

## Послеоперационное обезболивание при тотальном эндопротезировании коленного сустава: сравнительный анализ эффективности современных методик

Д.А. Тарасов, А.В. Лычагин, Я.А. Рукин, В.А. Кожевников, А.Г. Яворовский, А.В. Строков

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

### Реферат

**Цель исследования** — оценить эффективность и безопасность местной высокообъемной инфильтрационной и эпидуральной методик анальгезии при проведении первичного тотального эндопротезирования коленного сустава в сравнении со стандартной системной мультимодальной анальгезией в рамках протоколов послеоперационного обезболивания. **Материал и методы.** Проведено одноцентровое рандомизированное сравнительное исследование, в которое вошли 84 пациента, с августа 2017 г. по август 2018 г. перенесшие первичное тотальное эндопротезирование коленного сустава. В зависимости от методики послеоперационного обезболивания пациенты были рандомизированы на 3 группы. В группу А вошли 32 пациента, которым была выполнена интраоперационная инфильтрация периартикулярных тканей 0,2% раствором ропивакаина в сочетании с адреналином и последующим болюсным введением раствора местного анестетика через установленный в рану катетер. В группу В были включены пациенты, которым проводилась эпидуральная анальгезия постоянной инфузией 0,2% раствора ропивакаина ( $n = 28$ ). У пациентов группы С для послеоперационного обезболивания не применялись ни регионарные, ни местные методики анальгезии ( $n = 24$ ). Всем пациентам проводилась стандартная многокомпонентная системная анальгезия с использованием нестероидных противовоспалительных средств и трамадола. Регистрировалась выраженность болевого синдрома по 10-балльной визуально-аналоговой шкале в покое и при сгибании коленного сустава (до операции, после операции при разрешении моторного блока и в 1-е послеоперационные сутки), фиксировались побочные и нежелательные реакции. **Результаты.** Наибольшая выраженность болевого синдрома при сгибании коленного сустава в послеоперационном периоде отмечена у пациентов группы С (6 (5;8) в день операции и 6 (5;6) баллов в 1-е послеоперационные сутки). Сильная боль, резистентная к проводимой терапии и потребовавшая введения наркотических анальгетиков (морфин 1,0 мг), была отмечена у 5 (15,6%) пациентов в группе А и у 10 (41,6%) в группе С, в отличие от пациентов группы В, где выраженного болевого синдрома не зафиксировано ни у одного пациента,  $p = 0,056$ ,  $p = 0,037$  и  $p < 0,0001$ . Гипотензия отмечена только в группе В у 6 (22%) пациентов. Внутрисуставных и иных инфекционных осложнений во всех группах всех пациентов зафиксировано не было. **Заключение.** Местная высокообъемная инфильтрационная анальгезия не уступает по эффективности послеоперационного обезболивания эпидуральной анальгезии, не требует проведения жесткого мониторинга и сопровождается меньшей частотой побочных реакций и осложнений, что может сделать ее «процедурой выбора» в схеме мультимодальной анальгезии при проведении тотального эндопротезирования коленного сустава.

**Ключевые слова:** протезирование коленного сустава, послеоперационное обезболивание, местная инфильтрационная анальгезия, мультимодальная анальгезия, эпидуральная анальгезия.

Тарасов Д.А., Лычагин А.В., Рукин Я.А., Кожевников В.А., Яворовский А.Г., Строков А.В. Послеоперационное обезболивание при тотальном эндопротезировании коленного сустава: сравнительный анализ эффективности современных методик. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(2):31-41. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-31-41.

**Cite as:** Tarasov D.A., Lychagin A.V., Rukin Ya.A., Kozhevnikov V.A., Yavorovskiy A.G., Strokov A.V. [Postoperative Analgesia after Total Knee Arthroplasty: a Comparative Analysis of Current Treatment Techniques Effectiveness]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(2):31-41. (In Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-31-41.

Тарасов Дмитрий Алексеевич / Dmitry A. Tarasov; e-mail: dr\_dmitrytarasov@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 26.09.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 10.04.2019.

## Postoperative Analgesia after Total Knee Arthroplasty: a Comparative Analysis of Current Treatment Techniques Effectiveness

D.A. Tarasov, A.V. Lychagin, Ya.A. Rukin, V.A. Kozhevnikov, A.G. Yavorovskiy, A.V. Strokov

*Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation*

### Abstract

The objective of the study was to evaluate the effectiveness and safety of high-volume local infiltration and epidural analgesic techniques after primary total knee arthroplasty versus standard systemic multimodal analgesia in the context of the postoperative analgesia protocols. **Materials and Methods.** A single-center randomized comparative study included 84 patients who, from August 2017 to August 2018, underwent a primary total knee arthroplasty. Depending on the method of postoperative analgesia, we randomized patients into 3 groups. Group A consisted of 32 patients who received intraoperative infiltration of periarticular tissues with 0.2% solution of ropivacaine in combination with adrenaline and subsequent bolus injection of a local anesthetic solution via a catheter inserted into the wound. Group B included patients who received epidural analgesia with a constant infusion of a 0.2% solution of ropivacaine ( $n = 28$ ). In patients of group C, neither regional nor local analgesia techniques were used for postoperative analgesia ( $n = 24$ ). All patients received standard systemic multimodal analgesia using nonsteroidal anti-inflammatory drugs and tramadol. The pain intensity was measured by VAS when the patient was motionless, and during knee flexion (before surgery, after surgery on resolution of motor block and during the initial postoperative 24 h), side-effects were recorded. **Results.** The patients of Group C, during knee flexion in the postoperative period, reported the highest pain scores (6 (5; 8) during the initial postoperative 12 h and 6 (5; 6) during the initial postoperative 24 h). Severe pain, resistant to therapy and requiring the administration of narcotic analgesics (morphine 1.0 mg), was noted in 5 (15.6%) patients in group A and in 10 (41.6%) in group C, in contrast to patients of group B, where no pain was recorded in any patient,  $p = 0.056$ ,  $p = 0.037$  and  $p < 0.0001$ . Hypotension was observed only in group B in 6 (22%) patients. Intra-articular and other infectious complications among all patients were not recorded. **Conclusion.** High-volume local infiltration analgesia as a modality of postoperative analgesia is not inferior in the effectiveness to the epidural analgesia, does not require strict monitoring and is accompanied by a lower incidence of side-effects and complications, which can make it the procedure of choice in multimodal analgesia schemes for total knee arthroplasty.

**Keywords:** knee replacement, postoperative analgesia, local infiltration analgesia, multimodal analgesia, epidural analgesia.

### Введение

Послеоперационный болевой синдром при тотальном эндопротезировании коленного сустава (ТЭКС) характеризуется как один из самых выраженных и может оказывать существенное влияние на качество жизни больных и функциональный результат операции, ограничивая раннюю активизацию пациентов, что может приводить к увеличению риска развития тромбозомболических осложнений и увеличивать сроки госпитализации [1–4]. Длительное время применение эпидуральной анальгезии (ЭДА) у пациентов после ортопедических вмешательств рассматривалось как «золотой стандарт» послеоперационного обезболивания, но особенности ее проведения и риск развития нежелательных реакций и осложнений, а также внедрение протоколов ранней послеоперационной реабилитации стали факторами, ограничивающими выбор метода обезболивания в поль-

зу ЭДА [5, 6]. Во-первых, безопасное проведение ЭДА в послеоперационном периоде требует достаточно жесткого мониторинга со стороны медперсонала, соблюдения правил асептики и антисептики и контроля положения катетера. Во-вторых, применение ЭДА наряду с использованием опиатов может приводить к задержке мочеиспускания и замедлять активизацию пациентов [7]. В-третьих, необходимость медикаментозной профилактики тромбозомболических осложнений серьезно ограничивает применение ЭДА, поскольку момент установки и удаления эпидурального катетера необходимо строго согласовывать с режимом введения антикоагулянтов в связи с риском возникновения эпидуральной гематомы, которая является хотя и редким, но достаточно грозным осложнением [5, 8, 9].

Применение местной высокообъемной инфльтрационной анестезии (МВИА) с целью послеопе-

рационного обезболивания при ТЭКС становится все более популярным с тех пор, как в 2008 г. D. Kerr и L. Kohan опубликовали положительные результаты применения этой методики с целью обезболивания у 325 пациентов после протезирования коленного и тазобедренного суставов без каких-либо побочных реакций и осложнений [10]. Особенности предложенной ими методики являются: использование интраоперационной периартикулярной инфильтрации мягких тканей сустава, а не только краев раны; применение многокомпонентного раствора, состоящего из смеси местного анестетика (ропивакаина), нестероидного противовоспалительного средства (кеторолака) и адреналина; применение достаточно большого объема данной смеси (150–170 мл), а также использование раневого катетера с целью дополнительного послеоперационного обезболивания.

Эффективность МВИА для послеоперационного обезболивания при ТЭКС в сравнении с системной анальгезией, периферическими блокадами нервов была продемонстрирована в различных исследованиях [11–13] и уже является неотъемлемой частью протоколов ранней реабилитации пациентов после ТЭКС [14, 15]. К сожалению, сравнительные исследования эффективности МВИА и ЭДА немногочисленны [16–19], а доказательства превосходства одной методики обезболивания над другой остаются спорным вопросом ввиду небольшого числа пациентов и гетерогенности дизайнов исследования.

**Цель исследования** — оценить эффективность и безопасность местной высокообъемной инфильтрационной и эпидуральной методик анальгезии при проведении первичного тотального эндопротезирования коленного сустава в сравнении со стандартной системной мультимодальной анальгезией в рамках протоколов послеоперационного обезболивания.

## Материал и методы

**Дизайн исследования.** В период с августа 2017 по август 2018 г. проведено рандомизированное сравнительное исследование клинической эффективности и безопасности применения МВИА и эпидуральной анальгезии для послеоперационного обезболивания как компонентов протокола мультимодальной анальгезии у пациентов после ТЭКС.

Первым этапом исследования стала оценка эффективности данных методик при сравнении с изолированной системной мультимодальной анальгезией как с наиболее распространенной методикой обезболивания, вторым этапом — сравнение МВИА и эпидуральной анальгезии.

На этапе планирования в исследование были включены 99 пациентов, которым было показано проведение первичного тотального эндопротези-

рования коленного сустава по поводу гонартроза III стадии. Они были рандомизированы с использованием метода конвертов на три группы. Анализ статистической мощности исследования не проводился.

Критерии исключения: имеющийся или выявленный сахарный диабет II типа с гипергликемией венозной плазмы крови натощак более 6,1 ммоль/л; геморрагический синдром и/или тромбоцитопения менее 75 000/мкл, инфекционные изменения кожи в области предполагаемой пункции субарахноидального/эпидурального пространства; отказ пациента от участия в исследовании; аллергические реакции на применяемые для обезболивания препараты (местные анестетики и НПВС); планируемая общая анестезия. В соответствии с этими критериями из исследования были исключены 15 пациентов: 6 с сахарным диабетом II типа с гипергликемией, один с аллергией, два с нарушением гемостаза и 6 пациентов с планируемой общей анестезией.

После применения критериев исключения в исследование вошли 84 пациента. В группу А были включены пациенты, которым интраоперационно проводилась инфильтрация пери- и интраартикулярных тканей раствором анестетика с установкой микрокатетера в рану ( $n = 32$ ), в группу В — пациенты, послеоперационное обезболивание у которых осуществляли с использованием эпидуральной анальгезии ( $n = 28$ ). Контрольную группу (С) составили пациенты, для обезболивания которых в послеоперационном периоде применяли только стандартную системную мультимодальную анальгезию ( $n = 24$ ). Характеристика пациентов представлена в таблице 1.

**Протокол обезболивания.** Все оперативные вмешательства были выполнены в условиях субарахноидальной анестезии с внутривенной седацией. Накануне вечером пациенту назначали феназепам 1 мг *per os*, в день операции за 30 мин до транспортировки в операционную — 1 мл раствора феназепама внутримышечно с целью премедикации. Всем больным проводили стандартный интраоперационный мониторинг. За 30 мин до кожного разреза для профилактики послеоперационных инфекционных осложнений внутривенно вводили 1 г цефтриаксона. Перед пункцией субарахноидального пространства пациенту вводили диазепам в дозе 2,5–5,0 мг и дексаметазон 8 мг внутривенно. Пункцию субарахноидального пространства осуществляли на уровне L3-L4 иглой 25-27G в положении пациента сидя. После получения тока ликвора интратекально вводили изобарический 0,5% раствор бупивакаина, максимально 2,5–3,0 мл. Интраоперационная седация обеспечивалась внутривенной инфузией пропофола. В послеоперационном периоде назначали низкомолекулярные ге-

парины и продолжали их прием в течение 3 дней после операции с последующим переходом на пероральные антикоагулянты. Операцию проводили

без наложения турникета. Объем инфузионной терапии интраоперационно составлял 1500–2000 мл кристаллоидных и коллоидных растворов.

Таблица 1

## Характеристика пациентов групп исследования

Показатель	Группа А <sup>1</sup> (n = 32)	Группа В <sup>2</sup> (n = 28)	Группа С <sup>3</sup> (n = 24)	p
Пол: – мужской – женский	1 31	2 26	2 22	$p^{1-2} = 0,594$ $p^{1-3} = 0,570$ $p^{2-3} = 1,000$
Возраст, лет	66,00±8,14	63,10±8,54	63,30±7,73	$p^{1-2} = 0,820$ $p^{1-3} = 0,433$ $p^{2-3} = 0,353$
Рост, см	162,00±6,95	166,00±5,98	164,40±7,75	$p^{1-2} = 0,523$ $p^{1-3} = 0,660$ $p^{2-3} = 0,308$
Вес, кг	84,40±16,38	83,50±13,54	96,86±15,90	$p^{1-2} = 0,429$ $p^{1-3} = 0,348$ $p^{2-3} = 0,721$
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	32,10±5,96	30,4±4,5	35,84±5,04	$p^{1-2} = 0,279$ $p^{1-3} = 0,224$ $p^{2-3} = 0,643$

*P* для показателя «пол» рассчитан с применением точного критерия Фишера; *p* для остальных показателей рассчитан с применением критерия Стьюдента.

Пациентам группы А после установки эндопротеза, до и после ушивания суставной капсулы осуществляли периартикулярную инфильтрацию тканей методом «плавающей» иглы на глубину максимально 3 см раствором, содержащим 100 мл 0,2% раствора ропивакаина и 0,5 мл адреналина (0,1 мг/мл), по 30–50 мл, в суммарном объеме 130–150 мл. С целью продленного послеоперационного обезболивания этим пациентам перед ушиванием раны дополнительно устанавливали применяемый для эпидуральной анестезии катетер размером 18G. Кончик катетера позиционировали в верхней части раны, а его противоположный конец выводили на кожу на 5 см ниже угла раны [20]. К катетеру присоединяли бактериальный фильтр и фиксировали. Первое введение в катетер проводили после разрешения моторного блока (через 4–6 ч после операции) в объеме 40 мл 0,5% раствора ропивакаина с адреналином (0,001 мг) при пережатом дренаже. При необходимости введение раствора анестетика повторяли через 6 ч, а также утром в первые послеоперационные сутки за 30 мин до удаления дренажа и катетера.

Пациентам группы В до выполнения субарахноидальной блокады проводили пункцию эпидурального пространства на уровне L3–L4 с установкой эпидурального катетера размером 18G.

К катетеру присоединяли бактериальный фильтр и фиксировали. После разрешения моторного блока и введения тест-дозы местного анестетика (60 мг лидокаина) начинали непрерывное введение 0,2% раствора ропивакаина в эпидуральное пространство со скоростью 4–6 мл/ч с использованием микроинфузионной помпы с регулируемой скоростью 4–6–8–10 мл/ч. Выбор скорости введения зависел от выраженности анальгетического эффекта и индуцируемой введением анестетика гипотензии и в каждом случае определялся индивидуально. Эпидуральный катетер удаляли на 2-е послеоперационные сутки перед введением очередной дозы антикоагулянта.

У пациентов группы С регионарные и местные методики обезболивания не применялись.

Во всех группах проводили системную мультимодальную аналгезию, которая включала комбинацию глюкокортикостероидов (дексаметазон 8 мг интраоперационно), нестероидных противовоспалительных средств (кетопрофен 100 мг 3 раза в сутки), трамадола (100 мг 1 раз в сутки) и парацетамола (1 г 3 раза в сутки) в течение первых суток после операции с последующей коррекцией кратности и доз указанных препаратов в зависимости от выраженности послеоперационного болевого синдрома.



Активизацию пациентов начинали в первые послеоперационные сутки после удаления катетера, дренажа и рентгенологического контроля положения эндопротеза с участием специалиста по реабилитации.

В предоперационном периоде со всеми пациентами был проведен инструктаж по использованию 10-балльной визуально-аналоговой шкалы (ВАШ). Выраженность болевого синдрома в покое и при движении (сгибание в коленном суставе) оценивали до операции, через 4–6 ч (при разрешении моторного блока и через 30 мин после введения препаратов для обезболивания) и в первые сутки после операции.

Регистрировали частоту инфекционных осложнений и все побочные и нежелательные реакции (выраженная боль более 8 баллов по ВАШ, гипотензия, в т.ч. ортостатическая, послеоперационные тошнота и рвота, местные реакции в зоне операции).

#### Статистический анализ

Статистическую обработку материала проводили с помощью пакета Microsoft Excel и программы SPSS 25.0.0.0 (IBM). Данные с нормальным распре-

делением (после проверки с использованием теста Колмогорова – Смирнова и оценки равенства дисперсий с помощью критерия Ливиня) представляли в виде среднего (M) со стандартным отклонением и оценивали с использованием *t*-критерия Стьюдента, для непараметрических данных — в виде Me (25; 75) с использованием критерия Манна – Уитни. Для определения статистической значимости различий номинальных данных применяли точный критерий Фишера. Различия считали значимыми при  $p < 0,05$ .

#### Результаты

Во всех группах до операции пациенты отмечали боль различной степени интенсивности при активных движениях, при этом выраженность болевого синдрома до операции в покое в группах не отличалась. При движении (сгибание в коленном суставе) выраженность боли (8 (6;8) баллов) в группе В была статистически значимо выше, чем в группе А ( $p = 0,001$ ) и в группе С ( $p = 0,037$ ) (табл. 2).

Наибольшая выраженность болевого синдрома при сгибании коленного сустава в послеоперационном периоде отмечена у пациентов группы С,

Таблица 2

Динамика выраженности болевого синдрома по ВАШ

Сроки наблюдения	Группа А <sup>1</sup> (n = 32)	Группа В <sup>2</sup> (n = 27)	Группа С <sup>3</sup> (n = 24)	p
<b>В покое</b>				
До операции	1 (0; 1,75)	2 (0; 2)	1,5 (0; 2)	$p^{1-2} = 0,14$ $p^{1-3} = 0,622$ $p^{2-3} = 0,312$
Через 4–6 ч после операции	0	0 (0; 0,75)	2 (2; 2)	$p^{1-2} = 0,221$ $p^{1-3} < 0,0001$ $p^{2-3} < 0,0001$
Первые послеоперационные сутки	0	0	1 (0; 0,75)	$p^{1-2} = 0,001$ $p^{1-3} = 0,009$ $p^{2-3} < 0,0001$
<b>При сгибании коленного сустава</b>				
До операции	6 (4; 6)	8 (6; 8)	6 (5; 8)	$p^{1-2} = 0,001$ $p^{1-3} = 0,357$ $p^{2-3} = 0,037$
Через 4–6 ч после операции	2 (1; 4)	2 (0; 0,75)	6 (5; 6)	$p^{1-2} = 0,450$ $p^{1-3} < 0,0001$ $p^{2-3} < 0,0001$
Первые послеоперационные сутки	2 (1; 2,75)	2 (0; 1)	4 (4; 5)	$p^{1-2} = 0,035$ $p^{1-3} < 0,0001$ $p^{2-3} < 0,0001$

*p* рассчитан с применением критерия Манна – Уитни. Me (*p* 25; *p* 75).

в то время как у пациентов группы А и В она была статистической значимо меньшей. Несмотря на то, что медиана послеоперационной боли в 1-е сутки после операции в группах А и В составила 2 балла, при обработке данных между группами получена статистически значимая разница,  $p = 0,035$ . Динамика болевого синдрома представлена на рисунке.

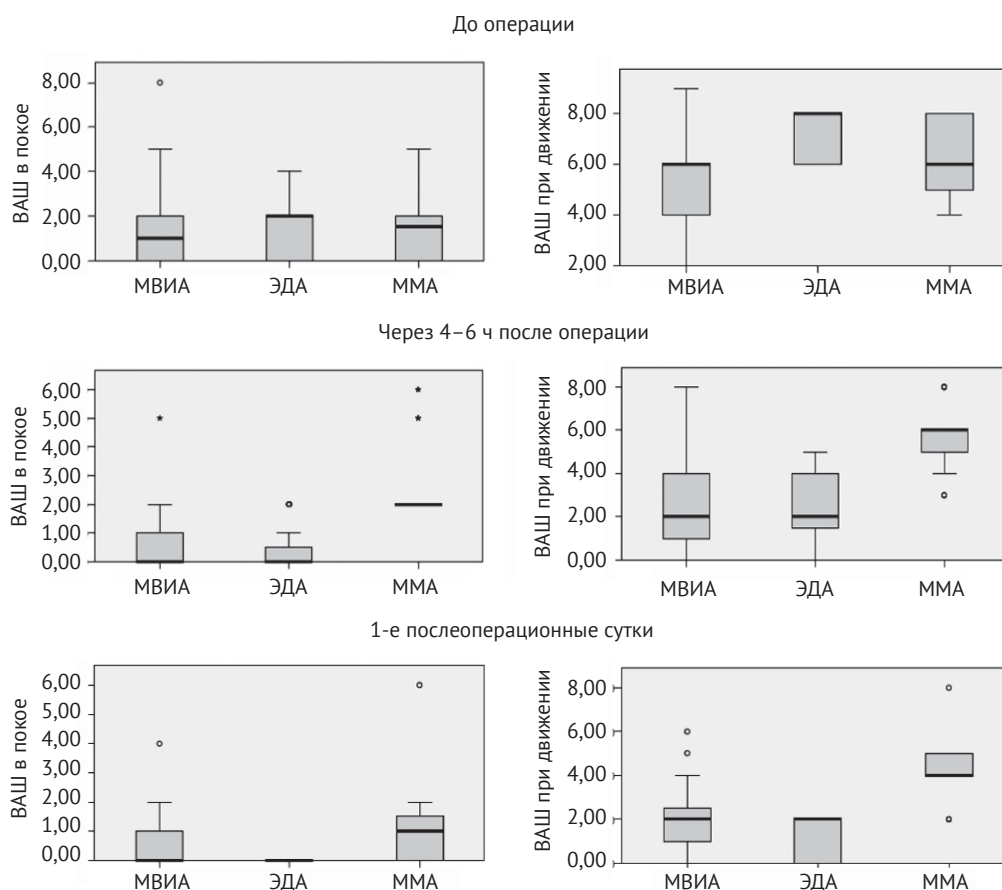
Нежелательные побочные реакции и осложнения при применении различных методик послеоперационного обезболивания приведены в таблице 3.

Наибольшая эффективность послеоперационного обезболивания продемонстрирована в группе В, в которой ни у одного пациента не было зафиксировано сильной боли (более 8 баллов по ВАШ), потребовавшей дополнительного введения наркотических анальгетиков.

В то же время, в группе В значимо чаще регистрировались послеоперационная тошнота и рвота, а также гипотензия, в том числе при вертикализации, которая была отмечена только у пациентов данной группы.

У одной пациентки в группе А был зафиксирован небольшой краевой некроз кожи в области послеоперационного шва, что, впрочем, не потребовало дополнительных хирургических манипуляций. У одной пациентки в группе В после введения тест-дозы местного анестетика в послеоперационном периоде отмечено возникновение субарахноидального блока, в связи с чем ЭДА не проводилась, катетер был удален, пациентка была исключена из дальнейшего статистического анализа.

Внутрисуставных и иных инфекционных осложнений среди всех пациентов зафиксировано не было.



**Рис.** Динамика болевого синдрома в группах А, В, С в покое и при движении.

На графике приведены медианы, интерквартильный диапазон, размах минимум-максимум (без учёта выбросов), выбросы

**Fig.** Dynamics of the average pain level in the rest and after movements in the A, B, C groups:

The graph shows medians, interquartile range, minima, and maxima (excluding outlying data), outlying data

**Нежелательные побочные реакции и осложнения при применении различных методик послеоперационного обезболивания**

Осложнения/побочные реакции	Группа А <sup>1</sup> (n = 32)	Группа В <sup>2</sup> (n = 27)*	Группа С <sup>3</sup> (n = 24)	p
Сильная боль (более 8 баллов по ВАШ)	5 (16%)	0	10 (42%)	$p^{1-2} = 0,056$ $p^{1-3} = 0,037$ $p^{2-3} = 0,0002$
Гипотензия, в т.ч. ортостатическая	0	6 (22%)	0	$p^{1-2} = 0,0007$ $p^{1-3} = 1,000$ $p^{2-3} = 0,024$
Послеоперационная тошнота и рвота	1 (3%)	7 (32%)	2 (8%)	$p^{1-2} = 0,019$ $p^{1-3} = 0,571$ $p^{2-3} = 0,146$
Инфекционные осложнения	0	0	0	–
Специфические осложнения	1 (3%) (краевой некроз кожи)	1 (4%)* (субарахноидальный блок)	0	–

\* Один пациент исключен из группы В; p рассчитан с применением точного критерия Фишера.

### Обсуждение

Неудовлетворенность результатами послеоперационного обезболивания пациентов при ТЭКС остается одной из насущных проблем современной медицины и требует разработки новых подходов к своему решению. Одним из таких решений стала разработка методики МВИА, показавшей свою эффективность в работах D. Kerr, L. Kohan в 2008 г. [10]. Публикации о применении инфильтрации послеоперационной раны появлялись и ранее [18], но именно эти авторы на достаточно большом числе пациентов смогли показать эффективность и безопасность данной методики.

В 2010 г. K.V. Andersen с соавторами провели рандомизированное плацебо-контролируемое исследование и продемонстрировали, что МВИА значительно уменьшает выраженность болевого синдрома в первые сутки после операции в сравнении с продленной ЭДА. Так, выраженность боли по ВАШ (100-балльная шкала) через 24–48 ч после операции в группе МВИА составила всего 5 баллов по сравнению с 33 баллами в группе плацебо, а потребность в опиоидах при проведении анальгезии, контролируемой пациентом, была существенно ниже (11 мг против 33 мг морфина суммарно через 48 часов после операции) [16]. Данные результаты были подтверждены также в работе P. Essving с соавторами [21].

Наряду с повышением интереса к МВИА отношение к ЭДА как к «золотому стандарту» обезболивания в ортопедии стало угасать [5, 6]. Это

обусловлено высокими рисками развития осложнений при использовании данной методики, что требует тщательного мониторинга пациентов в послеоперационном периоде, увеличивая нагрузку на медперсонал, и в то же время может сопровождаться редкими, но серьезными осложнениями, особенно на фоне проведения антикоагулянтной терапии, используемой в целях профилактики тромбоэмболических осложнений у пациентов ортопедического профиля [5, 8, 9].

Немаловажным является и активное внедрение протоколов по ранней послеоперационной реабилитации пациентов (концепции «fast track surgery», «enhanced recovery after surgery»), направленных на раннюю активизацию пациентов после операции и сокращение длительности их стационарного лечения [14, 15, 19].

Следует отметить, что использование только системной, пусть и многокомпонентной, анальгезии для послеоперационного обезболивания пациентов при ТЭКС большинством клиницистов признано малоэффективным [9, 10], что и было подтверждено в нашем исследовании. У пациентов группы С отмечались самые высокие показатели выраженности болевого синдрома как в день операции, так и в первые послеоперационные сутки, особенно при движении в коленном суставе (6 (5;8) баллов в день операции и 6 (5;6) — в первые послеоперационные сутки). Более 40% пациентов в группе С испытывали сильную боль (более 8 баллов по ВАШ) и требовали дополнительного обезбо-

ливания с применением опиоидов. На наш взгляд, широкое применение только системной анальгезии может быть обусловлено как экономическими и организационными причинами (отсутствие в клиниках службы боли, ограниченное использование анальгезии, контролируемой пациентом, с использованием наркотических препаратов и т.д.), так и особенностями контингента больных, которым проводится ТЭКС (например, преобладание в группах пациентов с ожирением и ИМТ более 35 кг/м<sup>2</sup> увеличивает риск неудач при установке эпидурального катетера) [22]. В то же время разрабатываются новые подходы к системной анальгезии при проведении ТЭКС, в первую очередь, за счет использования так называемой «предупреждающей анальгезии» (дооперационное назначение прегабалина и габапентина), активного выявления на предоперационном этапе пациентов с риском развития выраженного болевого синдрома (как острого, так и хронического), разработкой протоколов ведения пациентов при ТЭКС, внедрения службы боли [9, 15, 22].

Несмотря на определенные технические и организационные сложности применения ЭДА для послеоперационного обезболивания пациентов после ТЭКС, полученные результаты убедительно доказали ее эффективность: в группе В не зафиксировано ни одного случая выраженной боли, отмечены самые низкие показатели выраженности болевого синдрома, но при этом у одного (3,6%) пациента отмечено развитие тотального блока, у 6 (22%) — гипотензии и у 7 (26%) — синдрома послеоперационной тошноты и рвоты. Таким образом, практически у 30% пациентов в группе В были отмечены нежелательные побочные реакции на фоне проведения ЭДА, что не только требовало тщательного мониторинга в послеоперационном периоде, но и снижало удовлетворенность пациентов качеством проводимого лечения.

МВИА проводится хирургом в конце операции ТЭКС и по мере накопления опыта требует все меньше времени для адекватной инфильтрации периартикулярных тканей и установки катетера, не оказывая влияния на продолжительность оперативного вмешательства. В отличие от оригинальной методики, предложенной D. Kerr и L. Kohan, мы отказались от применения кеторолака в качестве адьюванта к раствору для анестезии. Это было обусловлено, во-первых, методологией исследования, так как во всех группах как компонент мультимодальной системной анальгезии в качестве нестероидного противовоспалительного средства применялся кетопрофен. Во-вторых, в изученных источниках не было доказано, что внутрисуставное введение кеторолака намного эффективнее внутривенного, поскольку эффективность внутрисуставного введения ке-

торолака сравнивалась с плацебо либо с эпидуральной анальгезией [23, 24], а исследования, демонстрирующие местный противовоспалительный эффект кеторолака, в большинстве своем были проведены при артроскопии, но не при ТЭКС [25, 26]. В работе F. Affas с соавторами также было продемонстрировано, что концентрация кеторолака в кровотоке при его периартикулярном введении практически не отличается от системного введения: максимальная концентрация кеторолака составила 0,3–2,2 мг/л через 0,5–4,0 ч после околосоуставного введения, что было сопоставимо с концентрацией, определяемой после внутримышечного введения кеторолака [27]. Все вышеуказанное позволило нам исключить кеторолак из смеси, применяемой для МВИА. Также следует отметить, что продолжительность установки катетера в нашем исследовании не превышала 24 ч, что обусловлено особенностями протокола реабилитации и послеоперационного ведения пациентов, применяемым в клинике.

Выраженность болевого синдрома в группах А и В в день операции как в покое, так и при движении статистически не отличалась ( $p = 0,221$  и  $p = 0,450$ ). В то же время в первые послеоперационные сутки выраженность болевого синдрома в группе А была значимо выше ( $p = 0,001$  и  $p = 0,035$ ), что не совпадает с результатами исследований K.V. Andersen с соавторами и P. Essving с соавторами [16, 21]. Подобные результаты могут быть объяснены особенностями проведения обезболивания при МВИА (болюсное введение раствора анестетика в катетер проводили дискретно и после оценки ВАШ в первые послеоперационные сутки, в то время как в группе В введение 0,2% раствора ропивакаина в эпидуральное пространство проводилось непрерывно с использованием микроинфузионной помпы). Сильная боль в послеоперационном периоде в группе А отмечена у 5 (16%) пациентов, что превышает показатели в группе В (0%),  $p = 0,056$ , но в то же время это меньше при сравнении с группой С (42%),  $p = 0,037$ . В отличие от группы В, при проведении МВИА случаев гипотензии зафиксировано не было (0%), послеоперационная тошнота и рвота отмечена у 1 (3%) больного.

В настоящее время не получено доказательной базы эффективности применения микрокатетеров для обезболивания при проведении МВИА в различных режимах: постоянная инфузия или дискретное введение, длительность введения (24 или 48 часов) и т.д. [28, 29]. В исследовании M. Reeves и M. Skinner указано, что наличие катетера не оказывает существенного влияния на эффективность МВИА [30]. В то же время логично предположить, что длительность МВИА не может превышать 12–24 ч из-за особенностей фармакодинамики



местных анестетиков, в том числе и в сочетании с адреналином, что требует пролонгирования обезболивающего эффекта за счет применения внутрисуставных катетеров [10, 19, 20].

В нескольких исследованиях продемонстрирована эффективность блокад периферических нервов для послеоперационного обезболивания при ТЭКС [9, 31]. В то же время сложность иннервации коленного сустава не позволяет рекомендовать ту или иную блокаду как единственный вариант послеоперационной анальгезии, все чаще речь идет об одновременной блокаде двух, а иногда и трех нервов, для проведения которой часто необходимо использование специального оборудования. Отрицательными моментами при блокадах периферических нервов также считают мышечную слабость и ассоциированный с ней риск падения, а также гипостезию нижней конечности [9, 12].

Таким образом, универсальной методики послеоперационного обезболивания при ТЭКС не найдено до сих пор, а эффективность МВИА и различных ее модификаций требует дальнейшего изучения.

Значительная выраженность болевого послеоперационного синдрома при ТЭКС требует разработки новых протоколов лечения, поскольку проведение только многокомпонентной системной анальгезии является малоэффективным. При проведении ЭДА достигается самый лучший контроль над операционной болью, но ее проведение требует тщательного мониторинга со стороны персонала в связи с достаточно высокой частотой побочных нежелательных реакций, в первую очередь, развития гипотензии и послеоперационной тошноты и рвоты. При использовании МВИА может быть достигнут сопоставимый с ЭДА уровень анальгезии, хотя для оптимизации протокола применения данной методики необходимы дополнительные исследования.

Следовательно, МВИА не уступает по эффективности послеоперационного обезболивания ЭДА, не требует проведения жесткого мониторинга и сопровождается меньшей частотой побочных реакций и осложнений, а простота, безопасность и эффективность методики в дальнейшем могут сделать ее «процедурой выбора» в схеме мульти-модальной анальгезии при проведении тотального эндопротезирования коленного сустава.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

**Вклад авторов**

Тарасов Д.А. — разработка концепции и дизайна исследования, сбор и обработка материала, статистический анализ, написание текста.

Лычагин А.В. — разработка концепции и дизайна исследования, редактирование.

Рукин Я.А. — сбор и обработка материала, статистический анализ.

Кожевников В.А. — критический пересмотр и оформление окончательного варианта статьи.

Яворовский А.Г. — разработка концепции и дизайна исследования, редактирование.

Строков А.В. — сбор и обработка материала.

## Литература [References]

1. Bugada D., Allegri M., Gemma M., Ambrosoli A. L., Gazzo G., Chiumiento F., Berruto M. Effects of anaesthesia and analgesia on long-term outcome after total knee replacement: A prospective, observational, multicenter study. *Eur J Anaesthesiol.* 2017;34(10):665-672. DOI: 10.1097/EJA.0000000000000656
2. Dalury D.F., Lieberman J.R., MacDonald S.J. Current and innovative pain management techniques in total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(20):1938-1943. DOI: 10.2106/JBJS.9320ic1.
3. Овечкин А.М. Послеоперационная боль: состояние проблемы и современные тенденции послеоперационного обезболивания. *Регионарная анестезия и лечение острой боли.* 2015;9(2):29-39. Овечкин А.М. [Postoperative pain: the state of problem and current trends in postoperative analgesia]. *Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroi boli.* 2015;9(2):29-39 (in Russian).
4. Сараев А.В., Линдберг М.Ф., Гэй К., Росселэнд Л.А., Лердал А., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А. Факторы, влияющие на интенсивность болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде после тотальной артропластики коленного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2017;23(1):45-58. Saraev A.V., Lindberg M.F., Gay C., Rosseland L.A., Lerdal A., Kornilov N.N., Kulyaba T.A. What influence on early postoperative pain intensity after total knee arthroplasty? *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1):45-58 (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-45-58.
5. Тарккила П. Эпидуральная анальгезия: нуждается ли мы в ней до сих пор после обширных вмешательств на колене и тазобедренном суставе? *Регионарная анестезия и лечение острой боли.* 2011;5(2):42-44. Tarkkila P. Epidural Analgesia: Do We Still Need It After Major Knee or Major Hip Surgery? *Regionarnaya anesteziya i lechenie ostroi boli.* 2011;5(2):42-44 (in Russian).
6. Rawal N. Epidural technique for postoperative pain: gold standard no more? *Reg Anesth Pain Med.* 2012;37(3):310-317. DOI: 10.1097/AAP.0b013e31825735c6
7. Werawatganon T., Charuluxanun S. Patient controlled intravenous opioid analgesia versus continuous epidural analgesia for pain after intra-abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2005 Jan 25;(1):CD004088. DOI:10.1002/14651858.cd004088.pub2.
8. Afzal A., Hawkins F., Rosenquist R.W. Epidural hematoma in a patient receiving epidural analgesia and LMWH after total-knee arthroplasty. *Reg Anesth Pain Med.* 2006;31(5):480. DOI: 10.1016/j.rapm.2006.05.011.
9. Moucha C.S., Weiser M.C., Levin E.J. Current strategies in anesthesia and analgesia for total knee arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 2016;24(2):60-73. DOI: 10.5435/JAOS-D-14-00259.

10. Kerr D.R., Kohan L. Local infiltration analgesia: a technique for control of acute postoperative pain following knee and hip surgery: a case study of 325 patients. *Acta Orthop.* 2008;79(2):174-183. DOI:10.1080/17453670710014950.
11. Parvataneni H.K., Shah V.P., Howard H., Cole N., Ranawat A.S., Ranawat C.S. Controlling pain after total hip and knee arthroplasty using a multimodal protocol with local periarticular injections: a prospective randomized study. *J Arthroplasty.* 2007;22(6):33-38. DOI: 10.1016/j.arth.2007.03.034.
12. Affas F., Nygård E.B., Stiller C.O., Wretenberg P., Olofsson C. Pain control after total knee arthroplasty: a randomized trial comparing local infiltration anesthesia and continuous femoral block. *Acta Orthop.* 2011; 82(4):441-447. DOI: 10.3109/17453674.2011.581264.
13. Andersen L.Ø., Kehlet H. Analgesic efficacy of local infiltration analgesia in hip and knee arthroplasty: a systematic review. *Br J Anaesth.* 2014;113(3):360-374. DOI:10.1093/bja/aeu155.
14. Berg A.E. A prospective study evaluating the new local infiltration analgesia protocol for fast-track primary total knee arthroplasty at UNN Tromsø. Tromsø: UiT The Arctic University of Norway, 2018. 48 p.
15. Сараев А.В., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А. Эффективность мультимодального подхода к анальгезии при тотальной артропластике коленного сустава. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2018;(6):83-90. Saraev A.V., Kornilov N.N., Kulyaba T.A. [Efficiency of the multimodal approach to analgesia in total knee arthroplasty]. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova.* [Pirogov Russian Journal of Surgery]. 2018;(6):83-90 (in Russian)]. DOI: 10.17116/hirurgia2018683-90.
16. Andersen K.V., Bak M., Christensen B.V., Harazuk J., Pedersen N.A., Sobale K.A. Randomized, controlled trial comparing local infiltration analgesia with epidural infusion for total knee arthroplasty. *Acta Orthop.* 2010;81(5):606-610. DOI:10.3109/17453674.2010.519165.
17. Yan H., Cang J., Xue Z., Lu J., Wang H. Comparison of local infiltration and epidural analgesia for postoperative pain control in total knee arthroplasty and total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Bosn J Basic Med Sci.* 2016;16(4):239-246. DOI: 10.17305/bjbm.2016.1072.
18. Vendittoli P.A., Makinen P., Drolet P., Lavigne M., Fallaha M., Guertin M.C. et al: A multimodal analgesia protocol for total knee arthroplasty. A randomized, controlled study. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(2):282-289. DOI:10.2106/jbjs.e.00173.
19. Гомжина Е.А., Герасков Е.В., Овсянкин А.В., Корячкин В.А. Эффективность ранней послеоперационной реабилитации у пациентов после первичного тотального эндопротезирования коленного сустава в зависимости от различных методик послеоперационной анальгезии. *Русский медицинский журнал.* 2017;25(13): 953-956. Gomzhina E.A., Geraskov E.V., Ovsyankin A.V., Koryachkin V.A. [Efficiency of early postoperative rehabilitation in primary total knee arthroplasty depending on methods of postoperative analgesia]. *Russkii meditsinskii zhurnal* [Russian Medical Journal]. 2017;13:953-956. (In Russian).
20. Тарасов Д.А., Лычагин А.В., Кожевников В.А., Рукин Я.А., Тарабарко И.Н. Местная инфльтрационная анестезия при тотальном эндопротезировании коленного сустава. *Кафедра травматологии и ортопедии.* 2018;2(32):74-79. Tarasov D.A., Lychagin A.V., Kozhevnikov V.A., Rukin Y.A., Tarabarko I.N. [Local infiltration anesthesia after total knee arthroplasty]. *Kafedra travmatologii i ortopedii* [The Department of Traumatology and Orthopedics]. 2018;2(32):74-79. (In Russian). DOI: 10.17238/issn2226-2016.2018.2.74-79
21. Essving P., Axelsson K., Kjellberg J., Wallgren O., Gupta A., Lundin A. Reduced morphine consumption and pain intensity with local infiltration analgesia (LIA) following total knee arthroplasty. *Acta Orthop.* 2010;81: 354-360. DOI:10.3109/17453674.2010.487241.
22. Избранные лекции по регионарной анестезии и лечению послеоперационной боли. Петрозаводск : ИнтелТек, 2009. 550 с. Izbrannye leksii po regionarnoj anestezii i lecheniyu posleoperatsionnoj boli [Selected lectures on regional anesthesia and treatment of postoperative pain]. Petrozavodsk : IntelTek, 2009. 550 c.
23. Andersen K.V., Nikolajsen L., Haraldsted V., Odgaard A., Søballe K. Local infiltration analgesia for total knee arthroplasty: should ketorolac be added? *Br J Anaesth.* 2013;111(2):242-248. DOI: 10.1093/bja/aet030.
24. Spreng U.J., Dahl V., Hjal A., Fagerland M. W., Ræder J. High-volume local infiltration analgesia combined with intravenous or local ketorolac+ morphine compared with epidural analgesia after total knee arthroplasty. *British journal of anaesthesia.* *Br J Anaesth.* 2010;105(5): 675-682. DOI:10.1093/bja/aeq232.
25. Reuben S.S., Connelly N.R. Postoperative analgesia for outpatient arthroscopic knee surgery with intraarticular bupivacaine and ketorolac. *Anesth Analg.* 1995;80:1154-1157.
26. Rømsing J, Møiniche S, Østergaard D, Dahl JB. Local infiltration with NSAIDs for postoperative analgesia: evidence for a peripheral analgesic action. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2000;44(6):672-683. DOI: 10.1034/j.1399-6576.2000.440607.x
27. Affas F., Eksborg S., Wretenberg P., Olofsson C., Stephanson N., Stiller C.O. Plasma concentration of ketorolac after local infiltration analgesia in hip arthroplasty. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2014;58(9):1140-1145. DOI: 10.1111/aas.12371.
28. Banerjee P., Rogers B.A. Systematic review of high-volume multimodal wound infiltration in total knee arthroplasty. *Orthopedics.* 2014; 37(6):403-412. DOI: 10.3928/01477447-20140528-07.
29. Zhang S., Wang F., Lu Z.D., Li Y.P., Zhang L., Jin Q.H. Effect of single-injection versus continuous local infiltration analgesia after total knee arthroplasty: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *J Int Med Res.* 2011;39(4):1369-1380. DOI:10.1177/147323001103900423.
30. Reeves M., Skinner M.W. Continuous intra-articular infusion of ropivacaine after unilateral total knee arthroplasty. *Anaesth Intensive Care.* 2009;37:918-922. DOI: 10.1177/0310057X0903700607.
31. Terkawi A.S., Mavridis D., Sessler D.I., Nunemaker M.S., Doais K.S., Terkawi R.S. et al. Pain management modalities after total knee arthroplasty: A network meta-analysis of 170 randomized controlled trials. *Anesthesiology.* 2017;126(5):923-937. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001607.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Тарасов Дмитрий Алексеевич* — врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации Клинического центра Университетской клинической больницы № 1, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) Минздрава России, Москва

*Лычагин Алексей Владимирович* — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, директор Клиники травматологии и ортопедии Университетской клинической больницы № 1, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) Минздрава России, Москва

*Рукин Ярослав Алексеевич* — заведующий травматолого-ортопедическим отделением Клиники травматологии и ортопедии Университетской клинической больницы № 1, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) Минздрава России, Москва

*Кожевников Владимир Анатольевич* — д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением анестезиологии и реанимации Клинического центра Университетской клинической больницы № 1, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) Минздрава России, Москва

*Яворовский Андрей Георгиевич* — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) Минздрава России, Москва

*Строков Андрей Владимирович* — врач травматолого-ортопедического отделения Клиники травматологии и ортопедии Университетской клинической больницы № 1, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) Минздрава России, Москва

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Dmitry A. Tarasov* — anesthesiologist, the Department of Anesthesiology and Resuscitation, Clinical Center, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

*Aleksei V. Lychagin* — Dr. Sci. (Med.), professor, the head of the Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery Chair, The Head of the Traumatology and Orthopedics Clinic, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

*Yaroslav A. Rukin* — the head of the Traumatology and Orthopedics Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

*Vladimir A. Kozhevnikov* — Dr. Sci. (Med.), professor, the head of the Department of Anesthesiology and Resuscitation, Clinical Center, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

*Andrei G. Yavorovskiy* — Dr. Sci. (Med.), professor, the head of the Anesthesiology and Resuscitation Chair, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

*Andrei V. Strokov* — orthopedic surgeon, Traumatology and Orthopedics Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation