интенсивности послеоперационного болевого синдрома в покое и при активизации (пассивном сгибании коленного сустава на аппарате «Артромот» и вертикализации) использовали 10-балльную ВАШ.

Все пациенты были оценены по шкале развития послеоперационной тошноты и рвоты (ПОТР), где за 0 баллов принималось отсутствие тошноты, 1 балл – наличие тошноты, 2 балла – наличие рвоты.

Пациентам была проведена оценка наличия моторного блока после окончания действия спинальной анестезии по шкале Bromage в 1-е сут. За отсутствие моторного блока Bromage 0 мы принимали возможность пациента осуществлять движение ноги в полном объеме. Bromage 1 – наличие слабости в четырёхглавой мышце, как следствие – невозможность поднять прямую ногу. Bromage 2 – движения были сохранены только в голеностопном суставе. Bromage 3 – развитие полного моторного блока нижней конечности. Всем пациентам был проведён инструктаж

оценки болевого синдрома по ВАШ, проводился мониторинг болевого синдрома через 12 и 24 ч после операции в покое и при движении.

Оценивалась эффективность применения пассивной механотерапии на аппарате «Артромот» у пациентов в 1-й день после эндопротезирования коленного сустава. У всех пациентов отмечалось исходное снижение угла сгибания в коленном суставе до 90–100°. Результат оценивали по изменению угла сгибания в коленном суставе. Процедуру прекращали при нарастании болевого синдрома у пациента.

Частоту возникновения побочных реакций оценивали у пациентов во всех исследуемых группах.

Статистический анализ был проведён с использованием программы STATISTICA 6.0. Множественное сравнение групп по одному признаку – с помощью критерия Краскела-Уоллиса. Сравнение двух зависимых групп по одному признаку проводили с использованием t-критерия Стьюдента или критерия Вилкоксона. Статистическая значимость была принята для $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Все пациенты полностью завершили исследование, без досрочного выведения. Все 3 группы были однородны по демографическим параметрам (пол, вес, рост) (табл. 1), а также по ASA, длительности вмешательства, периоперационной кровопотери. Всем пациентам проводили первичное тотальное эндопротезирование коленного сустава по поводу посттравматического гонартроза 3 ст. Средний возраст пациентов составил $63,9 \pm 6,7$ лет.

При оценке послеоперационного болевого синдрома было выявлено, что наилучший результат оценки по ВАШ в покое через 12 ч наблюдался в 1-й группе. Пациенты меньше жаловались на боль и требовали меньшего назначения анальгетиков, оценивали боль как «слабую» или «умеренную» – $4,3 \pm 0,1$ балла. Пациенты из 2-й группы, где применялась только блокада бедренного нерва, больше жаловались на боль и оценивали ее в $5,2 \pm 0,1$ балла по шкале ВАШ через 12 ч в покое. Пациенты 3-й группы, где использовался IPACK-блок и блокада бедренного нерва, оценили боль $4,9 \pm 0,7$ балла в покое через 12 ч.

Через 24 ч пациенты 1-й группы оценили боль в покое $4,3 \pm 0,4$ балла. Пациенты 2-й группы – $4,9 \pm 0,1$ балла. Пациенты 3-й группы оценивали боль через 24 ч $4,9 \pm 0,1$ балла.

Таблица 1. Демографические параметры пациентов (с использованием t-критерия Стьюдента, $p < 0,05$)

Table 1. Demographic parameters of patients (using Student's t-test, $p < 0.05$)

Группа	Возраст, лет	Вес, кг	Рост, см	ИМТ
1-я (IPACK+АСВ)	$64,0 \pm 7,5$	$86,0 \pm 15,1$	$158,9 \pm 22,5$	$34,1 \pm 5,9$
2-я (бедренный нерв)	$62,8 \pm 11,1$	$88,4 \pm 16,8$	$162,3 \pm 7,6$	$30,4 \pm 4,5$
3-я (IPACK+ бедренный нерв)	$66,3 \pm 7,6$	$85,0 \pm 16,8$	$163,4 \pm 8,6$	$35,8 \pm 5,1$

Пациенты 1-й группы оценивали наличие болевого синдрома при движении $4,8 \pm 0,1$ балла через 12 ч, меньше чем в других группах, это позволяет сделать выводы об ускоренном реабилитационном потенциале у этих пациентов. Во 2-й группе пациенты оценили боль $5,1 \pm 0,2$ балла, а в 3-й – $5,0 \pm 0,2$ балла через 12 ч. Через 24 ч пациенты 1-й группы оценили боль в $4,8 \pm 0,2$ балла. Пациенты 2-й группы оценили $5,6 \pm 0,2$ балла. Пациенты 3-й группы оценили боль при движении в $5,3 \pm 0,1$ балла (рис. 3).

В 1-й группе с комбинацией блокад IPACK и АСВ отмечено уменьшение кратности использования опиоидного анальгетика (промедола), что говорит о более эффективном обезболивании (рис. 4). При оценке ПОТР по вербальной шкале в 1-й группе у 3 человек (8,8%) наблюдалась послеоперационная тошнота. Во 2-й, контрольной, группе у 4 пациентов (11,7%) отмечалась послеоперационная тошнота, а у 2 пациентов (5,8%) – рвота. В 3-й группе у 2 человек (6%) зарегистрирована послеоперационная тошнота и у 2 человек (6%) – рвота.

Оценка наличия моторного блока в группах показала, что у пациентов 1-й группы не было моторного блока после разрешения спинномозговой анестезии, в отличие от групп сравнения. В группе с блокадой бедренного нерва 7 пациентов не смогли поднять оперированную ногу через 6 ч после разрешения спинномозговой анестезии, что соответствует Bromage 2, и только через 12 ч блокада разрешилась. В 3-й группе с комбинацией блокад IPACK и блокадой бедренного нерва у 7 человек движения в оперированной ноге были оценены по шкале Bromage 2 через 6 ч, у 2 пациентов движения были ограничены в колене и по шкале соответствовали Bromage 1, через 12 ч пациенты могли осуществлять движение в колене в разрешённом объёме (рис. 5).

При оценке пассивного сгибания в коленном суставе на аппарате «Артромот» лучшие результаты показали 1-я и 3-я группы, в которых была выполнена блокада IPACK. В 1-й группе средний угол сгибания составил $80,2^\circ$ (CI95% 74,6–85,7). Во 2-й группе – $66,8^\circ$ (CI 95% 62,1–71,5).

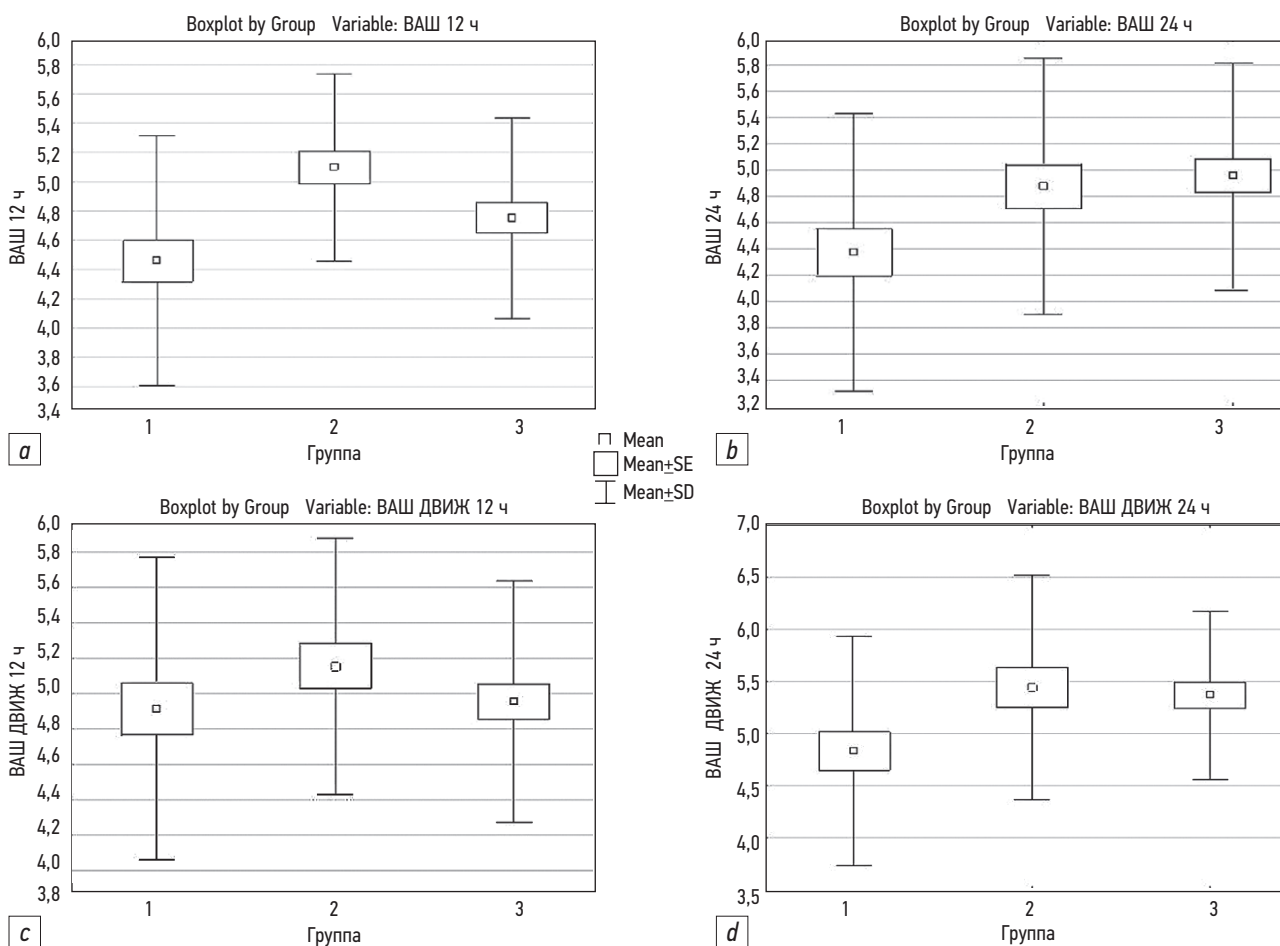


Рис. 3. Динамика болевого синдрома в группах в покое и при движении (а – болевой синдром в покое по ВАСШ через 12 ч после операции; б – болевой синдром в покое по ВАСШ через 24 ч после операции; с – болевой синдром при сгибании коленного сустава по ВАСШ через 12 ч после операции; д – болевой синдром при сгибании коленного сустава по ВАСШ через 24 ч после операции)

Fig. 3. Dynamics of pain syndrome in groups at rest and during movement (a – pain at rest according to VAS 12 hours after the operation; b – pain at rest according to VAS 24 hours after the operation; c – pain syndrome during flexion of the knee joint according to VAS 12 hours after the operation; d – pain syndrome during flexion of the knee joint according to VAS 24 hours after surgery)

В 3-й – 79,8° (CI 95% 75,4–84,1). При выполнении ANOVA-анализа разница угла сгибания в коленном суставе на 2-е сут в группах оказалась статистически значимой

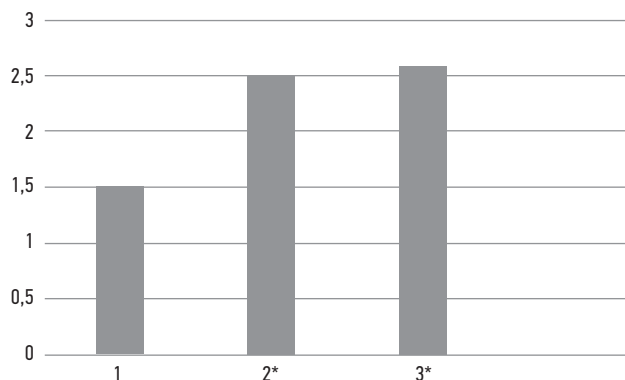


Рис. 4. Сравнение потребности в опиоидных анальгетиках (промедол) (1 – группа IPACK+АСВ, 2 – группа с блокадой бедренного нерва, 3 – группа IPACK+бедренный нерв); (* $p \leq 0,05$ – по сравнению с группой 1)

Fig. 4. Comparison of the need for opioid analgesics (promedol) (1 – group IPACK+ACB, 2 – group with femoral nerve block, 3 – group IPACK+femoral nerve); (* $p \leq 0.05$ – compared with group 1)

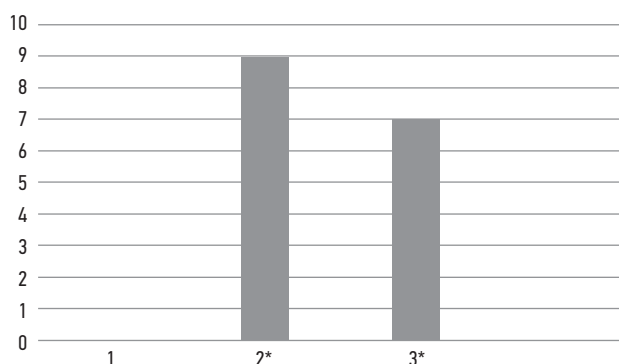


Рис. 5. Сравнение моторного блока в группах по шкале Bromage (1 – группа IPACK+АСВ, 2 – группа с блокадой бедренного нерва, 3 – группа IPACK+бедренный нерв); (* $p \leq 0,05$ – по сравнению с группой 1)

Fig. 5. Comparison of the motor block in groups according to the Bromage scale (1 – group IPACK+ACB, 2 – group with femoral nerve block, 3 – group IPACK+femoral nerve); (* $p \leq 0.05$ – compared with group 1)

$F=10,1$, $p < 0,05$ (табл. 2). Больше половины пациентов 1-й и 3-й групп смогли согнуть ногу в большем объёме, чем до операции.

При оценке побочных реакций и осложнений было показано, что у пациентов во 2-й группе с блокадой бедренного нерва у 2 человек была непреднамеренная пункция бедренной артерии, которая не привела к дальнейшим последствиям.

ОБСУЖДЕНИЕ

Боль после операции эндопротезирования коленного сустава является основной жалобой у пациентов. В обзоре А.М. Овечкина основная роль профилактики боли отводится мультимодальной аналгезии [13]. Мультимодальная аналгезия представляет собой комбинацию двух и более методов обезболивания, имеющих разные механизмы, при этом наиболее безопасной является комбинация неопиоидных анальгетиков и регионарной анестезии, что позволяет избежать побочных эффектов опиоидных анальгетиков. Проведённое нами исследование показало, что наилучший результат снижения послеоперационного болевого синдрома после ТЭКС был в группе с комбинацией IPACK-блока и блокады приводящего канала. В покое пациенты оценили боль в $4,7 \pm 0,1$ балла, при движении – $4,9 \pm 0,1$ балла через 12 ч, что позволяет нам сделать вывод об эффективности выбранной методики обезболивания. По данным В.А. Корячкина, инфильтративная перисуставная ультразвук-ассистированная блокада (IPACK-блок) является одной из эффективных блокад при операциях на коленном суставе [4]. Однако при изолированном её использовании невозможно решить все проблемы послеоперационного обезболивания при эндопротезировании коленного сустава. Даже комбинация её с бедренным нервом не может обеспечить качественного обезболивания в послеоперационном периоде, при условии однократной, а не продлённого блока. При операции эндопротезирования коленного сустава повреждается задняя капсула сустава вследствие механического растяжения её и окружающих мышц. IPACK-блок блокирует ветви запирающего и сенсорные порции общего малоберцового и большеберцового нервов, что позволяет снизить боль по задней поверхности коленного сустава [14].

Таблица 2. Оценка угла сгибания в коленном суставе в группах на 2-е сут

Table 2. Assessment of the angle of flexion in the knee joint in groups on the 2nd day

Группа	Среднее	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка	CI 95%		Минимум	Максимум
				Нижняя граница	Верхняя граница		
1-я (IPACK+АСВ)	80,2	15,9	2,7	74,6	85,7	46,0	100,0
2-я (блокада бедренного нерва)	66,8	13,5	2,3	62,1	71,5	46,0	100,0
3-я (IPACK+ бедренный нерв)	79,8	12,3	2,1	75,4	84,1	48,0	102,0

Данная комбинация блокад может быть использована в клинике для послеоперационного обезбоживания, т.к. не замедляет реабилитацию пациентов и способствует ранней вертикализации и ходьбе. Раннее начало послеоперационной реабилитации ограничивает применение продлённых методик регионарного обезбоживания, что побуждает активно проводить поиск альтернативных способов обезбоживания.

Данное исследование показало, что в 1-й группе (IPACK и блокада приводящего канала) не было пациентов, которые бы жаловались на наличие моторного блока после разрешения спинномозговой анестезии. В группах 2 и 3, где применялась блокада бедренного нерва, были пациенты с моторным блоком Bromage 2–3. Вероятно, это связано с блокированием медиальной ветви бедренного нерва, иннервирующей четырёхглавую мышцу бедра и, как следствие, невозможностью начать полноценную реабилитацию пациента. Кроме того, на протяжении 72 ч существует опасность непреднамеренного падения пациента, что значительно может затруднять ходьбу, самообслуживание и реабилитацию [15].

В исследовании, проведённом W. Kampitak [12], показано, что блокада IPACK не влияет на моторную блокаду ноги, наше исследование также подтверждает это: не было зафиксировано ни одного случая нарушения движения в голеностопном суставе, в то время как раствор местного анестетика вводился под ультразвуковым контролем с возможностью чёткой визуализации его распространения. Наше исследование также подтверждает результаты, полученные Sankineani [16], которые показали, что блокады приводящего канала и блокады IPACK являются наиболее эффективной комбинацией регионарной анестезии. Она не влияет на двигательную функцию коленного сустава и не замедляет реабилитацию пациентов. IPACK-блок и блокаду приводящего канала можно успешно применить в модели мультимодальной анальгезии при эндопротезировании коленного сустава.

Модификация проксимальной методики, разработанная в нашей клинике и заключающаяся в изменении точки вкола и направления иглы, ориентации по отношению к УЗ-датчику, позволяет нам уменьшить время выполнения процедуры (в среднем $2,5 \pm 0,3$ мин), упростить выполнение IPACK-блока, повысить частоту успешности блокады, даже у пациентов с высоким индексом массы тела. Блокада IPACK выполнялась с ориентацией иглы в каудально-латеральном направлении, что исключало возможность непреднамеренной пункции подколенной артерии за счёт хорошей визуализации и возможности свободно манипулировать иглой, не ограничивая её

продвижение мышечками бедренной кости. Комбинация блокады приводящего канала на уровне границы средней и дистальной трети бедра и IPACK-блока приводила к лучшим показателям пассивного сгибания в коленном суставе вследствие адекватного обезбоживания в послеоперационном периоде, а также позволила избежать побочных эффектов, в отличие от других групп.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование комбинации однократного УЗ-ассистированного IPACK-блока и однократной блокады приводящего канала позволяет добиться отличной анальгезии в 1-е сут послеоперационного периода, а также сократить приём наркотических анальгетиков. Данная комбинация не замедляет, а по сравнению с другими блоками даже ускоряет вертикализацию больного и, как следствие, позволяет значительно увеличить реабилитационный потенциал пациента. Методика безопасна, сопровождается низкой частотой побочных реакций и осложнений, что позволяет её использовать как компонент мультимодальной анальгезии при проведении операций тотального эндопротезирования коленного сустава.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациентов на публикацию медицинских данных.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

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

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

Consent for publication. Written consent was obtained from the patients for publication of relevant medical information.

Author contribution. All authors confirm the compliance of their authorship, according to international ICMJE criteria (all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овечкин А.М., Политов М.Е., Панов Н.В. Острый и хронический послеоперационный болевой синдром у пациентов, перенесших тотальное эндопротезирование суставов нижних конечностей // *Анестезиология и реаниматология*. 2017. Т. 62, № 3. 224–230.
2. Chan E.Y., Fransen M., Parker D.A., et al. Femoral nerve blocks for acute postoperative pain after knee replacement surgery // *Cochrane Database Syst Rev*. 2014. Vol. 5. P. CD009941. doi: 10.1002/14651858.CD009941.pub2
3. Angers M., Belzile E.L., Vachon J., et al. Negative Influence of femoral nerve block on quadriceps strength recovery following total knee replacement: A prospective randomized trial // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019. Vol. 105, N 4. P. 633–637. doi: 10.1016/j.otsr.2019.03.002
4. Корячкин В.А. Блокады периферических нервов и ультразвуковая навигация // *Регионарная анестезия и лечение острой боли*. 2020. Т. 14, № 1. С. 4–5. doi: 10.17816/1993-6508-2020-14-1-4-5
5. Dannana C.S., Apsingi S., Ponnala V.K., et al. Comparative study of the influence of adductor canal block plus multimodal periarticular infiltration versus combined adductor canal block, multimodal periarticular infiltration and intra-articular epidural catheter ropivacaine infiltration on pain relief after total knee arthroplasty: a prospective study // *Musculoskelet Surg*. 2020. Vol. 104, N 2. P. 201–206. doi: 10.1007/s12306-019-00613-2
6. Морозов Д.В., Боронина И.В., Рябцева А.А. Выбор метода анальгезии после эндопротезирования коленного сустава, позволяющего раннюю активизацию пациента // *Регионарная анестезия и лечение острой боли*. 2020. Т. 14, № 1. С. 11–17. doi: 10.17816/1993-6508-2020-14-1-11-17
7. Thobhani S., Scalercio L., Elliott C.E., et al. Novel Regional Techniques for Total Knee Arthroplasty Promote Reduced Hospital Length of Stay: An Analysis of 106 Patients // *Ochsner J*. 2017. Vol. 17, N 3. P. 233–238. PMC5625980
8. Kulkarni M.M., Dadheech A.N., Wakankar H.M., et al. Randomized Prospective Comparative Study of Adductor Canal Block vs Periarticular Infiltration on Early Functional Outcome After Unilateral Total Knee Arthroplasty // *J Arthroplasty*. 2019. Vol. 34, N 10. P. 2360–2364. doi: 10.1016/j.arth.2019.05.049
9. Karpetas G.Z., Spyraiki M.K., Giakoumakis S.I., et al. Multimodal analgesia protocol for pain management after total knee arthroplasty: comparison of three different regional analgesic techniques // *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2021. Vol. 21, N 1. P. 104–112. PMC8020020
10. Tran J., Giron Arango L., Peng P., et al. Evaluation of the iPACK block injectate spread: a cadaveric study // *Reg Anesth Pain Med*. 2019. doi: 10.1136/rapm-2018-100355
11. Barrington M.J., Uda Y. Did ultrasound fulfill the promise of safety in regional anesthesia? // *Curr Opin Anaesthesiol*. 2018. Vol. 31, N 5. P. 649–655. doi: 10.1097/ACO.0000000000000638
12. Kampitak W., Tanavalee A., Ngarmukos S., Tantavisut S. 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. Vol. 45, N 4. P. 267–276. doi: 10.1136/rapm-2019-100895
13. Овечкин А.М. Послеоперационная боль: состояние проблемы и современные тенденции послеоперационного обезболивания // *Регионарная анестезия и лечение острой боли*. 2015. Т. 9, № 2. С. 29–39.
14. Kandarian B., Indelli P.F., Sinha S., et al. Implementation of the IPACK (Infiltration between the Popliteal Artery and Capsule of the Knee) block into a multimodal analgesic pathway for total knee replacement // *Korean J Anesthesiol*. 2019. Vol. 72, N 3. P. 238–244. doi: 10.4097/kja.d.18.00346
15. Морозов Д.В., Боронина И.В., Рябцева А.А., Никулина Т.А. Аналгетическая эффективность и влияние на моторную функцию нижней конечности блокады бедренного нерва либо приводящего канала в сочетании с блокадой большеберцового нерва после эндопротезирования коленного сустава // *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2017. Т. 14, № 5. doi: 10.21292/2078-5658-2017-14-5-106-107
16. Sankineani S.R., Reddy A.R.C., Eachempati K.K., et al. Comparison of adductor canal block and IPACK block (interspace between the popliteal artery and the capsule of the posterior knee) with adductor canal block alone after total knee arthroplasty: a prospective control trial on pain and knee function in immediate postoperative period // *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018. Vol. 28, N 7. P. 1391–1395. doi: 10.1007/s00590-018-2218-7

REFERENCES

1. Ovechkin AM, Politov ME, Panov N.V. Ostryi i khronicheskii posleoperatsionnyi bolevoi sindrom u patsientov, perenesshikh total'noe endoprotezirovaniye sustavov nizhnikh konechnostei. *Anesteziologiya i Reanimatologiya*. 2017;62(3). (In Russ). doi: 10.18821/0201-7563-2017-62-3
2. Chan EY, Fransen M, Parker DA, et al. Femoral nerve blocks for acute postoperative pain after knee replacement surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014(5):CD009941. doi: 10.1002/14651858.CD009941.pub2
3. Angers M, Belzile EL, Vachon J, et al. Negative Influence of femoral nerve block on quadriceps strength recovery following total knee replacement: A prospective randomized trial. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019;105(4):633–637. doi: 10.1016/j.otsr.2019.03.002
4. Koryachkin VA. Peripheral nerve blocks and ultrasound navigation. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management*. 2020;14(1):4–5. (In Russ). doi: 10.17816/1993-6508-2020-14-1-4-5
5. Dannana CS, Apsingi S, Ponnala VK, et al. Comparative study of the influence of adductor canal block plus multimodal periarticular infiltration versus combined adductor canal block, multimodal periarticular infiltration and intra-articular epidural catheter ropivacaine infiltration on pain relief after total knee arthroplasty: a prospective study. *Musculoskelet Surg*. 2020;104(2):201–206. doi: 10.1007/s12306-019-00613-2
6. Morozov DV, Boronina IV, Ryabtseva AA. Effects of different analgesia methods on early mobilization after knee joint replacements. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management*. 2020;14(1):12–18. (In Russ). doi: 10.17816/1993-6508-2020-14-1-12-18
7. Thobhani S, Scalercio L, Elliott CE, et al. Novel Regional Techniques for Total Knee Arthroplasty Promote Reduced Hospital Length of Stay: An Analysis of 106 Patients. *Ochsner J*. 2017;17(3):233–238. PMC5625980

8. Kulkarni MM, Dadheech AN, Wakankar HM, et al. Randomized Prospective Comparative Study of Adductor Canal Block vs Periarticular Infiltration on Early Functional Outcome After Unilateral Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2019;34(10):2360–2364. doi: 10.1016/j.arth.2019.05.049
9. Karpetas GZ, Spyraiki MK, Giakoumakis SI, et al. Multimodal analgesia protocol for pain management after total knee arthroplasty: comparison of three different regional analgesic techniques. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2021;21(1):104–112. PMC8020020
10. Tran J, Giron Arango L, Peng P, et al. Evaluation of the iPACK block injectate spread: a cadaveric study. *Reg Anesth Pain Med*. 2019. doi: 10.1136/rapm-2018-100355
11. Barrington MJ, Uda Y. Did ultrasound fulfill the promise of safety in regional anesthesia? *Curr Opin Anaesthesiol*. 2018;31(5):649–655. doi: 10.1097/ACO.0000000000000638
12. Kampitak W, Tanavalee A, Ngarmukos S, Tantavisut S. 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):267–276. doi: 10.1136/rapm-2019-100895
13. Ovechkin AM. Postoperative pain: the state of problem and current trends in postoperative analgesia. *Regional anesthesia and acute pain management*. 2015;9(2):29–39. (In Russ).
14. Kandarian B, Indelli PF, Sinha S, et al. Implementation of the IPACK (Infiltration between the Popliteal Artery and Capsule of the Knee) block into a multimodal analgesic pathway for total knee replacement. *Korean J Anesthesiol*. 2019;72(3):238–244. doi: 10.4097/kja.d.18.00346
15. Morozov DV, Boronina IV, Ryabtseva AA, Nikulina TA. Analgesic Efficiency and Effect on Motor Function of the Lower Extremity of Block of Femoral Nerve or Adductor Canal Combined with Tibial Nerve Block after Total Knee Replacement. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*. 2017;14(5):106–107. (In Russ). doi: 10.21292/2078-5658-2017-14-5-106-107
16. Sankineani SR, Reddy ARC, Eachempati KK, et al. Comparison of adductor canal block and IPACK block (interspace between the popliteal artery and the capsule of the posterior knee) with adductor canal block alone after total knee arthroplasty: a prospective control trial on pain and knee function in immediate postoperative period. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018;28(7):1391–1395. doi: 10.1007/s00590-018-2218-7

ОБ АВТОРАХ

***Ежевская Анна Александровна**, д.м.н., доцент; профессор; адрес: 603005, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9286-4679>; eLibrary SPIN: 2371-2825; e-mail: annaezhe@yandex.ru

Жулина Евгения Александровна, врач анестезиолог-реаниматолог; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8491-1044>; eLibrary SPIN: 5057-2374

Андрианова Татьяна Олеговна, клинический ординатор; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4302-9925>; eLibrary SPIN: 1353-2809

Морунова Анна Юрьевна, врач анестезиолог-реаниматолог; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4624-840X>; eLibrary SPIN: 4563-8349

AUTHORS INFO

***Anna A. Ezhevskaya**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor; address: 10/1, Minin and Pozharskiy square, Nizhny Novgorod, 603005, Russia; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9286-4679>; eLibrary SPIN: 2371-2825; e-mail: annaezhe@yandex.ru

Eugenia A. Zhulina, anesthesiologist; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8491-1044>; eLibrary SPIN: 5057-2374

Tatyana O. Andrianova, clinical resident; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4302-9925>; eLibrary SPIN: 1353-2809

Anna Yu. Morunova, anesthesiologist; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4624-840X>; eLibrary SPIN: 4563-8349

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author