DOI: https://doi.org/10.17816/RA645367 EDN: LPTGPP

Оценка эффективности продлённой блокады нервов нейрофасциального пространства мышц, выпрямляющих позвоночник, в сравнении с продлённой эпидуральной анальгезией после обширных торакальных вмешательств

Е.Ф. Дроботова[1, 2], Э.Э. Антипин[1, 3, 4], Д.А. Свирский[1], К.В. Паромов[5], Д.А. Волков[1, 5], Н.А. Бочкарёва[1], Н.И. Королёва[1], М.П. Яковенко[6], Н.С. Загоскин[1], М.А. Богатырёва[1], К.А. Гладков[1], Ю.М. Звездина[1], М.Ю. Киров[1, 5]

[1] Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Россия;
[2] Архангельская областная клиническая больница, Архангельск, Россия;
[3] Научный центр медико-биологических исследований адаптации человека в Арктике ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты, Россия;
[4] Многопрофильный центр лечения боли и реабилитации «Анеста», Архангельск, Россия;
[5] Первая городская клиническая больница им. Е.Е. Волосевич, Архангельск, Россия;
[6] Клиника лечения боли, Уссурийск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Острая послеоперационная боль формируется в результате физиологического ответа на хирургический стресс, но, кроме ранних патогенетических негативных эффектов, при отсутствии адекватной терапии она может трансформироваться в хроническую послеоперационную боль. Несмотря на большое количество проведённых исследований, оптимальная стратегия послеоперационного обезболивания в торакальной хирургии не определена.

Цель. Сравнительная оценка анальгетической эффективности непрерывной блокады нервов нейрофасциального пространства мышц, выпрямляющих позвоночник, как компонента мультимодальной анальгезии и непрерывной эпидуральной блокады на грудном уровне в комплексе мультимодального обезболивания при обширных торакальных операциях.

Материалы и методы. В основу проспективного рандомизированного исследования положены результаты анализа качества и уровня обезболивания в раннем послеоперационном периоде у 66 пациентов, перенёсших торакальные вмешательства, которым проводилась анальгезия методом продлённой блокады нервов нейрофасциального пространства мышц, выпрямляющих позвоночник (erector spinae muscle plane block — ESPB), под контролем ультразвука в сочетании с нестроидными противовоспалительными препаратами (НСПВП) и парацетамолом, или методом продлённой грудной эпидуральной анальгезии в сочетании с НСПВП и парацетамолом. Исследование включает оценку болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) в покое, при движении и кашле через 24, 72 часа и на седьмые сутки после операции. Оценивали жизненную ёмкость лёгких (ЖЕЛ) и пиковую скорость выдоха на всех этапах исследования. Проведён анализ влияния исследуемых методов на динамику концентрации в крови С-реактивного белка, субстанции Р, интерлейкина-6 и фактора некроза опухоли α как косвенных показателей уровня анальгезии.

Результаты. На первые сутки в группе исследования уровень боли по ВАШ при движении и кашле составил 30 мм, в контрольной группе — 30 мм при движении, 40 мм при кашле, что является статистически значимым межгрупповым различием (p=0,0004). При анализе показателей выраженности боли в покое, при движении и кашле через 72 часа и на седьмые сутки после операции не было получено межгрупповых различий. При оценке лабораторных показателей статистически значимых межгрупповых различий на всех этапах исследования получено не было. Показатель ЖЕЛ снизился через сутки после операции в обеих группах (2,9 литра, p <0,01). К седьмым суткам послеоперационного периода показатели ЖЕЛ вернулись к дооперационным параметрам в обеих группах: 3,6 литра в группе исследования и 3,6 литра в группе сравнения (p <0,01).

Заключение. ESPB обеспечивает эффективную анальгезию в раннем послеоперационном периоде у пациентов после открытых торакальных вмешательств, сопоставимую с эпидуральной блокадой, и может использоваться как её альтернатива.

Ключевые слова: обезболивание; грудная эпидуральная анальгезия; блокада нервов; послеоперационная боль.

Как цитировать:
Дроботова Е.Ф., Антипин Э.Э., Свирский Д.А., Паромов К.В., Волков Д.А., Бочкарёва Н.А., Королёва Н.И., Яковенко М.П., Загоскин Н.С., Богатырёва М.А., Гладков К.А., Звездина Ю.М., Киров М.Ю. Оценка эффективности продлённой блокады нервов нейрофасциального пространства мышц, выпрямляющих позвоночник, в сравнении с продлённой эпидуральной анальгезией после обширных торакальных вмешательств // Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2025. Т. 19, № 1. С. 71–83. DOI: 10.17816/RA645367 EDN: LPTGPP

Рукопись получена: 09.01.2025 **Рукопись одобрена:** 18.03.2025 **Опубликована:** 25.03.2025

ЭКО•ВЕКТОР
Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International
© Эко-Вектор, 2025

DOI: https://doi.org/10.17816/RA645367 EDN: LPTGPP

Assessment of the effectiveness of continuous erector spinae plane block versus continuous thoracic epidural analgesia following major thoracic surgery

Ekaterina F. Drobotova[1, 2], Eduard E. Antipin[1, 3, 4], Dmitrii A. Svirskii[1], Konstantin V. Paromov[5], Dmitry A. Volkov[1, 5], Nadezhda A. Bochkareva[1], Natalia I. Koroleva[1], Maksim P. Yakovenko[6], Nikita S. Zagoskin[1], Maria A. Bogatyreva[1], Kirill A. Gladkov[1], Yulia M. Zvezdina[1], Mikhail Yu. Kirov[1, 5]

[1] Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia;
[2] Arkhangelsk Regional Clinical Hospital, Arkhangelsk, Russia;
[3] Research Center for Medical and Biological Problems of Human Adaptation in the Arctic, Kola Science Center, Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia;
[4] Multidisciplinary Center for Pain Management and Rehabilitation "Anesta", Arkhangelsk, Russia;
[5] First City Clinical Hospital named after E.E. Volosevich, Arkhangelsk, Russia;
[6] Pain Management Clinic, Ussuriysk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Acute postoperative pain results from the physiological response to surgical stress. Without adequate management, it may not only contribute to early negative outcomes but also increase the risk of chronic postoperative pain. Despite numerous studies, the optimal postoperative analgesic strategy in thoracic surgery remains undefined.

AIM: To perform a comparative assessment of the analgesic effectiveness of continuous erector spinae plane block as part of multimodal analgesia versus continuous thoracic epidural analgesia within a multimodal pain management protocol in patients undergoing extensive thoracic surgery.

METHODS: This prospective randomized study was based on the analysis of analgesia quality and intensity in the early postoperative period in 66 patients who underwent thoracic surgery. Patients received either continuous ultrasound-guided erector spinae plane block (ESPB) in combination with nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) and paracetamol, or continuous thoracic epidural analgesia combined with NSAIDs and paracetamol. Pain intensity was assessed using the visual analog scale (VAS) at rest, during movement, and while coughing at 24 h, 72 h, and postoperative day 7. Vital capacity (VC) and peak expiratory flow were assessed at all stages of the study. The study evaluated the impact of the analgesic techniques on blood levels of C-reactive protein, substance P, interleukin-6, and tumor necrosis factor alpha as indirect markers of analgesic effectiveness.

RESULTS: On postoperative day 1, VAS scores for pain during movement and coughing were significantly lower in the study group (30 mm) compared to the control group (30 mm during movement and 40 mm during coughing; p=0.0004). No significant between-group differences in pain intensity during movement and coughing were found at 72 h or day 7 after operation. No significant between-group differences in inflammatory markers were observed at any time point. VC values decreased to 2.9 L on day 1 in both groups (p <0.01). By postoperative day 7, VC values returned to baseline in both groups: 3.6 L in the study group and 3.6 L in the control group (p <0.01).

CONCLUSION: Continuous ESPB ensures effective analgesia in the early postoperative period in patients after open thoracic surgery, comparable in efficacy to thoracic epidural analgesia, and may be used as an alternative.

Keywords: analgesia; thoracic epidural analgesia; nerve block; postoperative pain.

To cite this article:
Drobotova EF, Antipin EE, Svirskii DA, Paromov KV, Volkov DA, Bochkareva NA, Koroleva NI, Yakovenko MP, Zagoskin NS, Bogatyreva MA, Gladkov KA, Zvezdina YuM., Kirov MYu. Assessment of the effectiveness of continuous erector spinae plane block versus continuous thoracic epidural analgesia following major thoracic surgery. *Regional anesthesia and acute pain management.* 2025;19(1):71–83. DOI: 10.17816/RA645367 EDN: LPTGPP

Received: 09.01.2025 **Accepted:** 18.03.2025 **Published:** 25.03.2025

ECO•VECTOR
Article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License
© Eco-Vector, 2025

ОБОСНОВАНИЕ

Торакальная хирургия отличается высокой травматичностью вмешательств, что требует мультидисциплинарного подхода к уменьшению периоперационного стресса, оказывающего негативное действие на иммунную и эндокринную системы организма [1]. В течение последних десятилетий хирургическая техника была заметно модернизирована. Большая часть оперативных вмешательств в настоящее время выполняется малоинвазивным способом, с применением видеоторакоскопии и робот-ассистированной хирургии, однако полностью отказаться от открытых операций не представляется возможным. Современные подходы позволили ускорить восстановление после оперативных вмешательств и сократить сроки пребывания пациентов в стационаре за счёт снижения выраженности послеоперационной боли и объёма кровопотери [2, 3]. Особое место в раннем послеоперационном периоде занимает контроль над болью, поскольку менее 50% пациентов считают обезболивание адекватным. Согласно рекомендациям Общества ускоренного восстановления после операции и Европейского общества торакальных хирургов, одним из основополагающих факторов для ранней реабилитации и активизации в послеоперационном периоде является использование анестетиков короткого действия и методик регионарной анестезии в рамках стратегии опиоидсберегающего обезболивания [4]. Золотым стандартом обезболивания является грудная эпидуральная блокада. Её применение не только значимо снижает риск развития осложнений в раннем послеоперационном периоде, но и является эффективной профилактикой развития хронического постторакотомического болевого синдрома (ХПТБС) [5].

Вместе с тем данная методика не лишена серьёзных недостатков, включая опасность развития таких осложнений, как эпидуральная гематома, инфекции эпидурального пространства и непреднамеренная пункция твёрдой мозговой оболочки [6].

Выполнение эпидуральной блокады на грудном уровне требует от анестезиолога определённых навыков. Ввиду анатомических особенностей пациентов (деформация позвоночника, избыточная масса тела) могут возникнуть технические трудности во время выполнения блокады, что, в свою очередь, повышает риски возможных осложнений [7]. Достойной альтернативой эпидуральной анальгезии является паравертебральная блокада, которая оказывает менее выраженное действие на системную гемодинамику, обеспечивает высокий уровень анальгезии, снижает потребление наркотических анальгетиков, профилактирует развитие ХПТБС [8].

В последние годы в различных областях хирургии, включая торакальные вмешательства, возрастает интерес к проведению нейрофасциальных блокад (НФБ) [9]. Суть метода заключается в ультразвуковой визуализации области блокады и введении местного анестетика в нейрофасциальное пространство. Данные блокады могут служить альтернативой паравертебральной и эпидуральной анальгезии вследствие своей относительной простоты и безопасности, однако в настоящее время данные методики не до конца изучены. Так, остаётся открытым вопрос о распространении местного анестетика при НФБ. Тем не менее есть данные, что НФБ значимо снижают выраженность болевого синдрома и потребность в наркотических анальгетиках в торакальной хирургии [2, 9]. Следуя концепции мультимодальной анальгезии, нейрофасциальные блокады необходимо использовать в сочетании с системными анальгетиками, а не в качестве единственного метода анальгезии [10]. Для обезболивания торакотомии с разной степенью эффективности можно применять блокаду нервов нейрофасциального пространства грудной мышцы (pectoralis nerve plane block — PECS 2) и передней зубчатой мышцы (serratus anterior plane block — SAPB), блокаду нервов нейрофасциального пространства мышц, выпрямляющих позвоночник (erector spinae muscle plane block — ESPB), и ретроламинарную блокаду (retrolaminar block — RLB) [11]. Эффективность нейрофасциальных блоков в настоящее время объясняют тремя механизмами: непосредственным воздействием на нервы нейрофасциальных пространств, миорелаксацией за счёт диффузии в соседние мышцы и системным эффектом адсорбировавшегося местного анестетика (МА) [12]. Техника ESPB была описана M. Forero и соавт. в 2016 г., хотя история блокады мышц-выпрямителей позвоночника началась ещё в 1994 г., когда профессор Б.М. Рачков и профессор В.М. Кустов получили патент «Способ лечения боли при патологии спинного мозга и позвоночного столба» [13]. Так, техника выполнения блока, предложенная M. Forero, практически идентична способу Рачкова–Кустова по направлению введения иглы и месту инъекции раствора местного анестетика.

При введении МА кзади от поперечного отростка соответствующего позвонка он распространяется по межрёберному нейрофасциальному пространству и приводит к ипсилатеральной блокаде вентральных и дорсальных ветвей спинномозгового нерва, а при проникновении анестетика в переднее и заднее эпидуральное пространство через межпозвонковое отверстие МА вызывает эффективную сенсорную блокаду [11]. Вместе с тем не до конца изучено, как распространяется МА при ESPB, каков основной механизм действия при выполнении блокады на грудном уровне, отличается ли распространение МА у бодрствующего пациента и у пациента, получающего искусственную вентиляцию лёгких (ИВЛ) с миорелаксантами. Так, в большинстве работ по распространению МА при ESPB, проведённых на трупах, показано проникновение красителя метиленового синего в краниальном, каудальном, а также латеральном направлениях, однако оно отличается от такового у живых пациентов, поскольку у трупов отсутствуют динамичные изменения внутригрудного давления, и фасция

не выполняет свои функции трёхмерного матрикса из-за отсутствия тонуса [14].

В связи с этим, хотя ESPB показала себя как безопасный и эффективный вариант анальгезии для различных типов операций [15, 16], её эффективность при вмешательствах на грудной клетке остаётся предметом дискуссий.

Не разрешённой до настоящего времени проблемой является и объективизация боли. Часто мы вынуждены полагаться лишь на субъективные описания пациентов. Имеющиеся данные позволяют использовать ряд биохимических маркеров в качестве косвенных показателей уровня анальзезии, включая С-реактивный белок (СРБ), фактор некроза опухолей альфа (TNF-α), субстанцию Р, интерлейкины (IL) 1β, 6, 10 и 12 [17, 18].

Цель исследования — сравнительная оценка анальгетической эффективности непрерывной блокады нейрофасциального пространства мышцы, выпрямляющей спину, как компонента мультимодальной анальгезии и непрерывной эпидуральной блокады на грудном уровне в комплексе мультимодального обезболивания при обширных торакальных операциях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено интервенционное одноцентровое проспективное выборочное контролируемое слепое рандомизированное исследование.

Критерии соответствия

Критерии включения: плановый характер оперативного вмешательства, возраст старше 18 лет, отсутствие психических нарушений, наличие информированного согласия на участие в исследовании, отсутствие гнойно-септических заболеваний в области предполагаемой пункции, отсутствие коагулопатии или системной антикоагулянтной терапии, отсутствие аллергии на местные анестетики.

Критерии невключения: отказ от участия в исследовании, приём системных стероидных препаратов, несоответствие критериям включения.

Критерии исключения: потребность в длительной вазопрессорной поддержке и инфекционные осложнения в послеоперационном периоде, повторное оперативное вмешательство.

Процедура рандомизации

Для выбора способа послеоперационного обезболивания использовался метод конвертов. Конверты хранились в сейфе в запечатанном виде и выдавались заведующим отделением утром в день операции перед предоперационным осмотром анестезиолога. До вскрытия конвертов ни врач, ни пациент не знали, какой метод анальгезии в послеоперационном периоде будет применён.

Условия проведения

Данная работа была выполнена в рамках темы ГЗ «Изучение особенностей территориальной заболеваемости населения репродуктивного возраста в Арктической зоне Российской Федерации с выявлением факторов, воздействующих на основные функциональные системы организма, и разработки комплексных методов для снижения негативного воздействия экстремальных условий среды» (рег. № 122022200516-5).

Исследование выполнено на базе торакального центра ГБУЗ АО «Архангельская областная клиническая больница», г. Архангельск.

Продолжительность исследования

Исследование проводилось с ноября 2022 по ноябрь 2024 года.

Описание медицинского вмешательства

В рандомизированное исследование были включены 66 пациентов, перенёсшие плановые торакальные вмешательства в следующем объёме: расширенная пневмонэктомия (*n*=10), расширенная билобэктомия (*n*=5), расширенная лобэктомия (*n*=39), пластика диафрагмы (*n*=5), резекция булл с тотальной плеврэктомией (*n*=5), поперечная резекция лёгкого (*n*=1). Группа исследования включала 33 пациента (20 мужчин и 13 женщин), средний возраст которых составил 64 года. Группа сравнения включала 33 пациента (21 мужчина и 12 женщин), средний возраст которых составил 62 года.

Дизайн исследования представлен на рис. 1. Предоперационный осмотр включал, помимо стандартных обследований и консультаций, оценку уровня боли до оперативного вмешательства, показатели функции внешнего дыхания — жизненную ёмкость лёгких (ЖЕЛ) и пиковую скорость выдоха (ПСВ), анализ лабораторных маркеров — СРБ, субстанции Р, IL-6 и TNF-α как косвенных показателей уровня анальгезии.

Для всех оперативных вмешательств в качестве хирургического доступа использовалась переднебоковая торакотомия в пятом межреберье.

В зависимости от результатов рандомизации в комплекс анестезиологического обеспечения включали следующие катетеризационные методики: группа исследования (группа 1) — унилатеральную ультразвук-ассистированную продлённую ESPB; группа сравнения (группа 2) — продлённую грудную эпидуральную блокаду (ГЭА) на уровне Th4–Th5. Катетеры для обезболивания в обеих группах устанавливали в операционной до начала общей анестезии. Для ультразвуковой навигации в группе исследования использовали аппарат eZono 3000 (Германия). В группе исследования после выполнения блокады (введение 30 мл 0,33% ропивакаина в нейрофасциальное пространство) через 15 мин проводилась оценка сенсорной блокады методом pin prick (утрата болевой чувствительности кожи в ответ на раздражение иглой).

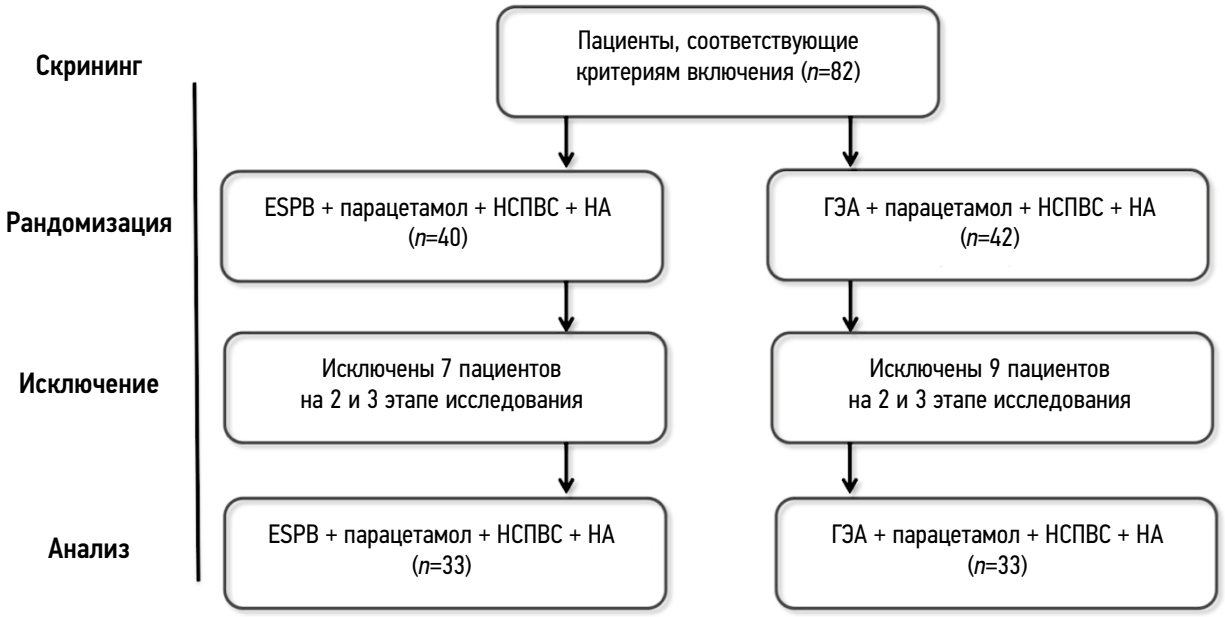

Рис. 1. Блок-схема организации исследования. ESPB (erector spinae plane block) — блокада нервов нейрофасциального пространства мышц, выпрямляющих позвоночник, ГЭА — грудная эпидуральная анальгезия, НСПВС — нестероидные противовоспалительные средства, НА — наркотические анальгетики.
Fig. 1. Flowchart for the trial. ESPB — erector spinae plane block, ГЭА — thoracic epidural analgesia, НСПВС — nonsteroid anti-inflamatory drugs, НА — narcotic analgetics.

Оперативные вмешательства проводились в условиях мультимодальной анестезии с ИВЛ. После преоксигенации всем пациентам вводили 1,5 мг/кг пропофола, 100–200 мкг фентанила, 0,6 мг/кг рокурония бромида. Трахею интубировали однопросветной трубкой. Вентиляция лёгких проводилась по принципам протективной ИВЛ. Анестезию поддерживали пропофолом, фентанилом и диазепамом, миорелаксацию осуществляли рокурониeм в дозе 0,15 мг/кг. Средняя продолжительность оперативного вмешательства в группе 1 составила 155 минут, в группе 2 — 150 минут. Средний объём кровопотери в группе исследования составил 540 мл, в группе сравнения — 560 мл, а средний объём инфузионной терапии — 1850 и 1900 мл соответственно.

По окончании оперативного вмешательства в течение первых суток пациенты получали терапию в условиях отделения реанимации, а затем были переведены в торакальное отделение.

В группе исследования обезболивание проводили по принципу мультимодальной анальгезии с использованием ESPB (после болюса 30 мл 0,33% ропивакаина в катетер вводили 0,2% ропивакаин со скоростью 6–7 мл/ч в течение трёх суток) в сочетании с нестероидными противовоспалительными препаратами (НСПВП) (кетопрофен 100 мг 2 р/сут), парацетамолом (4 г/сут) и наркотическим анальгетиком (трамадол 100 мг — разовая доза) по требованию.

В группе сравнения обезболивание проводили по стандартной схеме — ГЭА (0,5% ропивакин по 7–8 мл болюсно, затем 0,2% ропивакаин со скоростью 6–7 мл/ч) в сочетании с НСПВП (кетопрофен 100 мг 2 р/сут), парацетамолом (4 г/сут) и наркотическим анальгетиком (трамадол 100 мг — разовая доза) по требованию.

Основной исход исследования

Исследование включало оценку болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) в покое, при движении и кашле через 24, 72 часа и на седьмые сутки после операции. На этих же этапах оценивали показатели артериального давления, частоты сердечных сокращений и частоты дыхания. Через 12 месяцев был произведён телефонный опрос пациентов, во время которого задавали два вопроса: 1) болит ли у вас в области послеоперационной раны? 2) можете ли вы сказать, что послеоперационная боль нарушает качество вашей жизни?

Оценка качества послеоперационной анальгезии и удовлетворённости пациентов проводилась с помощью ВАШ по 100-миллиметровой линейке.

На контрольных точках оценивали показатели внешнего дыхания — ЖЕЛ и ПСВ. Проводили анализ лабораторных маркеров (СРБ, IL-6, TNF-α, субстанция Р) как косвенных показателей качества послеоперационной анальгезии.

Дополнительные исходы исследования

Проводилась оценка частоты возникновения и выраженности побочных эффектов наркотических анальгетиков (седация, кожный зуд, тошнота и рвота, задержка мочи). Учитывали потребность в наркотических анальгетиках.

Анализ в подгруппах

В исследование в проспективном порядке включены 66 пациентов (ASA II–III), перенёсшие плановые

торакальные вмешательства по различным причинам (опухолевые поражения, релаксация диафрагмы, буллёзная эмфизема, секвестрация лёгкого). Распределение пациентов по нозологическим группам согласно МКБ-10: злокачественные новообразования органов дыхания и грудной клетки (*n*=44), доброкачественные новообразования органов дыхания (*n*=12), хронические болезни нижних дыхательных путей, эмфизема (*n*=5), болезни диафрагмы (*n*=5). В группе исследования (*n*=33) (20 мужчин и 13 женщин) средний возраст пациентов составил 64 года. Объём выполненного оперативного вмешательства — расширенная пневмонэктомия (*n*=5), расширенная билобэктомия (*n*=3), расширенная лобэктомия (*n*=21), пластика диафрагмы (*n*=2), пластика булл с тотальной плеврэктомией (*n*=2). В группе сравнения (*n*=33) (21 мужчина и 12 женщин) средний возраст пациентов составлял 62 года. Объём выполненного оперативного вмешательства — расширенная пневмонэктомия (*n*=5), расширенная билобэктомия (*n*=2), расширенная лобэктомия (*n*=18), поперечная резекция лёгкого (*n*=1), пластика диафрагмы (*n*=4), пластика булл с тотальной плеврэктомией (*n*=3).

Методы регистрации результатов

Исследование включало оценку болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале в покое, при движении и кашле через 24, 72 часа и на седьмые сутки после операции. На этих же этапах оценивали показатели внешнего дыхания (ЖЕЛ и ПСВ), а также уровень лабораторных маркеров (СРБ, IL-6, TNF-α, субстанция Р) в сыворотке крови.

Пациентам предлагалось поставить на 100-миллиметровой линейке отметку, соответствующую субъективному ощущению боли. Расстоянию в миллиметрах от начала шкалы соответствовала интенсивность болевого синдрома в баллах. Во время предоперационного осмотра объясняли значение крайних показателей: 0 — боли нет и 10 — нестерпимая боль, приводя примеры различных видов боли в соотношении их с положением на линейке. Болевой синдром 1–30 мм характеризовался как лёгкий, 31–70 — как умеренный, более 70 мм — как выраженный.

Пациенты оценивали интенсивность болевого синдрома по ВАШ в покое, при движении (присаживались в постели) и кашле. Оценка ЖЕЛ проводилась при помощи сухого портативного спирометра. Оценка ПСВ осуществлялась с помощью портативного автоматического пикфлоуметра Philips PersonalBest (США).

На всех этапах исследования проводился забор венозной крови пациентов, затем цельную кровь центрифугировали (центрифуга лабораторная Liston C 2201, Россия) в течение 10 минут при 3000 об/мин, а полученную сыворотку замораживали при температуре -20 °C до последующего анализа.

С целью оценки динамики лабораторных маркеров выполнены следующие исследования:

- определение концентрации СРБ в сыворотке крови методом латекс-агглютинации с использованием реагентов фирмы «Вектор-Бест» (референсные значения 0–5 мг/л) на биохимическом анализаторе BioSystems A-15 (Испания);
- определение уровней TNF-α, IL-6 и субстанции Р методом иммуноферментного анализа на полуавтоматическом микропланшетном фотометре Multiskan FC (Thermo Fisher Scientific) с применением реагентов фирмы «Вектор-Бест» (TNF-α и IL-6) и Elabscience Bionovation inc. (субстанция Р). Референсные значения для TNF-α и IL-6 были установлены согласно инструкции производителя и составили 0–6 и 0–10 пг/мл соответственно. Референсные значения для субстанции Р были в пределах 40–270 пг/мл.

Этическая экспертиза

Для проведения данного клинического исследования получено разрешение этического комитета СГМУ, № 08/10-21 от 27.10.21 г.

Статистический анализ

Расчёт размера выборки не проводили в связи с пилотным характером исследования. Статистический анализ выполнялся с использованием пакета SPSS for Windows, версия 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, США), и пакета статистических программ R (ver.4.3.1, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Австрия). Количественные данные представлены как среднее и стандартное отклонение для переменных с нормальным распределением и медиана с межквартильным интервалом в случае переменных со скошенным распределением. Качественные данные представлены как абсолютные значения и процентные доли. При статистическом анализе для оценки нормальности распределения признака использовали критерий Шапиро–Уилка. Для сравнения между группами применяли U-критерий Манна–Уитни. Для проведения внутригрупповых сравнений был использован критерий Уилкоксона и Фридмана, для множественных сравнений — поправки Бонферрони. Результаты считали статистически значимыми при p <0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты (участники) исследования

На этапе предоперационной подготовки фиксировали исходные данные пациентов. Клинико-демографические характеристики пациентов, включённых в исследование, представлены в табл. 1.

Основные результаты исследования

При оценке качества послеоперационной анальгезии по ВАШ не было получено клинически значимых межгрупповых различий (рис. 2, 3). В обеих группах уровень

Таблица 1. Клинико-демографические характеристики пациентов, включённых в исследование
Table 1. Clinical and demographic characteristics of patients included in the study

Показатель	Группа исследования (*n*=33)	Группа сравнения (*n*=33)
ASA II/III	18/15	18/15
Пол, муж./жен.	20/13	21/12
Средний возраст, лет	64±4,2	62±3,8
Рост, см	170,5±6,5	172,4±8,3
Масса тела, кг	84±18	83±17,2
ВАШ до операции, см	0	0
ЖЕЛ до операции, литры	3,6±0,8	3,6±0,7
ПСВ до операции, л/мин	380,0±35,0	375,0±38,0

Примечание. ВАШ — визуально-аналоговая шкала, ЖЕЛ — жизненная ёмкость лёгких, ПСВ — пиковая скорость выдоха.
Note. ВАШ — visual analog scale, ЖЕЛ — vital capacity, ПСВ — peak expiratory flow rate.

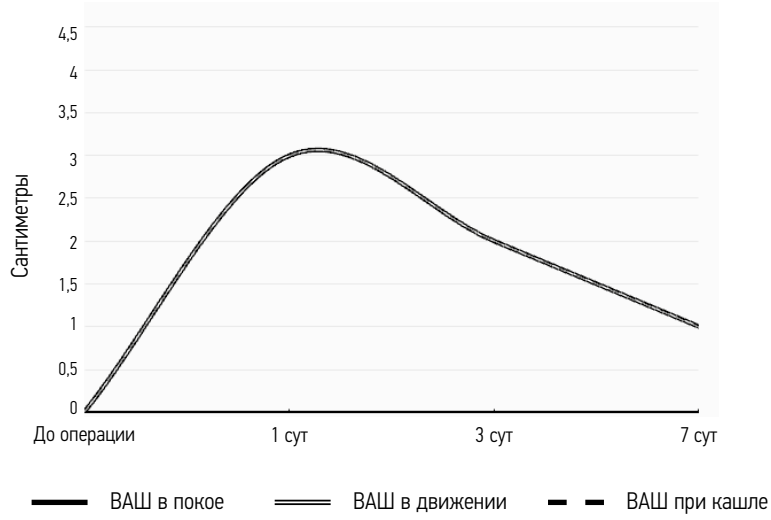

Рис. 2. Динамика интенсивности боли по визуально-аналоговой шкале (см) на контрольных точках в группе исследования. ВАШ — визуально-аналоговая шкала.
Fig. 2. Changes of pain intensity usinga visual analogue scale (cm) at control points in the study group. ВАШ — visual analog scale.

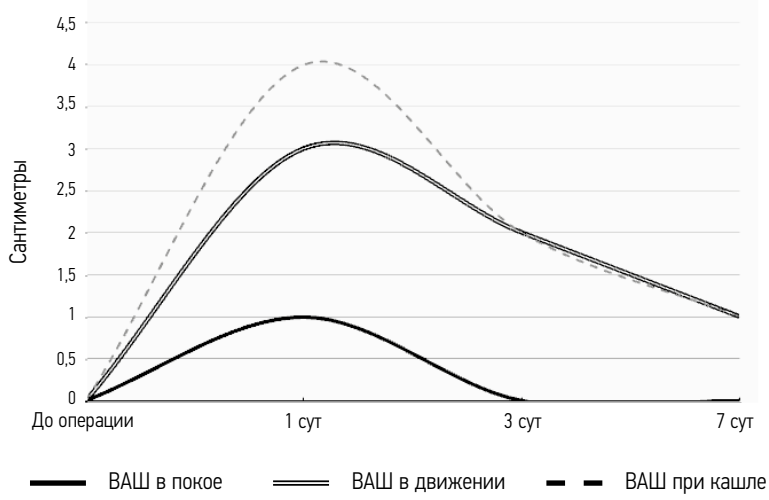

Рис. 3. Динамика интенсивности боли по визуально-аналоговой шкале (см) на контрольных точках в группе сравнения. ВАШ — визуально-аналоговая шкала.
Fig. 3. Changes of pain intensity usinga visual analogue scale (cm) at control points in the control group. ВАШ — visual analog scale.

обезболивания был удовлетворительным. На первые сутки в группе исследования уровень боли по ВАШ при движении и кашле составил 30 мм, а в группе сравнения — 30 мм при движении, 40 мм при кашле (p=0,0004). Показатели интенсивности боли на этапе третьих и седьмых суток в обеих группах значимо не различались. Внутригрупповая динамика показателей была статистически значимой на каждом из этапов исследования.

Показатели внешнего дыхания не имели межгрупповых различий на всех этапах исследования, внутригрупповая разница отмечена на всех исследуемых этапах (рис. 4).

Показатели жизненной ёмкости лёгких снизились через сутки после операции в обеих группах без статистически значимых различий, оставаясь при этом в пределах минимальных средних значений для взрослого человека — 2,9 литра. Тем не менее к седьмым суткам послеоперационного периода показатели ЖЕЛ вернулись к дооперационным параметрам в обеих группах: 3,6 литра в группе с ESPB и 3,6 литра в группе с ГЭА, что соответствует норме средних значений для взрослого человека.

Динамика концентрации исследуемых маркеров (СРБ, IL-6, TNF-α, субстанция Р) представлена на рис. 5. На графике видно, что изменения были синхронными

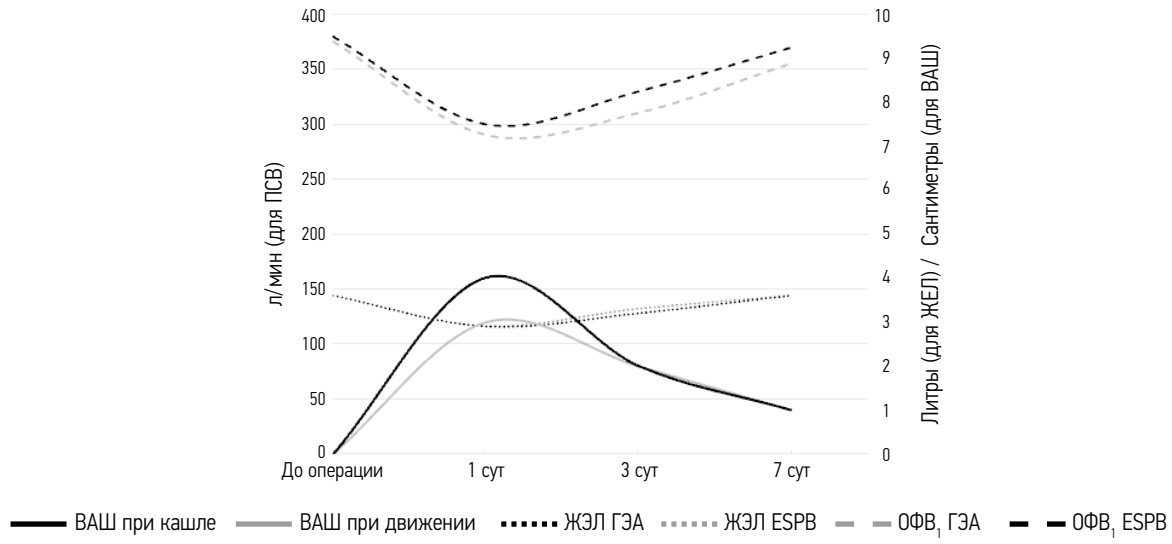

Рис. 4. Динамика показателей внешнего дыхания. ЖЕЛ — жизненная ёмкость лёгких, ВАШ — визуально-аналоговая шкала, $ОФВ_1$ — объём форсированного выдоха за одну секунду, ESPB (erector spinae plane block) — блокада нервов нейрофасциального пространства мышц, выпрямляющих позвоночник, ГЭА — грудная эпидуральная анальгезия.

Fig. 4 Changes of external respiration indicator values. ЖЕЛ — vital capacity of the lungs, ВАШ — visual analogue scale, $ОФВ_1$ — forced expiratory volume in one second, ESPB (erector spinae plane block) — nerve block of the neurofascial space of the muscles that straighten the spine, ГЭА — thoracic epidural analgesia.

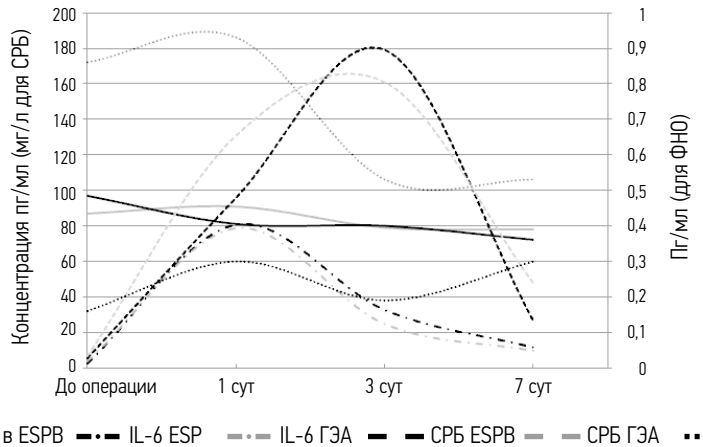

Рис. 5. Графики динамики значений исследуемых лабораторных показателей. Суб. Р — субстанция Р (пг/мл), IL-6 — интерлейкин 6 (пг/мл), СРБ — С-реактивный белок (мг/л), ФНО — фактор некроза опухоли (пг/мл), ESPB (erector spinae plane block) — блокада нервов нейрофасциального пространства мышц, выпрямляющих позвоночник, ГЭА — грудная эпидуральная анальгезия. Для ФНО использована дополнительная логарифмическая шкала справа.

Fig. 5. Changes of the studied laboratory parameters values. Суб. Р — substance P (pg/ml), IL-6 — interleukin 6 (pg/ml), СРБ — C-reactive protein (mg/l), ФНО — tumor necrosis factor (pg/ml), ESPB — erector spinae plane block, ГЭА — thoracic epidural analgesia. For TNF, an additional logarithmic scale is used on the right.

с динамикой выраженности болевого синдрома, что говорит о сопоставимом уровне боли и стресс-ответе на операционную травму в группах исследования и сравнения. При оценке лабораторных показателей не было получено статистически значимых межгрупповых различий на всех этапах исследования. Статистически значимая внутригрупповая динамика была отмечена в уровнях показателей СРБ и IL-6 на всех этапах исследования, динамика значений субстанции Р была значимой в группе исследования на третьи сутки после операции, в контрольной группе внутригрупповые различия отмечены к первым суткам, показатели TNF-α не имели значимой внутригрупповой разницы. Данные представлены в табл. 2.

Результаты телефонного опроса пациентов представлены в табл. 3. Из 66 пациентов, вошедших в исследование, на момент опроса умерли четверо, двое отказались отвечать на вопросы, и в пяти случаях не было доступа к телефонной связи. Среди опрошенных пациентов было четверо, перенёсших повторные операции, никто из них не заявил о наличии боли после первого вмешательства. Результаты опроса не выявили значимых различий между группами.

Дополнительные результаты исследования

Ни в одной из групп не было зафиксировано побочных эффектов от использования наркотических анальгетиков (седация, кожный зуд, тошнота и рвота, задержка мочи). Потребность в опиоидах была значимо ниже в группе исследования (трамадол 300 мг/сут) в сравнении с контрольной группой (трамадол 400 мг/сут) (p=0,006). Восьми пациентам в группе ESPB вообще не потребовалось назначения наркотических анальгетиков в течение первых суток после оперативного вмешательства.

Нежелательные явления

В группе сравнения троим пациентам потребовалась вазопрессорная поддержка (норадреналин 0,36–0,28 мкг/кг/мин) интраоперационно и в течение первых четырёх часов раннего послеоперационного периода.

Таблица 2. Внутригрупповые различия исследуемых лабораторных показателей

Table 2. Intragroup differences in the studied laboratory parameters

Лабораторный показатель	Группы пациентов		До операции	1-е сутки	3-и сутки	7-е сутки	Внутригрупповая разница
СРБ	ESPB	Me (IQR)	6,0 (5,4)	96,3 (89,5)*	179,0 (184,3)*	27,7 (62,5)*	Chi=71,2; p=0,000000000000002 (2,3e-015)
	ГЭА	Me (IQR)	7,4 (7,9)	131,0 (100)*	161,8 (194,0)*	48,7 (39,5)*	Chi=55,671; p=0,00000000001 (4,9e-012)
ФНО	ESPB	Me (IQR)	0,0 (0,5)	0,0 (0,9)	0,0 (0,5)	0,0 (0,3)	Chi=2,15; p=0,54
	ГЭА	Me (IQR)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,2)	0,0 (0,25)	Chi=4,71; p=0,19
ИЛ-6	ESPB	Me (IQR)	3,0 (4,7)	81,2 (64,4)*	32,9 (41,1)*	12,4 (26,8)*	Chi=69,05; p=0,00000000000001 (6.8e-015)
	ГЭА	Me (IQR)	3,6 (5,9)	57,9 (48,9)*	25,1 (29,0)*	10,1 (12,0)*	Chi=65,014; p=0,0000000000001 (4.98e-014)
Субстанция Р	ESPB	Me (IQR)	87,3 (24,3)	91,2 (41,5)	79,1 (40,3)*	78,3 (35,1)	Chi=4,41; p=0,22
	ГЭА	Me (IQR)	96,7 (45,9)	81,8 (44,7)*	80,2 (53,6)	72,3 (37,7)	Chi=15,67; p=0,001

Примечание. СРБ — С-реактивный белок, ФНО — фактор некроза опухоли, ИЛ-6 — интерлейкин-6, ESPB — блокада нервов нейрофасциального пространства мышц, выпрямляющих позвоночник, ГЭА — грудная эпидуральная анальгезия, * внутригрупповая динамика между этапами. Сравнение: до операции vs 1-е сутки; 1-е сутки vs 3-и сутки; 3-и сутки vs 7-е сутки. Критическое значение p=0,05/3=0,17.

Note. CRP — C-reactive protein, TNF — tumor necrosis factor, IL-6 — interleukin-6, ESPB — nerve block of the neurofascial space of the erector spinae muscles, ГЭА — thoracic epidural analgesia, * intragroup dynamics between stages. Comparison: before surgery vs 1st day; 1st day vs 3rd day; 3rd day vs 7th day. Critical value p=0.05/3=0.17.

Таблица 3. Результаты оценки отдалённых последствий через 12 месяцев после перенесённого вмешательства

Table 3. Results of evaluation of long-term consequences at 12 months after the intervention

Исследуемые группы	Число опрошенных пациентов	Боли нет	Нарушение качества жизни (дискомфорт)	Боль есть
ESPB	26	16	9	1
ГЭА	24	15	8	1

Примечание. ESPB — блокада нервов нейрофасциального пространства мышц, выпрямляющих позвоночник, ГЭА — грудная эпидуральная анальгезия.

Note. ESPB — erector spinae muscle plane block, ГЭА — thoracic epidural analgesia.

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

Использование продлённой ультразвук-ассистированной блокады нервов нейрофасциального пространства мышц, выпрямляющих позвоночник, позволило обеспечить адекватную анальгезию в течение первых трёх суток после торакальных вмешательств, сопоставимую по эффекту с продлённой эпидуральной анальгезией, при этом уменьшив расход наркотических анальгетиков.

Обсуждение результатов исследования

Несмотря на то, что ГЭА считается золотым стандартом обезболивания в торакальной хирургии, ESPB имеет более широкий профиль безопасности, поскольку в заинтересованной области нет дискретных нервов, крупных сосудов и плевры, кроме того, она обеспечивает бо́льшую гемодинамическую стабильность [19]. Выполнение данной блокады под ультразвуковой навигацией повышает безопасность методики за счёт возможности визуализации кончика иглы [20], что позволяет снизить риск неэффективности блокады. Вместе с тем до сих пор вопрос эффективности ESPB в торакальной хирургии по сравнению с другими регионарными методиками остаётся дискутабельным. Так, согласно данным метаанализа C.H. Koo и соавт., ESPB уступает грудной паравертебральной блокаде, но превосходит по эффективности блокаду нервов нейрофасциального пространства передней зубчатой мышцы и межрёберную блокаду в послеоперационной анальгезии [21].

По нашему мнению, несмотря на относительную простоту методики, при выполнении ESPB под ультразвуковым контролем качество обезболивания зависит от тщательности выполнения блокады. Необходимо убедиться в её технической правильности, о чём свидетельствует видимая гидродиссекция тканей ниже плоскости мышц, выпрямляющих позвоночник, при введении местного анестетика. Блокада считается успешной, если анестетик диффундировал с уровня Th5 до Th8–9 с развитием соответствующего сенсорного дефицита.

В нашем исследовании показатели жизненной ёмкости лёгких снизились через сутки после операции в обеих группах исследования без статистически значимых различий, оставаясь при этом в пределах минимальных средних значений для взрослого человека (группа исследования — 2,9 литра, группа сравнения — 2,9 литра). Тем не менее к седьмым суткам послеоперационного периода показатели ЖЕЛ вернулись к дооперационным параметрам в обеих группах: 3,6 литра в группе с ESPB и 3,6 литра в группе с ГЭА, что соответствует норме средних значений для взрослого человека. Наши данные согласуются с результатами других исследований, которые показывают, что ESPB эффективна как при соматической, так и при висцеральной боли, оказывая положительное влияние на дыхательные функции пациентов. R. Syal и соавт. [22] также продемонстрировали, что ESPB, применяемая у пациента с дыхательной дисфункцией, не только обеспечивает хорошую анальгезию, но и улучшает функции внешнего дыхания.

Среди исследованных нами маркеров периоперационного стресса субстанция P является ключевым фактором, отвечающим на большинство стимулов, которые могут поставить под угрозу биологическую целостность организма. Субстанция P инициирует экспрессию почти всех известных цитокинов [23]. Кроме того, большинство цитокинов, в свою очередь, индуцируют рецептор субстанции P и NK1. Субстанция P является важным элементом восприятия боли и модулирует передачу болевой информации в центральную нервную систему. Кроме того, субстанция P обладает антиноцицептивной активностью, которая заключается в инициировании механизма усиления действия опиоидов после болевых стимулов. Таким образом, спинальные тахикининовые и опиоидные системы имеют прямое функциональное взаимодействие в двойной модуляции ноцицептивных реакций [24].

Согласно данным нашего исследования, уровень субстанции P не превышал референсных значений как до операции, так и на всех этапах исследования в обеих группах. Полученные данные свидетельствуют о высоком качестве и равной анальгетической эффективности обеих применяемых методик.

В исследовании R.R. Gaddam и соавт. [25] было обнаружено, что концентрация субстанции P в плазме коррелирует с уровнями таких провоспалительных медиаторов, как прокальцитонин, СРБ и IL-6. Цитокины как регуляторы иммунных и воспалительных процессов являются ключевыми молекулами в модуляции болевых путей. Некоторые из них, такие как IL-6, являются как про-, так и противовоспалительными. Провоспалительные цитокины взаимосвязаны с послеоперационной болью за счёт активации нервных окончаний, что может способствовать поддержанию гипералгезии [26]. Среди них IL-6 является наиболее репрезентативным цитокином при повреждении тканей. Кроме того, IL-6 служит индикатором воспалительной реакции после хирургической травмы и стимулирует в печени синтез белков острой фазы воспаления, в том числе СРБ. Согласно полученным нами данным, уровень IL-6 после кратковременного повышения через 24 часа после операции в обеих группах исследования уже к третьим суткам вернулся к дооперационным значениям, при этом статистически значимых различий между исследуемыми группами на всех этапах исследования не было выявлено. Аналогичные результаты получены при исследовании TNF-α.

С-реактивный белок является одним из наиболее изученных медиаторов воспаления, которые участвуют в клиренсе повреждённых клеток. Он увеличивается вскоре после нарушения целостности тканей и имеет

относительно короткий период полураспада — примерно 19 часов. Таким образом, СРБ значимо отражает выраженность послеоперационного воспаления. Повышенное значение СРБ через 3–4 суток после хирургического вмешательства ассоциируется с послеоперационными осложнениями [27]. В нашем исследовании не было выявлено статистически значимых различий в динамике СРБ между группами на всех этапах работы. После ожидаемого увеличения СРБ на третьи сутки после торакотомии к седьмым суткам концентрация СРБ вернулась к референсным значениям.

Таким образом, клинические и лабораторные данные не показали различий в эффективности ESPB и ГЭА в исследуемых группах пациентов. Обе методики обеспечивали высокое качество послеоперационной анальгезии.

Ограничения исследования

К количественным ограничениям проведённого исследования можно отнести небольшой объём выборки. Качественные ограничения определены современной областью знаний о стресс-ответе и его влиянии на формирование и поддержание боли. Предметно-смысловые ограничения заключаются в трудности объективизации характеристик боли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Продлённая блокада нервов нейрофасциального пространства мышц, выпрямляющих позвоночник, обеспечивает эффективную анальгезию в раннем послеоперационном периоде у пациентов после открытых торакальных вмешательств, сопоставимую с продлённой эпидуральной блокадой, и может использоваться как её альтернатива.

Применение ESPB как компонента мультимодальной анальгезии позволяет снизить расход наркотических анальгетиков и избежать развития связанных с их использованием побочных эффектов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Дроботова Е.Ф. — разработка концепции статьи, обзор литературы, сбор клинических данных, анализ полученных данных, написание текста и редактирование статьи; Антипин Э.Э. — разработка концепции статьи, анализ полученных данных, проверка и утверждение текста; Свирский Д.А. — разработка концепции статьи, анализ полученных данных, написание текста и редактирование статьи; Паромов К.В. — редактирование статьи; Волков Д.А. — статистический анализ полученных данных; Бочкарёва Н.А. — обзор литературы, анализ полученных данных; Королёва Н.И. — обзор литературы, анализ полученных данных; Яковенко М.П. — анализ полученных данных, редактирование текста; Загоскин Н.С., Богатырёва М.А., Гладков К.А., Звездина Ю.М. — проведение лабораторных исследований; Киров М.Ю. — анализ полученных данных, внесение окончательной правки. Все авторы одобрили финальную версию перед публикацией, а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

Этическая экспертиза. Для проведения данного клинического исследования получено разрешение этического комитета ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России, № 08/10-21 от 27.10.2021 г.

Источник финансирования. Данная работа была выполнена в рамках темы ГЗ «Изучение особенностей территориальной заболеваемости населения репродуктивного возраста в Арктической зоне Российской Федерации с выявлением факторов, воздействующих на основные функциональные системы организма, и разработки комплексных методов для снижения негативного воздействия экстремальных условий среды» (рег. № 122022200516-5).

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Drobotova E.F. — article concept development, literature review, clinical data collection, data analysis, text writing and article editing; Antipin E.E. — article concept development, data analysis, text review and approval; Svirskii D.A. — article concept development, data analysis, text writing and article editing; Paromov K.V. — text writing and article editing; Volkov D.A. — data analysis, text writing; Bochkareva N.A. — literature review, text writing; Koroleva N.I. — literature review, data analysis, text writing; Yakovenko M.P. — data analysis, text writing; N.S. Zagoskin, M.A. Bogatyreva, K.A. Gladkov, Zvezdina Yu.M. — laboratory research; Kirov M.Yu. — analysis of the obtained data, making final edits. 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 and agree to be accountable for all aspects of the work.

Ethics approval. The study was approved by the Ethics Committee of the Northern State Medical University, protocol No. 08/10-21 dated October 27, 2021.

Funding source. This work was carried out within the framework of the State Budget theme "Study of the characteristics of territorial morbidity of the population of reproductive age in the Arctic zone of the Russian Federation with the identification of factors affecting the main functional systems of the body, and the development of comprehensive methods to reduce the negative impact of extreme environmental conditions" (reg. No. 122022200516-5).

Disclosure of interests. The authors have no relationships, activities or interests for the last three years related with for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Marshall K, McLaughlin K. Pain Management in Thoracic Surgery. *Thorac Surg Clin.* 2020;30(3):339–46. doi: 10.1016/j.thorsurg.2020.03.001

2. La Via L, Cavaleri M, Terminella A, Sorbello M, Cusumano G. Loco-Regional Anesthesia for Pain Management in Robotic Thoracic Surgery. *J Clin Med.* 2024;13(11):3141. doi: 10.3390/jcm13113141

3. El-Hag-Aly MA, Hagag MG, Allam HK. If post-thoracotomy pain is the target, Integrated Thoracotomy is the choice. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;67(11):955–61. doi: 10.1007/s11748-019-01126-2

4. Piler T, Creutzenberg M, Hofmann HS, Ried M. Moderne perioperative Versorgungskonzepte in der Thoraxchirurgie: Enhanced Recovery After Thoracic Surgery (ERATS). *Zentralblatt für Chirurgie — Zeitschrift für Allgemeine, Viszeral, Thorax- und Gefäßchirurgie*. 2022;149:116–22. doi: 10.1055/a-1823-1207

5. Novak-Jankovič V, Markovič-Božič J. Regional anaesthesia in thoracic and abdominal surgery. *Acta Clin Croat.* 2019;58(Suppl 1):96–100. doi: 10.20471/acc.2019.58.s1.14

6. Ovechkin AM, Politov ME. Problems of regional anesthesia in the modern period. *Anesteziologiya i Reanimatologiya.* 2018;63(1):9–16. doi: 10.18821/0201-7563-2018-63-1-9-16
7. Dobson SW, Weller RS, Turner JD, Lack CM, Henshaw DS. Surface Landmarks in the Lateral Decubitus Position Are Unreliable for Thoracic Epidural Catheter Placement: A Case Series. *A A Pract.* 2022;16(12):e01649. doi: 10.1213/XAA.0000000000001649
8. Slinchenkova K, Lee K, Choudhury S, Sundarapandiyan D, Gritsenko K. A Review of the Paravertebral Block: Benefits and Complications. *Curr Pain Headache Rep.* 2023;27(8):203–8. doi: 10.1007/s11916-023-01118-1
9. Koryachkin VA. Peripheral nerve blocks and ultrasound navigation. *Regional anesthesia and acute pain.* 2020;14(1):4–5. doi: 10.17816/1993-6508-2020-14-1-4-5
10. Chin KJ. Thoracic wall blocks: From paravertebral to retrolaminar to serratus to erector spinae and back again — A review of evidence. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2019;33(1):67–77. doi: 10.1016/j.bpa.2019.02.003
11. Paromov KV, Svirskij DA, Kirov MYU. Regionarnye metodiki v praktike kardioanesteziologa: est' li vybor? *Anesteziologiya i reanimatologiya.* 2021;(6):75–81. doi: 10.17116/anaesthesiology202106175
12. Pirri C, Torre DE, Stecco C. Fascial plane blocks: from microanatomy to clinical applications. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2024;37(5):526–32. doi: 10.1097/ACO.0000000000001416
13. Safin RR, Koryachkin VA, Zabolotskij DV. Forgotten pioneers of erector spinae plane block: historical digression. *Regional anesthesia and acute pain management.* 2023;17(2):89–99. doi: 10.17816/RA375334
14. Svirskij DA, Antipin EE, Paromov KV, Drobotova EF, Nedashkovskij EV. Paraxial spinal nerve block. *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology.* 2021;(4):128–35. doi: 10.17116/anaesthesiology2021041128
15. Lakhin RE, Shapovalov PA, Shchegolev AV, et al. Effectiveness of erector spinae plane blockade in cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Anesteziologiya i Reanimatologiya.* 2022;(6):29. doi: 10.17116/anaesthesiology202206129
16. Mehta S, Jen TTH, Hamilton DL. Regional analgesia for acute pain relief after open thoracotomy and video-assisted thoracoscopic surgery. *BJA Educ.* 2023;23(8):295–303. doi: 10.1016/j.bjae.2023.05.001
17. Sluka KA, Wager TD, Sutherland SP, et al. Predicting chronic postsurgical pain: current evidence and a novel program to develop predictive biomarker signatures. *Pain.* 2023;164(9):1912–26. doi: 10.1097/j.pain.0000000000002938
18. An N, Dong W, Pang G, Zhang Y, Liu C. TPVB and general anesthesia affects postoperative functional recovery in elderly patients with thoracoscopic pulmonary resections based on ERAS pathway. *Transl Neurosci.* 2023;14(1):20220305. doi: 10.1515/tnsci-2022-0305
19. Yang JH, Sun Y, Yang YR, et al. The Analgesic Mechanism and Recent Clinical Application of Erector Spinae Plane Block: A Narrative Review. *J Pain Res.* 2024;17:3047–62. doi: 10.2147/JPR.S468560
20. Kalagac Fabris L, Biberić M, Zrna S. New concept of fusion technics in regional anesthesia. *Acta Clin Croat.* 2022;61(Suppl 2):135–44. doi: 10.20471/acc.2022.61.s2.18
21. Koo CH, Lee HT, Na HS, Ryu JH, Shin HJ. Efficacy of Erector Spinae Plane Block for Analgesia in Thoracic Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2022;36(5):1387–95. doi: 10.1053/j.jvca.2021.06.029
22. Syal R, Mohammed S, Kumar R, Jain N, Bhatia P. Continuous erector spinae plane block for analgesia and better pulmonary functions in patients with multiple rib fractures: a prospective descriptive study. *Braz J Anesthesiol.* 2024;74(1):744289. doi: 10.1016/j.bjane
23. Mashaghi A, Marmalidou A, Tehrani M, et al. Neuropeptide substance P and the immune response. *Cell Mol Life Sci.* 2016;73(22):4249–64. doi: 10.1007/s00018-016-2293-z
24. Graefe SB, Rahimi N, Mohiuddin SS. Biochemistry, Substance P. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [cited 2025 Jan 6]. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554583/
25. Gaddam RR, Chambers S, Murdoch D, Shaw G, Bhatia M. Circulating levels of hydrogen sulfide and substance P in patients with sepsis. *J Infect.* 2017;75(4):293–300. doi: 10.1016/j.jinf.2017.07.005
26. Chidambaran V, Duan Q, Pilipenko V, et al. The Role of Cytokines in Acute and Chronic Postsurgical Pain in Pediatric Patients after Major Musculoskeletal Surgeries. *medRxiv*. 2024;2024.03.27.24304974. doi: 10.1101/2024.03.27.24304974
27. Ivascu R, Torsin LI, Hostiuc L, et al. The Surgical Stress Response and Anesthesia: A Narrative Review. *J Clin Med.* 2024;13(10):3017. doi: 10.3390/jcm13103017

ОБ АВТОРАХ

*** Дроботова Екатерина Фёдоровна;**
адрес: Россия, 163045, Архангельск, пр. Ломоносова, д. 292;
ORCID: 0000-0001-5332-4613;
eLibrary SPIN: 9162–8288;
e-mail: katerina.drobotova@mail.ru

Антипин Эдуард Эдуардович, д-р мед. наук, доцент;
ORCID: 0000-0002-2386-9281;
eLibrary SPIN: 8850-2071;
e-mail: vard67@mail.ru

Свирский Дмитрий Алексеевич, канд. мед. наук, доцент;
ORCID: 0000-0001-5798-9209;
eLibrary SPIN: 9740-9109;
e-mail: dsvirskiy@mail.ru

Паромов Константин Валентинович, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-5138-3617;
eLibrarySPIN: 9673-1896;
e-mail: kp-82@mail.ru

Волков Дмитрий Александрович, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0003-1558-9391;
eLibrary SPIN: 9120-3931;
e-mail: dmitrii_volkov_93@mail.ru

AUTHORS' INFO

*** Ekaterina F. Drobotova,** MD;
address: 292 Lomonosov ave, Arkhangelsk, Russia, 163045;
ORCID: 0000-0001-5332-4613;
eLibrary SPIN: 9162-8288;
e-mail: katerina.drobotova@mail.ru

Eduard E. Antipin, MD, Dr. Sci. (Medicine), Associate Professor;
ORCID: 0000-0002-2386-9281;
eLibrary SPIN: 8850-2071;
e-mail: vard67@mail.ru

Dmitrii A. Svirskii, MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor;
ORCID: 0000-0001-5798-9209;
eLibrary SPIN: 9740-9109;
e-mail: dsvirskiy@mail.ru

Konstantin V. Paromov, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0002-5138-3617;
eLibrary SPIN: 9673-1896;
e-mail: kp-82@mail.ru

Dmitry A. Volkov, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0003-1558-9391;
eLibrary SPIN: 9120-3931;
e-mail: dmitrii_volkov_93@mail.ru

Бочкарёва Надежда Андреевна;
ORCID: 0000-0002-1912-4252;
eLibrary SPIN: 5515-8025;
e-mail: noirsept@gmail.com

Королёва Наталия Ивановна;
ORCID: 0000-0001-5768-3859;
eLibrary SPIN: 9983–0954;
e-mail: la-reine-soleil@yandex.ru

Яковенко Максим Петрович, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-1267-9781;
eLibrary SPIN: 2074-3953;
e-mail: alter83@mail.ru

Загоскин Никита Сергеевич;
ORCID: 0009-0000-5366-1185;
eLibrary SPIN: 5221-2081;
e-mail: n_zagoskin@bk.ru

Богатырёва Мария Александровна;
ORCID: 0009-0007-5461-5552;
eLibrary SPIN: 3555-7722;
e-mail: marishka11500@gmail.com

Гладков Кирилл Алексеевич;
ORCID: 0009-0001-7419-5643;
eLibrary SPIN: 9934-0351;
e-mail: ya.ya-gladkov@yandex.ru

Звездина Юлия Михайловна;
ORCID: 0000-0002-5725-0145;
eLibrary SPIN: 6959-2269;
e-mail: julia.pawlovskaya@yandex.ru

Киров Михаил Юрьевич, д-р мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН;
ORCID: 0000-0002-4375-3374;
eLibrary SPIN: 2025-8162;
e-mail: mikhail_kirov@hotmail.com

Nadezhda A. Bochkareva, MD;
ORCID: 0000-0002-1912-4252;
eLibrary SPIN: 5515-8025;
e-mail: noirsept@gmail.com

Natalia I. Koroleva;
ORCID: 0000-0001-5768-3859;
eLibrary SPIN: 9983-0954;
e-mail: la-reine-soleil@yandex.ru

Maksim P. Yakovenko, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0002-1267-9781;
eLibrary SPIN: 2074-3953;
e-mail: alter83@mail.ru

Nikita S. Zagoskin;
ORCID: 0009-0000-5366-1185;
eLibrary SPIN: 5221-2081;
e-mail: n_zagoskin@bk.ru

Maria A. Bogatyreva;
ORCID: 0009-0007-5461-5552;
eLibrary SPIN: 3555-7722;
e-mail: marishka11500@gmail.com

Kirill A. Gladkov;
ORCID: 0009-0001-7419-5643;
eLibrary SPIN: 9934-0351;
e-mail: ya.ya-gladkov@yandex.ru

Yulia M. Zvezdina;
ORCID: 0000-0002-5725-0145;
eLibrary SPIN: 6959-2269;
e-mail: julia.pawlovskaya@yandex.ru

Mikhail Yu. Kirov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences;
ORCID: 0000-0002-4375-3374;
eLibrary SPIN: 2025-8162;
e-mail: mikhail_kirov@hotmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author