



Теренин М.А.<sup>1</sup>✉, Римашевский В.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 6-я городская клиническая больница, Минск, Беларусь

<sup>2</sup> Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

## Влияние концентрации ропивакаина на эффективность PENG-блока с блокадой латерального кожного нерва бедра при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава: проспективное исследование

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Вклад авторов:** Теренин М.А. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста и редактирование; Римашевский В.В. – редактирование.

Подана: 10.09.2024

Принята: 17.01.2025

Контакты: jack\_66@mail.ru

### Резюме

**Цель.** Сравнить эффективность блокад перикапсулярной группы нервов (PENG-блок) и латерального кожного нерва бедра (ЛКНБ), выполненных различной концентрацией (0,375% и 0,5%) ропивакаина, при первичном тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава (ТЭТС).

**Материалы и методы.** В проспективном исследовании приняли участие 64 пациента, перенесших ТЭТС под спинальной анестезией. Всем пациентам перед операцией был выполнен под ультразвуковым контролем PENG-блок с блокадой ЛКНБ. Все испытуемые в зависимости от концентрации вводимого ропивакаина с адреналином 1:200 000 для блокад были разделены на 2 группы (20 мл смеси для PENG-блока и 5 мл для блокады ЛКНБ): 1-я группа – 0,375% раствор (n=32); 2-я группа – 0,5% раствор (n=32). После операции оценивались: выраженность боли по цифровой рейтинговой шкале через 2, 4, 6, 8, 24 и 48 часов; время первого требования промедола и его суммарная суточная потребность за 48 часов; мышечная сила квадрицепса бедра оперированной ноги в течение 48 часов (по шкале MRC); сроки начала активизации; качество восстановления пациента после анестезии через 24 часа после ТЭТС (по QoR-15).

**Результаты.** Выраженность болевого синдрома статистически значимо не различалась между группами через 2–8, 24 и 48 часов после ТЭТС ( $p > 0,05$ ). Пациенты 1-й группы раньше потребовали первую инъекцию промедола (7 [6; 8] часов), чем пациенты 2-й группы – 11,25 [9,75; 12,25] часа ( $p < 0,001$ ). В 1-й группе вообще не потребовали введения промедола 12,5% пациентов, а во 2-й группе – 87,5% пациентов ( $p < 0,0001$ ). Мышечная сила квадрицепса бедра и сроки активизации после ТЭТС не отличались между группами ( $p > 0,05$ ). Пациенты обеих групп были одинаково удовлетворены качеством восстановления (по QoR-15) через 24 часа после ТЭТС ( $p = 0,2941$ ).



**Заключение.** Применение 0,5% раствора ропивакаина для PENG-блока и блокады ЛКНБ позволило достичь высокого уровня послеоперационной анальгезии, значительно снизив потребность в промедоле, и повысить качество оказания медицинской помощи пациентам с ТЭТС.

**Ключевые слова:** тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава, блокада перикапсулярной группы нервов, PENG-блок, блокада латерального кожного нерва бедра, ропивакаин, опиоидные анальгетики, слабость четырехглавой мышцы бедра

Terenin M.<sup>1</sup>✉, Rymasheuski U.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 6<sup>th</sup> City Clinical Hospital, Minsk, Belarus

<sup>2</sup> Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

## Effect of Ropivacaine Concentrations on the Efficacy of PENG-block with Lateral Femoral Cutaneous Nerve Block in Total Hip Arthroplasty: A Prospective Study

**Conflict of interest:** nothing to declare.

**Authors' contribution:** Terenin M. – the concept and design of the study, processing of materials, writing the article, editing; Rymasheuski U. – editing.

Submitted: 10.09.2024

Accepted: 17.01.2025

Contacts: jack\_66@mail.ru

### Abstract

**Purpose.** To compare the effectiveness of pericapsular nerve block (PENG-block) and lateral femoral cutaneous nerve (LFCN) block performed with different concentrations (0.375% and 0.5%) of ropivacaine in primary total hip arthroplasty (THA).

**Materials and methods.** The prospective study included 64 patients undergoing THA under spinal anesthesia. All patients underwent ultrasound-guided PENG-block with LFCN block before the surgery. All subjects were divided into 2 groups depending on the concentration of ropivacaine with adrenaline 1:200,000 administered for the combination of blockades (20 ml of the mixture for PENG-block and 5 ml for LFCN block): Group 1 – 0,375% solution (n=32); Group 2 – 0,5% solution (n=32). After the surgery, the severity of pain was assessed using a numeric rating scale after 2, 4, 6, 8, 24 and 48 hours; the time of first need promedol and its total daily need for 48 hours; muscle strength of the quadriceps of the thigh of the operated limb for 48 hours (according to the MRC scale); activation start dates; as well as the quality of patient's recovery after anesthesia for 24 hours after THA (according to QoR-15).

**Results.** The severity of pain syndrome did not differ statistically significantly between the groups at 2–8, 24 and 48 hours after THA ( $p>0,05$ ). Patients of the 1st group required the first injection of promedol earlier (7 [6; 8] hours) than in the 2nd group – 11,25 [9,75; 12,25] hours ( $p<0,001$ ). In the 1st group, 12,5% of patients did not require the administration of a promedol at all, and in the 2nd group – 87,5% of patients ( $p<0,0001$ ). Quadriceps muscle strength and the time of activation after THA did not differ between the groups ( $p>0,05$ ).

Patients of both groups were equally satisfied with the quality of recovery (according to QoR-15) for 24 hours after THA ( $p=0,2941$ ).

**Conclusion.** The use of 0.5% ropivacaine solution for PENG-block and LFCN blockade made it possible to achieve a high level of postoperative analgesia, significantly reducing the need for promedol, and improving the quality of medical care for patients with THA.

**Keywords:** total hip arthroplasty, pericapsular nerve group block, PENG-block, lateral femoral cutaneous nerve block, ropivacaine, opioids, quadriceps muscle strength

---

## ■ ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава (ТЭТС) является одной из наиболее распространенных в мире ортопедических операций [1]. При этом единого алгоритма выбора оптимальной схемы периоперационной анальгезии не сформировано [2, 3].

По результатам крупного систематического обзора Guay J. с соавт. пришли к выводу, что блокады периферических нервов (БПН) обеспечивают адекватную анальгезию и уменьшают количество различных осложнений после ТЭТС [4]. Схожие результаты были получены авторами исследования ICAROS [5]. В настоящее время продолжают дискуссии о выборе оптимальной методики при операциях на тазобедренном суставе.

Ультразвук-ассистированная блокада перикапсулярной группы нервов (Pericapsular nerve group block – PENG-блок) представляет собой новую методику, которая была впервые описана Girón-Arango L. с соавт. в 2018 г. у пациентов с переломами проксимального отдела бедренной кости. Авторы отмечают, что при выполнении PENG-блока возможно транзиторное сохранение моторного блока четырехглавой мышцы бедра оперированной конечности из-за распространения местного анестетика (МА) на бедренный нерв [6].

Со времени первого упоминания PENG-блока были опубликованы многочисленные исследования, в которых сообщалось об эффективном анальгезирующем воздействии данной методики при остеосинтезе переломов проксимального отдела бедренной кости, эндопротезировании и артроскопии тазобедренных суставов [7–12]. Сочетание PENG-блока с блокадой латерального кожного нерва бедра (ЛКНБ) зарекомендовало себя как безопасный и эффективный метод анальгезии после ТЭТС [13–15].

Учитывая новизну PENG-блока, в настоящее время остаются нерешенными некоторые вопросы: выбор МА, выбор концентрации МА, определение безопасного объема МА, нивелирование развития транзиторной слабости квадрицепса бедра оперированной конечности.

При анализе литературы было найдено множество публикаций, сравнивающих эффективность левобупивакаина и ропивакаина для различных БПН. В своем мета-анализе Li A. с соавт. выявили, что левобупивакаин в некоторой степени более эффективен, чем ропивакаин, для БПН. Однако авторы отмечают, что требуется проведение дополнительных строгих рандомизированных клинических исследований, чтобы однозначно сделать вывод о преимуществах одного анестетика перед другим [16]. В своем научном труде Salgado-García D. с соавт. не обнаружили статистически



значимых различий в продолжительности и качестве анальгетического эффекта между равносильными дозами левобупивакаина (0,25% раствор 20 мл) и ропивакаина (0,375% раствор 20 мл) при использовании для PENG-блока в комбинации с блокадой ЛКНБ [17].

На момент публикации этой статьи не было найдено исследований, сравнивающих анальгетический эффект различных концентраций одного МА.

Girón-Arango L. с соавт. в 2018 г. предположили, что введение более 20 мл МА для PENG-блока может привести к остаточному моторному блоку четырехглавой мышцы бедра [6]. В своем последнем обзоре Girón-Arango L. и Peng P., опираясь на результаты различных исследований, рекомендуют для блокады вводить 15–20 мл МА. Однако авторы отмечают, что требуются дополнительные клинические исследования для определения оптимального объема МА, который уравнивает анальгетическую эффективность и aberrантное распространение на бедренный нерв, а особенно исследований, оценивающих объем менее 20 мл [18].

Wen H. с соавт. впервые в своей работе сравнили влияние различных объемов (10, 20 и 30 мл) 0,33% раствора ропивакаина для PENG-блока на частоту развития слабости квадрицепса после операции и на уровень послеоперационной анальгезии. Было обнаружено, что двигательная активность лучше сохранялась у пациентов, получивших 20 мл МА, чем с применением 30 мл, при сопоставимой анальгетической эффективности. А при использовании 10 мл ропивакаина отмечалась минимальная частота развития слабости квадрицепса при недостаточной анальгезии после операции [19].

При анализе научных публикаций не было найдено исследований, оценивающих эффективность различных концентраций одного МА для комбинации PENG-блока с блокадой ЛКНБ.

## ■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сравнить эффективность блокад перикапсулярной группы нервов и латерального кожного нерва бедра, выполненных различной концентрацией (0,375% и 0,5%) ропивакаина, при первичном тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава.

## ■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Одноцентровое проспективное исследование выполнено на базе учреждения здравоохранения «6-я городская клиническая больница» г. Минска. Проведение исследования одобрено этическим комитетом стационара (протокол № 7 от 01.04.24). Все пациенты, принявшие участие в исследовании, подписали добровольное информированное согласие. Исследование проведено в соответствии с основополагающими этическими принципами Хельсинкской декларации, правилами GCP (Good Clinical Practice) и действующими нормативными требованиями.

На базе травматолого-ортопедического отделения № 4 учреждения здравоохранения «6-я городская клиническая больница» г. Минска выполнен отбор пациентов согласно критериям соответствия.

Критерии включения:

- возраст 18–80 лет;
- наличие подписанного добровольного информированного согласия;
- планируемая операция – плановое первичное ТЭТС.

Критерии исключения:

- отказ пациента от участия в исследовании на любом этапе его проведения;
- планируемая операция – однополюсное или ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава;
- наличие медиальных переломов проксимального отдела бедренной кости;
- противопоказания (абсолютные и относительные) к проведению регионарной анестезии;
- наличие в анамнезе аллергических реакций на препараты, используемые в исследовании;
- функциональное состояние пациента – IV–V класс по классификации Американского общества анестезиологов (American Society of Anesthesiologists – ASA);
- индекс массы тела (ИМТ)  $\geq 40$  кг/м<sup>2</sup>;
- невозможность пациентом осуществить оценку боли по цифровой рейтинговой шкале (ЦРШ), выполнять функциональные тесты вследствие когнитивных и зрительных нарушений;
- нарушение протокола исследования (переход с регионарной на общую анестезию, неэффективность БПН, нарушение тактики послеоперационной аналгезии и др.).

В исследовании приняли участие 64 пациента, соответствующих критериям включения. Все испытуемые в зависимости от концентрации вводимого ропивакаина для регионарной аналгезии (PENG-блок + блокада ЛКНБ) были разделены методом простой рандомизации на 2 группы: 1-я группа – 0,375% раствор (n=32); 2-я группа – 0,5% раствор (n=32) (см. рисунок).

Анализ между группами проводился по следующим критериям:

- оценка интенсивности болевого синдрома в области послеоперационной раны в покое и при движении (при сгибании в тазобедренном суставе на 15 градусов) по ЦРШ (от 0 до 10 баллов) через 2 (T<sub>1</sub>), 4 (T<sub>2</sub>), 6 (T<sub>3</sub>), 8 (T<sub>4</sub>), 24 (T<sub>5</sub>) и 48 часов (T<sub>6</sub>) с момента окончания операции;
- время потребности в первой дозе опиоидного анальгетика после окончания операции;
- общая потребность в опиоидных анальгетиках в 1-е и 2-е сутки после операции;
- оценка силы четырехглавой мышцы бедра оперированной конечности через 4 (T<sub>1</sub>), 6 (T<sub>2</sub>), 8 (T<sub>3</sub>), 24 (T<sub>4</sub>) и 48 часов (T<sub>5</sub>) после ТЭТС по шкале Совета по медицинским исследованиям (Medical Research Council – MRC) по сравнению с неоперированной ногой;
- время первичной опоры на оперированную конечность при помощи вспомогательных приспособлений;
- оценка качества восстановления пациента после анестезии посредством русифицированного опросника QoR-15 через 24 часа после операции [20];
- осложнения регионарной аналгезии.

Перед операцией все пациенты получили внутривенно 1000 мг транексамовой кислоты, 4 мг ондансетрона, преинфузию в объеме 300–400 мл 0,9% раствора натрия хлорида. С целью профилактики инфекционных осложнений за 30 минут до разреза проводилась антибиотикопрофилактика согласно клиническим протоколам Министерства здравоохранения Республики Беларусь. Суммарный объем интраоперационной инфузии составил 1300–1700 мл кристаллоидных растворов.



### Дизайн исследования Study design

ТЭТС выполнялось переднелатеральным ( $n_1=2$  и  $n_2=2$ ) или задним доступами ( $n_1=28$  и  $n_2=28$ ) в условиях спинальной анестезии (СА).

За 30 минут до СА в предоперационной пациентам обеих групп в положении на спине в стерильных условиях под ультразвуковой навигацией были выполнены PENG-блок и блокада ЛКНБ. Для выполнения PENG-блока ультразвуковой линейный датчик (12 МГц) располагался в поперечной ориентации, медиальнее и каудальнее передне-верхней подвздошной ости. Продольно оси датчика (по длинной оси) вводилась спинальная игла (размер 23 G), направляясь под углом 45 градусов медиально до достижения кончиком надкостницы, дорсальнее сухожилия поясничной мышцы. После отрицательной аспирационной пробы вводилось 20 мл ропивакаина различной концентрации (0,375% или 0,5%) с адреналином в соотношении 1:200 000.

После выполненного PENG-блока линейный датчик (12 МГц) размещался в поперечной ориентации над паховой связкой для визуализации бедренной артерии. Затем датчик смещался латерально в направлении передне-верхней подвздошной ости до обнаружения ЛКНБ между портняжной мышцей и напрягателем широкой фасции. После отрицательной аспирационной пробы вводилось 5 мл ропивакаина различной концентрации (0,375% или 0,5%) с адреналином в соотношении 1:200 000.

Для дополнительного пролонгирования действия регионарных блокад всем пациентам был введен однократно дексаметазон в дозе 8 мг внутривенно. Регионарные

блокады выполнялись одним и тем же анестезиологом. Ни пациент, ни хирургическая бригада не знали, какой процент ропивакаина применялся для блокад.

После выполнения блокад всем испытуемым выполнялась СА в положении пациента сидя на уровне L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub>. Вводили 0,5% раствор изобарического бупивакаина в объеме 2,7–2,8 мл без применения адъювантов.

В операционной за пациентами обеих групп устанавливался стандартный анестезиологический мониторинг (неинвазивное артериальное давление, пульсоксиметрия, ЭКГ во II отведении, температура тела, диурез). Интраоперационно с целью седации внутривенно вводился мидазолам в дозе 5 мг.

После операции все испытуемые были переведены в палату травматолого-ортопедического отделения № 4, где и находились до выписки из стационара. Всем пациентам после операции выполнялся одинаковый клинико-лабораторный мониторинг. В обеих группах пациенты получали одинаковую послеоперационную мультимодальную анальгезию (ММА), которая включала:

- 1-е сутки – декскетпрофен 150 мг/сутки (из них 50 мг вводилось в конце операции), парацетамол 3000 мг/сутки (из них 1000 мг вводилась в конце операции), прегабалин 75 мг перед сном;
- 2–3-и сутки – декскетпрофен 100 мг/сутки, парацетамол 2000 мг/сутки и прегабалин 75 мг на ночь;
- 4-е сутки и далее – послеоперационное обезболивание ограничивалось декскетпрофеном по требованию (не более 100 мг/сутки).

При наличии выраженного болевого синдрома (по ЦРШ  $\geq 5$  баллов) на фоне превентивной системной ММА в режиме «по требованию» вводили внутримышечно трипептидин (промедол) в дозе 20 мг. Профилактику венозных тромбозов и эмболий производили с помощью низкомолекулярных гепаринов (эноксапарина натрия, надропарина кальция или дальтепарина натрия) согласно инструкции производителя. Активизацию пациентов в раннем послеоперационном периоде производил врач-реабилитолог, который не был осведомлен о вводимой концентрации ропивакаина.

Статистический анализ проводился с помощью пакетов прикладных программ Microsoft Excel 2016 и Statistica 12-й версии. Принадлежность выборок к нормальному распределению устанавливали с помощью критерия Шапиро – Уилка.

Количественные данные при нормальном распределении представлены в виде  $M \pm SD$  ( $M$  – среднее значение,  $SD$  – стандартное отклонение). Для выявления статистической значимости применяли t-критерий Стьюдента для независимых выборок.

Количественные, ненормально распределенные данные представлены в виде  $Me [IQR]$  ( $Me$  – медиана,  $IQR$  – межквартильный размах). Парное сравнение проводили с помощью U-критерия Манна – Уитни. Данные для качественных переменных представлены в виде абсолютных значений и доли в процентах.

Для анализа различий качественных данных использовали таблицы сопряженности и критерий  $\chi^2$  Пирсона. Точный критерий Фишера применяли для последующего попарного сравнения. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследование были включены 64 пациента (средний возраст –  $57,02 \pm 11,82$  года, среди них мужчин – 62,5%), в каждой группе – 32 испытуемых. В ходе исследования критериев исключения у пациентов не наблюдалось.



Обе группы сопоставимы по возрасту, полу, росту, массе тела и ИМТ. Пациенты обеих групп статистически значимо не различались по следующим признакам: уровень тревоги и депрессии по госпитальной шкале тревоги и депрессии (Hospital Anxiety and Depression Scale – HADS) перед операцией, анестезиологическая оценка физического состояния пациента по шкале ASA перед операцией, предоперационный диагноз, укорочение оперируемой нижней конечности, объем МА для СА, продолжительность операции (табл. 1).

Выраженность болевого синдрома по ЦРШ (в покое и при движении) статистически значимо не различалась между группами через 2, 4, 6, 8, 24 и 48 часов ( $T_1-T_6$ ) с момента окончания операции ( $p>0,05$ ) (табл. 2).

Статистически значимо пациенты в 1-й группе раньше потребовали первую инъекцию промедола (7 [6; 8] часов), чем во 2-й группе – 11,25 [9,75; 12,25] часа ( $p<0,001$  при  $n_1=28$  и  $n_2=4$ ). Пациенты 2-й группы в основном реже нуждались во введении опиоидного анальгетика, в отличие от пациентов 1-й группы ( $n_1=4$  (12,5%) и  $n_2=28$  (87,5%),  $p<0,0001$ ). В 1-е сутки после операции суммарная потребность в опиоидном анальгетике была выше у пациентов в 1-й группе (20 [20; 20] мг против 0 [0; 0] мг,  $p<0,0001$ ), чем во 2-й группе. Со 2-х суток после операции и до конца пребывания в стационаре пациенты обеих групп не нуждались в инъекции промедола.

Сила четырехглавой мышцы бедра оперированной конечности статистически значимо не различалась между группами через 4, 6, 8, 24 и 48 часов ( $T_1-T_5$ ) с момента окончания операции ( $p>0,05$ ). Через 8 часов после ТЭТС в 1-й группе у 15 пациентов

**Таблица 1**  
**Общая характеристика пациентов, участвовавших в исследовании**  
**Table 1**  
**General characteristics of patients included in the study**

| Общие параметры                        | 1-я группа (n=32) | 2-я группа (n=32) | p          |
|--|-------------------|-------------------|------------|
| Возраст, лет                           | 56,84±12,1        | 57,19±11,72       | 0,9085***  |
| Пол, n (%):                            |                   |                   |            |
| – мужчины                              | 21 (65,63)        | 19 (59,38)        | 0,6744*    |
| – женщины                              | 11 (34,37)        | 13 (40,62)        |            |
| Рост, см                               | 174,61±8,16       | 170,72±7,19       | 0,0597***  |
| Масса тела, кг                         | 81,13±15,49       | 85,72±11,5        | 0,1829***  |
| ИМТ, кг/м <sup>2</sup>                 | 27,19±3,93        | 29,52±4,18        | 0,1184***  |
| Уровень тревоги по шкале HADS, баллы   | 4,56±2,95         | 4,94±2,45         | 0,5821***  |
| Уровень депрессии по шкале HADS, баллы | 4,31±2,49         | 3,75±3,1          | 0,4269***  |
| Оценка по шкале ASA, n (%):            |                   |                   |            |
| – II                                   | 31 (96,88)        | 29 (90,63)        | 0,6744*    |
| – III                                  | 1 (3,12)          | 3 (9,37)          |            |
| Предоперационный диагноз, n (%):       |                   |                   |            |
| – первичный остеоартроз                | 11 (34,38)        | 8 (25,0)          | 0,4115**   |
| – диспластический артроз               | 2 (6,24)          | 1 (3,12)          |            |
| – асептический некроз                  | 19 (59,38)        | 23 (71,88)        |            |
| Укорочение оперируемой конечности, см  | 0,75 [0; 2]       | 0,75 [0; 1,5]     | 0,9416**** |
| Объем анестетика для СА, мл            | 2,8 [2,8; 2,8]    | 2,8 [2,8; 2,8]    | 0,2012**** |
| Продолжительность операции, мин.       | 90 [72,5; 95]     | 75 [70; 92,5]     | 0,1215**** |

Примечания: значения количественных данных представлены в виде  $M\pm SD$  для нормального распределения и  $Me$  [IQR] – для распределения, отличного от нормального. ИМТ – индекс массы тела; шкала HADS – оценка уровня тревоги и депрессии в стационаре; шкала ASA – анестезиологическая оценка физического состояния пациента перед операцией; \* точный критерий Фишера; \*\* критерий  $\chi^2$  Пирсона; \*\*\* t-критерий Стьюдента; \*\*\*\* U-критерий Манна – Уитни.

**Таблица 2**  
**Сравнение интенсивности послеоперационной боли по ЦРШ после ТЭТС**  
**Table 2**

**Comparison of postoperative pain intensity using NRS after total hip arthroplasty**

| Шкала, время оценки                     | 1-я группа (n=32) | 2-я группа (n=32) | p      |
|---|-------------------|-------------------|--------|
| Оценка боли по ЦРШ в покое, баллы:      |                   |                   |        |
| – T <sub>1</sub>                        | 0 [0; 0]          | 0 [0; 0]          | 0,8363 |
| – T <sub>2</sub>                        | 0 [0; 1]          | 0 [0; 0,5]        | 0,3463 |
| – T <sub>3</sub>                        | 1 [0; 3]          | 0 [0; 2]          | 0,1183 |
| – T <sub>4</sub>                        | 2 [1; 2,5]        | 2 [0,5; 3]        | 0,8676 |
| – T <sub>5</sub>                        | 2 [1; 2]          | 1 [1; 2]          | 0,1965 |
| – T <sub>6</sub>                        | 2 [1; 2]          | 2 [1; 2]          | 0,6454 |
| Оценка боли по ЦРШ при движении, баллы: |                   |                   |        |
| – T <sub>1</sub>                        | 0 [0; 0]          | 0 [0; 0]          | 1,0    |
| – T <sub>2</sub>                        | 0 [0; 1]          | 0 [0; 1,5]        | 0,9098 |
| – T <sub>3</sub>                        | 1 [0; 3]          | 0,5 [0; 2]        | 0,1576 |
| – T <sub>4</sub>                        | 2 [1; 3]          | 2 [1; 4]          | 0,3817 |
| – T <sub>5</sub>                        | 2 [1; 3]          | 2 [1; 3]          | 0,6549 |
| – T <sub>6</sub>                        | 3 [2,5; 3]        | 3 [3; 3]          | 0,4752 |

Примечания: значения количественных данных представлены в виде Me [IQR] для распределения, отличного от нормального. p – достоверность различий по U-критерию Манна – Уитни; ЦРШ – цифровая рейтинговая шкала; T<sub>1</sub> – через 2 часа после операции; T<sub>2</sub> – через 4 часа после операции; T<sub>3</sub> – через 6 часов после операции; T<sub>4</sub> – через 8 часов после операции; T<sub>5</sub> – через 24 часа после операции; T<sub>6</sub> – через 48 часов после операции.

(46,88%) сохранялась мышечная слабость квадрицепса, а во 2-й группе – у 18 пациентов (56,25%) (p=0,6052). А через 24 часа таких пациентов было зарегистрировано 1 (3,13%) и 5 (15,63%) в 1-й и во 2-й группе соответственно (p=0,3939) (табл. 3).

На следующий день после операции все испытуемые были вертикализированы. Первичную опору на оперированную конечность при помощи вспомогательных приспособлений выполнили несколько больше пациентов во 2-й группе (n<sub>1</sub>=23 (71,88%) против n<sub>2</sub>=27 (84,38%)), чем в 1-й группе. Однако статистически значимой разницы выявлено не было (p=0,3964).

Согласно результатам опросника QoR-15 не было выявлено статистически значимых различий между группами в удовлетворенности пациентов качеством восстановления после анестезии за 24 часа после операции (132 [113; 134,5] балла против

**Таблица 3**  
**Сравнение силы четырехглавой мышцы бедра у пациентов после ТЭТС**  
**Table 3**

**Comparison of quadriceps muscle strength in patients after total hip arthroplasty**

| Шкала, время оценки                 | 1-я группа (n=32) | 2-я группа (n=32) | p      |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|--------|
| Оценка мышечной силы по MRC, баллы: |                   |                   |        |
| – T <sub>1</sub>                    | 3 [2,5; 3]        | 3 [2; 3]          | 0,5236 |
| – T <sub>2</sub>                    | 4 [3; 4]          | 3 [3; 4]          | 0,1708 |
| – T <sub>3</sub>                    | 5 [4; 5]          | 4 [4; 5]          | 0,6052 |
| – T <sub>4</sub>                    | 5 [5; 5]          | 5 [5; 5]          | 0,3939 |
| – T <sub>5</sub>                    | 5 [5; 5]          | 5 [5; 5]          | 0,9946 |

Примечания: значения количественных данных представлены в виде Me [IQR] для распределения, отличного от нормального. p – достоверность различий по U-критерию Манна – Уитни; шкала MRC – оценка силы четырехглавой мышцы бедра; T<sub>1</sub> – через 4 часа после операции; T<sub>2</sub> – через 6 часов после операции; T<sub>3</sub> – через 8 часов после операции; T<sub>4</sub> – через 24 часа после операции; T<sub>5</sub> – через 48 часов после операции.



130 [123,5; 136,5] баллов,  $p=0,2941$ ). При этом в обеих группах качество сна (по опроснику QoR-15) было одинаковое (6 [4,5; 8] баллов против 7 [5; 8] баллов,  $p=0,7138$ ).

В ходе исследования не было зарегистрировано каких-либо нежелательных явлений, в том числе случаев непреднамеренной пункции бедренной артерии с внутрисосудистым введением анестетика, проявлений системной токсичности местных анестетиков, тромбоза глубоких вен, нагноений послеоперационной раны, признаков повреждения периферических нервов, случаев падения пациентов.

## ■ ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе литературы было выявлено, что большинство исследователей в своих научных трудах в качестве МА для PENG-блока чаще применяли различные концентрации ропивакаина, чем бупивакаина и левобупивакаина [7, 14, 15, 19, 21, 22]. В нашем исследовании в качестве МА для PENG-блока с блокадой ЛКНБ применялся ропивакаин. Ввиду отсутствия исследовательских работ, сравнивающих различные концентрации ропивакаина для данной комбинации блокад, было принято решение сравнить эффективность 0,375% и 0,5% раствора ропивакаина.

Результаты нашего исследования демонстрируют адекватный уровень анальгезии при использовании 0,5% раствора ропивакаина, который сопоставим по анальгетическому эффекту с 0,375% раствором ропивакаина в сочетании с послеоперационным введением опиоидного анальгетика в 1-е и 2-е послеоперационные сутки ( $p>0,05$ ). Оценка интенсивности болевого синдрома через 12 и 18 часов после операции не проводилась, потому что данные временные интервалы у большинства пациентов приходились на ночное время суток.

При анализе литературы было обнаружено, что большинство исследований, изучающих эффективность PENG-блока, не включало применение современной стратегии ММА (т. е. превентивную системную ММА) после операции. Необходимо отметить, что БПН блокируют только передачу ноцицептивного сигнала от операционной раны в спинной мозг и высшие нервные центры. Периферическая сенсibilизация и другие физиологические реакции, опосредованные гуморальным воспалительным ответом на операционную травму, остаются незатронутыми [23]. Таким образом, рекомендуется сочетание БПН с превентивной системной ММА из-за потенциального синергетического эффекта в уменьшении послеоперационной боли и улучшении качества оказания медицинской помощи [23, 24]. В нашем исследовании соблюдались стандарты периоперационной ММА [2, 24].

В настоящее время крайне мало научных публикаций, оценивающих анальгетическую эффективность сочетания PENG-блока с блокадой ЛКНБ при ТЭТС на фоне схожей схемы превентивной ММА [15]. Поэтому проблематично проводить сравнение результатов нашего исследования с результатами других исследователей. Это объясняется новизной PENG-блока, гетерогенностью дозировок разных МА и схем периоперационной ММА.

На фоне превентивной ММА применение 0,5% ропивакаина для PENG-блока с блокадой ЛКНБ по сравнению с 0,375% ропивакаином позволило практически в 7 раз увеличить количество пациентов, не требующих применения опиоидных анальгетиков в послеоперационном периоде (с 12,5% до 87,5% пациентов,  $p<0,0001$ ). Примечательно, что в исследовании Domagalska M. с соавт. пациентов, отказавшихся от потребления опиоидов в принципе, было зарегистрировано

только 24% [25]. В последних метаанализах было продемонстрировано, что применение PENG-блока уменьшает послеоперационное потребление опиоидных анальгетиков [26–28].

Использование увеличенной концентрации МА у пациентов, нуждающихся в опиоидном анальгетике ( $n_1=28$  и  $n_2=4$ ), позволило отсрочить время потребности в первой дозе промедола на 4,25 часа ( $p<0,001$ ) по сравнению с 0,375% раствором ропивакаина. Похожие результаты были получены в исследовании Jadon A. с соавт. Однако, в отличие от нашей работы, авторы использовали 30 мл 0,5% раствора ропивакаина для комбинации PENG-блока с блокадой ЛКНБ [14].

Потенциально комбинация PENG-блока с блокадой ЛКНБ с использованием 0,5% раствора ропивакаина с адреналином в соотношении 1:200 000 на фоне превентивной системной ММА может стать стандартом безопиоидной анальгезии у пациентов, которым показано проведение ТЭТС.

В ходе работы не было обнаружено, что применение 0,5% раствора ропивакаина влияет на мышечную силу квадрицепса после ТЭТС по сравнению с 0,375% раствором ропивакаина ( $p>0,05$ ). Сила четырехглавой мышцы бедра не оценивалась через 12 и 18 часов после операции, потому что данные временные интервалы у большинства пациентов приходились на ночное время суток.

Изначально блокада перикапсулярной группы нервов считалась двигательнo-сберегающей, однако в отдельных случаях она может приводить к слабости четырехглавой мышцы бедра. По данным ряда научных публикаций, распространенность мышечной слабости квадрицепса после PENG-блока варьирует от 0% до 45%, однако эти данные требуют интерпретации в контексте [19, 29–31]. В нашем исследовании у пациентов обеих групп данное явление развивалось несколько чаще (через 8 часов после ТЭТС – 46,88% и 56,25% в 1-й и 2-й группе соответственно,  $p=0,6052$ ). Однако транзиторная слабость квадрицепса нивелировалась раньше начала ходьбы и не влияла на реабилитационные мероприятия.

Вне зависимости от введенной концентрации ропивакаина время первичной опоры на оперированную конечность с помощью вспомогательных приспособлений после проведенных блокад соответствовало стандартному протоколу реабилитации пациентов в нашем стационаре ( $p>0,05$ ).

Увеличение концентрации ропивакаина для данной комбинации регионарных блокад позволило достичь высокого уровня удовлетворенности пациентов качеством восстановления после анестезии (согласно опроснику QoR-15) в течение 24 часов после ТЭТС, сопоставимой с 0,375% раствором ропивакаина в сочетании с введением опиоидного анальгетика ( $p=0,2941$ ).

Применение 0,5% раствора ропивакаина с адреналином в соотношении 1:200 000 для PENG-блока и блокады ЛКНБ на фоне внутривенного дексаметазона (8 мг) позволило достичь высокого уровня послеоперационной анальгезии, значительно уменьшив общее потребление опиоидного анальгетика (промедола), и повысить качество оказания медицинской помощи пациентам с ТЭТС. Предложенная смесь МА для комбинации регионарных блокад является безопасной, не нарушает начала реабилитационных мероприятий и может быть рекомендована для широкого внедрения в клиническую практику для периоперационной анальгезии при ТЭТС.



## ■ ВЫВОДЫ

1. Применение 0,5% раствора ропивакаина с адреналином в соотношении 1:200 000 для ультразвуков-ассистированных блокад перикапсулярной группы нервов и ЛКНБ позволило обеспечить адекватную анальгезию в течение 48 часов после ТЭТС, сопоставимую по анальгетическому эффекту с 0,375% раствором ропивакаина с адреналином в соотношении 1:200 000 в сочетании с послеоперационным введением опиоидного анальгетика (промедола).
2. Увеличение концентрации ропивакаина для данной комбинации регионарных блокад позволило отсрочить потребность в первой инъекции опиоидного анальгетика на 4,25 часа и почти в 7 раз уменьшить общее его потребление за первые сутки после операции.
3. Использование 0,5% раствора ропивакаина для PENG-блока в сочетании с ЛКНБ не повлияло на частоту развития слабости четырехглавой мышцы бедра оперированной конечности и на сроки начала реабилитации пациентов после ТЭТС по сравнению с 0,375% раствором ропивакаина.
4. Применение 0,5% раствора ропивакаина с адреналином в соотношении 1:200 000 для данной комбинации регионарных блокад обеспечивает высокую удовлетворенность пациентов качеством восстановления после анестезии (по опроснику QoR-15) в течение 24 часов после ТЭТС, сопоставимую с 0,375% раствором ропивакаина с адреналином в соотношении 1:200 000 в сочетании с послеоперационным введением опиоидного анальгетика (промедола).

## ■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Kremers H.M., Larson D.R., Crowson C.S., et al. Prevalence of total hip and knee replacement in the United States. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2015;97:1386–1397. DOI: 10.2106/JBJS.N.01141
2. Anger M., Valovska T., Beloel H., et al. Prospect guideline for total hip arthroplasty: a systematic review and procedure-specific postoperative pain management recommendations. *Anaesthesia*. 2021;76(8):1082–1097. DOI: 10.1111/anae.15498
3. Morozov D.V., Koriachkin V.A. Recommendations for anesthesia management of hip and hip surgery: literature review. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management*. 2023;17(2):81–88. DOI: <https://doi.org/10.17816/RA191375> (In Russian)
4. Guay J., Johnson R.L., Kopp S. Nerve blocks or no nerve blocks for pain control after elective hip replacement (arthroplasty) surgery in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;10(10):CD011608. DOI: 10.1002/14651858.CD011608.pub2
5. Memtsoudis G.S., Cozowicz C., Bekkeris J., et al. Peripheral nerve block anesthesia/analgesia for patients undergoing primary hip and knee arthroplasty: recommendations from the International Consensus on Anesthesia-Related Outcomes after Surgery (ICAROS) group based on a systematic review and meta-analysis of current literature. *Reg Anesth Pain Med*. 2021;46(11):971–985. DOI: 10.1136/rapm-2021-102750
6. Giron-Arango L., Peng P.W., Chin K.J., et al. Pericapsular nerve group (PENG) block for hip fracture. *Reg Anesth Pain Med*. 2018;43(8):859–863. DOI: 10.1097/AAP.0000000000000847
7. Lin D.Y., Brown B., Morrison C., et al. Pericapsular nerve group block results in a longer analgesic effect and shorter time to discharge than femoral nerve block in patients after hip fracture surgery: a single-center double-blinded randomized trial. *J Int Med Res*. 2022;50(3):1–7. DOI: 10.1177/03000605221085073
8. Luo W., Liang J., Wu J., et al. Effects of pericapsular nerve group (PENG) block on postoperative recovery in elderly patients with hip fracture: study protocol for a randomised, parallel controlled, double-blind trial. *BMJ Open*. 2022;12:1–7. DOI:10.1136/bmjopen-2021-051321
9. Liu M., Gao M., Hu Y., et al. Comparison of the Effect of Pericapsular Nerve Group Block Combined with Lateral Femoral Cutaneous Nerve Block and Fascia Iliaca Compartment Block in Patients Undergoing Hip Arthroscopy Under General Anesthesia: A Randomized, Double-Blind Trial. *J Pain Res*. 2024;17:1651–1661. DOI: 10.2147/JPR.S456880
10. Ye S., Wang L., Wang Q., et al. Comparison between Ultrasound-Guided Pericapsular Nerve Group Block and Local Infiltration Analgesia for Postoperative Analgesia after Total Hip Arthroplasty: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Orthop Surg*. 2023;15(7):1839–1846. DOI: 10.1111/os.13777
11. Tanguilig G., Dhillon J., Scilla A.J., et al. The Addition of a Pericapsular Nerve Group Block for Postoperative Pain Control Does Not Result in Less Narcotic Use After Hip Arthroscopy: A Systematic Review. *Arthrosc Sports Med Rehabil*. 2024;6(2):100894. DOI: 10.1016/j.asmr.2024.100894
12. Kukreja P., Uppal V., Kofskey A.M., et al. Quality of recovery after pericapsular nerve group (PENG) block for primary total hip arthroplasty under spinal anaesthesia: a randomised controlled observer-blinded trial. *Br J Anaesth*. 2023;130(6):773–779. DOI: 10.1016/j.bja.2023.02.017
13. Thallaj A. Combined PENG and LFCN blocks for postoperative analgesia in hip surgery-A case report. *Saudi J Anaesth*. 2019;13(4):381–383. DOI: 10.4103/sja.SJA\_299\_19

14. Jadon A., Srivastawa S., Bakshi A., et al. Does adding lateral femoral cutaneous nerve block improves the analgesia of pericapsular nerve group block in the fractured hip surgeries? *Braz J Anesthesiol.* 2022;72(6):836–838. DOI: 10.1016/j.bjane.2022.06.005
15. Liang L., Zhang C., Dai W., et al. Comparison between pericapsular nerve group (PENG) block with lateral femoral cutaneous nerve block and supra-inguinal fascia iliaca compartment block (S-FICB) for total hip arthroplasty: a randomized controlled trial. *J Anesth.* 2023;37(4):503–510. DOI: 10.1007/s00540-023-03192-6
16. Li A., Wei Z., Liu Y., et al. Ropivacaine versus levobupivacaine in peripheral nerve block: A prisma-compliant meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine.* 2017;96:e6551. DOI: 10.1097/MD.0000000000006551
17. Salgado-García D., Díaz-Álvarez A., González-Rodríguez J.L., et al. Comparison of the Analgesic Efficacy between Levobupivacaine 0.25% and Ropivacaine 0.375% for PENG (Pericapsular Nerve Group) Block in the Context of Hip Fracture Surgery of Elderly Patients: A Single-Center, Randomized, and Controlled Clinical Trial. *J Clin Med.* 2024;13(3):770. DOI: 10.3390/jcm13030770
18. Girón-Arango L., Peng P. Pericapsular nerve group (PENG) block: what have we learned in the last 5 years? *Reg Anesth Pain Med.* 2024 May 9;rapm-2024-105427. DOI: 10.1136/rapm-2024-105427
19. Wen H., Zhang W., Wang Y., et al. Effects of Different Volumes of Ropivacaine for Pericapsular Nerve Group Block on Incidence of Quadriceps Weakness and Analgesic Efficacy Following Hip Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial. *Pain Ther.* 2024;13(3):533–41. DOI: 10.1007/s40122-024-00590-w
20. Nikitina T.P., Kulikov A.Yu., Mishina A.A., et al. Development and testing of the Russian version of postoperative Quality of Recovery score – the QoR-40 and its short form – QoR-15. *Annals of Critical Care.* 2022;2:132–142. DOI: 10.21320/1818-474X-2022-2-132-142 (In Russian)
21. Lin D.Y., Brown B., Morrison C., et al. The Pericapsular Nerve Group (PENG) block combined with Local Infiltration Analgesia (LIA) compared to placebo and LIA in hip arthroplasty surgery: a multi-center double-blinded randomized-controlled trial. *BMC Anesthesiol.* 2022;22(1):252. DOI: 10.1186/s12871-022-01787-2
22. Chung C.J., Eom D.W., Lee T.Y., et al. Reduced Opioid Consumption with Pericapsular Nerve Group Block for Hip Surgery: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Pain Res Manag.* 2022;2022:6022380. DOI: 10.1155/2022/6022380
23. Pogatzki-Zahn E.M., Segelcke D., Schug S.A. Postoperative pain – from mechanisms to treatment. *Pain Rep.* 2017;2(2):e588. DOI: 10.1097/PR9.0000000000000588
24. Ovechkin A.M., Bayalieva A.Zh., Ezhevskaya A.A., et al. Postoperative analgesia. Guidelines. *Annals of Critical Care.* 2019;4:9–33. DOI: 10.21320/1818-474X-2019-4-9-33 (In Russian)
25. Domagalska M., Ciftci B., Reysner T., et al. Pain Management and Functional Recovery after Pericapsular Nerve Group (PENG) Block for Total Hip Arthroplasty: A Prospective, Randomized, Double-Blinded Clinical Trial. *J Clin Med.* 2023;12(15):1–11. DOI: 10.3390/jcm12154931
26. She C., Liu H. The efficacy of pericapsular nerve group block for reducing pain and opioid consumption after total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 2024;19(1):229. DOI: 10.1186/s13018-024-04707-x
27. Ke J., Yang Y., Cao Y., et al. Efficacy and safety of pericapsular nerve group block in total hip arthroplasty: a meta-analysis and systematic review. *Minerva Anesthesiol.* 2024;90(3):200–209. DOI: 10.23736/S0375-9393.23.17618-8
28. Li S., An J., Qian C., et al. Efficacy and Safety of Pericapsular Nerve Group Block for Hip Fracture Surgery under Spinal Anesthesia: A Meta-Analysis. *Int J Clin Pract.* 2024;2024:1–13. DOI: 10.1155/2024/6896066
29. Pascarella G., Costa F., Del Buono R., et al. Impact of the pericapsular nerve group (PENG) block on postoperative analgesia and functional recovery following total hip arthroplasty: a randomised, observer-masked, controlled trial. *Anaesthesia.* 2021;76(11):1492–1498. DOI: 10.1111/anae.15536
30. Aliste J., Layera S., Bravo D., et al. Randomized comparison between pericapsular nerve group (PENG) block and suprainguinal fascia iliaca block for total hip arthroplasty. *Reg Anesth Pain Med.* 2021;46(10):874–878. DOI: 10.1136/rapm-2021-102997
31. Yeoh S.R., Chou Y., Chan S.M., et al. Pericapsular Nerve Group Block and Iliopsoas Plane Block: A Scoping Review of Quadriceps Weakness after Two Proclaimed Motor-Sparing Hip Blocks. *Healthcare (Basel).* 2022;10(8):1565. DOI: 10.3390/healthcare10081565