

УДК 616.711.6

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma241214>

Научная статья

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ ПРИ НЕЙРОХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ НА ПОЯСНИЧНОМ ОТДЕЛЕ ПОЗВОНОЧНИКА У ПАЦИЕНТОВ С ФАКТОРАМИ ВЫСОКОГО РИСКА

В.А. Бывальцев^{1,2}, А.В. Щеголев³, В.Ю. Голобородько^{1,2}, А.А. Калинин^{1,2}¹ Иркутский государственный медицинский университет, Иркутск, Россия² Клиническая больница «РЖД-Медицина», Иркутск, Россия³ Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Сравняются эффективность и безопасность оказания анестезиологической помощи при нейрохирургических вмешательствах на позвоночнике у пациентов с факторами высокого риска. В проспективное сравнительное исследование включены пациенты, которые имели высокий операционно-анестезиологический риск по авторской системе поддержки принятия решений (более 8 баллов). Всем пациентам проведены открытые дорсальные декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства в период с 2021 по 2023 г. В зависимости от вида анестезиологического пособия и способа послеоперационной анальгезии выделено 3 группы пациентов: в 1-й группе ($n = 41$) применялась внутривенная анестезия на основе пропофола и фентанила; во 2-й группе ($n = 40$) дополнительно выполняли продленную эпидуральную анальгезию ропивакаином в течение 3 сут после операции; в 3-й группе ($n = 43$) сочетано использовалась мультимодальная анальгезия с дооперационным внутримышечным введением кетопрофена, инфльтрацией параспинальной мускулатуры, подкожно-жировой клетчатки и кожи ропивакаином перед выполнением доступа, интраоперационным — дексмететомидина, послеоперационным — парацетамола. Сравнительный анализ включал оценку периоперационных параметров гемодинамики, интенсивности послеоперационной боли, периоперационного использования опиоидов, динамику восстановления психомоторных функций, побочных эффектов анестезии и послеоперационных хирургических осложнений. Установлено, что у пациентов 3-й группы по сравнению с пациентами 1-й и 2-й групп отсутствовали значимые изменения гемодинамики, получены лучшие результаты по скорости восстановления психомоторных функций, а также отмечено меньшее интраоперационное количество опиоидных препаратов. Во 2-й и 3-й группах зафиксирован минимальный уровень послеоперационного локального болевого синдрома и меньшая потребность в анальгетиках. Количество побочных эффектов анестезии в 1-й группе составило 29,3 %, во 2-й группе — 27,5 %, в 3-й группе — 9,3 % ($p = 0,01$). Число послеоперационных хирургических осложнений было сопоставимым: в 1-й группе — 7,3 %, во 2-й группе — 7,5 %, в 3-й группе — 4,7 % ($p = 0,56$). Таким образом, использование комплексного периоперационного обезболивания, по сравнению с традиционной анестезией, в том числе с продленной эпидуральной анальгезией, имеет преимущества по отсутствию депрессии периоперационных параметров гемодинамики, меньшему количеству побочных эффектов анестезии и послеоперационных хирургических осложнений.

Ключевые слова: дегенеративное заболевание поясничного отдела позвоночника; пациенты с высоким операционно-анестезиологическим риском; открытые декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства; хирургический стресс-ответ; ускоренное восстановление после операции; ропивакаин; дексмететомидин; продленная эпидуральная анальгезия.

Как цитировать:

Бывальцев В.А., Щеголев А.В., Голобородько В.Ю., Калинин А.А. Сравнительный анализ эффективности и безопасности анестезиологической помощи при нейрохирургических вмешательствах на поясничном отделе позвоночника у пациентов с факторами высокого риска // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2023. Т. 25, № 1. С. 95–106. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma241214>

Рукопись получена: 10.01.2023

Рукопись одобрена: 12.02.2023

Опубликована: 29.03.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma241214>

Research article

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS AND SAFETY OF ANESTHETIC CARE DURING NEUROSURGICAL INTERVENTIONS ON THE LUMBAR SPINE IN PATIENTS WITH HIGH-RISK FACTORS

V.A. Byvaltsev^{1, 2}, A.V. Shchegolev³, V.Y. Goloborodko^{1, 2}, A.A. Kalinin^{1, 2}

¹ Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russia

² Clinical Hospital "RZD-Medicine", Irkutsk, Russia

³ Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT. The effectiveness and safety of providing anesthetic care during neurosurgical interventions on the spine in patients with high-risk factors are compared. The prospective comparative study included patients who had a high operational and anesthesiological risk according to the author's decision support system (> 8 points). All patients underwent open dorsal decompressive and stabilizing interventions from 2021 to 2023. Depending on the type of anesthesia and method of postoperative analgesia, three groups of patients were distinguished: in Group 1 ($n = 41$), intravenous anesthesia based on propofol and fentanyl was used; in Group 2 ($n = 40$), prolonged epidural analgesia with ropivacaine was additionally performed for 3 days after surgery; and in Group 3 ($n = 43$), multimodal analgesia was combined with preoperative intramuscular administration of ketoprofen and infiltration of the paraspinal muscles, subcutaneous fat, and skin with ropivacaine before access; intraoperative administration of dexmedetomidine; and postoperative administration of paracetamol. Comparative analysis included assessment of perioperative hemodynamic parameters, intensity of postoperative pain, perioperative use of opioids, dynamics of recovery of psychomotor functions, side effects of anesthesia, and postoperative surgical complications. It was found that the patients of Group 3, compared with the patients of Groups 1 and 2, had no significant changes in hemodynamics, obtained better results in the rate of recovery of psychomotor functions, and received a smaller intraoperative amount of opioid drugs. In Groups 2 and 3, a minimum level of postoperative local pain syndrome and a lower need for analgesics were recorded. The number of side effects of anesthesia in Group 1 was 29.3%; in Group 2, 27.5%; and in Group 3, 9.3% ($p = 0.01$). The number of postoperative surgical complications was comparable: Group 1, 7.3%; Group 2, 7.5%; and Group 3, 4.7% ($p = 0.56$). Thus, the use of complex perioperative anesthesia, in comparison with traditional anesthesia, including prolonged epidural analgesia, has advantages in the absence of depression of perioperative hemodynamic parameters and fewer side effects of anesthesia and postoperative surgical complications.

Keywords: degenerative disease of the lumbar spine; patients with high operational and anesthetic risk; open decompressive and stabilizing interventions; surgical stress response; accelerated recovery after surgery; ropivacaine; dexmedetomidine; prolonged epidural analgesia.

To cite this article:

Byvaltsev VA, Shchegolev AV, Goloborodko VYu, Kalinin AA. Comparative analysis of the effectiveness and safety of anesthetic care during neurosurgical interventions on the lumbar spine in patients with high-risk factors. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2023;25(1):95–106. DOI: <https://doi.org/10.17816/brmma241214>

Received: 10.01.2023

Accepted: 12.02.2023

Published: 29.03.2023

ВВЕДЕНИЕ

Дегенеративные заболевания поясничного позвоночника являются одной из ведущих причин инвалидизации, снижения качества жизни и трудоспособности [1]. Для улучшения функционального состояния пациентов в некоторых случаях применяются декомпрессивно-стабилизирующие операции [2]. Открытые традиционные нейрохирургические вмешательства на позвоночнике сопряжены со значимым уровнем локального болевого синдрома и высоким числом послеоперационных осложнений, связанных с медленной активизацией и длительной реабилитацией пациентов [3]. Вышеперечисленные особенности являются сдерживающими причинами широкого их использования при наличии высокого операционно-анестезиологического риска [4].

Общепринятые способы периоперационного обезболивания основаны на использовании наркотических анальгетиков [5]. Современные методики антиноцицептивной защиты включают в себя различные комбинации мультимодальной анальгезии (ММА), которые обладают высоким опиоид-сберегающим эффектом [6]. Данные технологии обеспечивают сокращение нежелательных фармакологических явлений наркотических препаратов и поддерживают необходимый контроль за послеоперационным обезболиванием [7].

По литературным данным, оказание анестезиологической помощи при нейрохирургическом лечении пациентов, страдающих дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника, имеющих факторы высокого операционно-анестезиологического риска, ассоциируется с увеличением количества осложнений, удлинением сроков стационарного лечения и повышением финансовых затрат [8–11]. Н.Ж. Wilder et al. [12] указывают на то, что увеличение средней продолжительности жизни населения развитых стран сопряжено с повышением количества симптоматичных дегенеративных заболеваний позвоночника, требующих хирургической коррекции. В общей структуре данной патологии особое внимание уделяется группе пациентов, имеющих факторы высокого операционно-анестезиологического риска [13]. Это связано с тем, что многие декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства являются травматичными и сочетается с интенсивным послеоперационным болевым синдромом [14], требующим назначения наркотических анальгетиков [15]. Длительное использование высоких доз опиатов обуславливает развитие нежелательных фармакологических осложнений: пареза кишечника, задержки мочеиспускания, наркотической зависимости и психоневрологических симптомов абстиненции [16]. При этом недостаточное послеоперационное обезбоживание сопровождается активацией симпатической активности, выработкой провоспалительных цитокинов, повышенным тромбообразованием, ишемией миокарда и непроходимостью кишечника [17, 18]. Для предотвращения

развития неблагоприятных последствий хирургического стресс-ответа с поддержанием высокой степени антиноцицептивной защиты и опиоид-сберегающего эффекта используются разные комбинации анестезии [19, 20]. В этих случаях достигается лучшая управляемость гемодинамикой со снижением нежелательных фармакологических последствий использования опиатов, а также высокий уровень контроля за послеоперационным обезболиванием [21].

Поиск оптимального способа периоперационного ведения пациентов, страдающих дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника, имеющих факторы высокого операционно-анестезиологического риска, для формирования неблагоприятных послеоперационных исходов и операционно-анестезиологических осложнений лег в основу проведения исследования.

Цель исследования — провести сравнительный анализ эффективности и безопасности оказания анестезиологической помощи при нейрохирургических вмешательствах на позвоночнике у пациентов с факторами высокого риска.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проведено в центре нейрохирургии частного учреждения здравоохранения «Клиническая больница “РЖД-Медицина” г. Иркутск». В проспективное контролируемое исследование включены пациенты, страдающие дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника, из пополняемой базы данных¹, прооперированные открытым декомпрессивно-стабилизирующим способом в период с 2021 по 2023 г.

Критерии включения в исследование: наличие высокого операционно-анестезиологического риска (более 8 баллов) по авторской системе поддержки принятия решений (СППР)²; стойкий корешковый болевой синдром, резистентный к консервативной терапии в течение 6–8 нед; отсутствие предоперационного использования опиоидов; дегенеративная сегментарная нестабильность или кифотическая деформация.

Критерии исключения из исследования: риск оказания анестезии и хирургического вмешательства по авторской

¹ Бывальцев В.А., Калинин А.А., Пестряков Ю.Я., и др. База данных пациентов № 2021622807/ 07.12.2021 в Бюл. 12. Регистр пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника, прооперированных с использованием декомпрессивно-стабилизирующих хирургических технологий, в динамике медицинского наблюдения. Режим доступа: <https://www.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=9a8748b43b9c9001bebc850b775b80b7>. Дата обращения: 12.03.2023.

² Бывальцев В.А., Голобородько В.Ю., Калинин А.А., и др. Программа для ЭВМ № 2022613463/ 14.03.2022 в Бюл. 3. Система поддержки принятия решения выбора способа оказания нейроанестезиологической помощи в зависимости от предоперационного скрининга факторов риска развития неблагоприятного исхода у пациентов с дегенеративными заболеваниями позвоночника. Режим доступа: <https://www.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=a353c73a2834dcebe29bf6c50227b94e>. Дата обращения: 12.03.2023.

СППР 8 баллов и менее; наличие конкурирующей патологии в поясничном отделе (инфекционно-воспалительные заболевания, опухоли, травматические повреждения); первичные декомпрессивные или стабилизирующие вмешательства; ревизионные хирургические вмешательства на поясничном отделе позвоночника; наличие значимого остеопороза — снижение минеральной плотности костной ткани на 2,8 или более по *T*-критерию согласно рекомендаций Всемирной организации здравоохранения [22]; непереносимость используемых лекарственных препаратов; предоперационное наличие деменции — результаты по Монреальской когнитивной оценке (Montreal Cognitive Assessment — MoCA) [23] менее 16 баллов; отказ от участия в исследовании.

Хирургические вмешательства выполнялись одной операционной бригадой из состава авторского коллектива. Во всех случаях выполнялась открытая декомпрессия и стабилизация из срединного доступа с двусторонней диссекцией паравerteбральных мышц, частичной или полной ламинэктомией, дискэктомией и межтеловым спондилодезом по технологии Open-TLIF открытой транспедикулярной фиксации.

Анестезия и периоперационное наблюдение пациентов, включенных в исследование, осуществлялись одним врачом-анестезиологом. На протяжении всей операции контролировали глубину анестезии с помощью монитора биспектрального индекса (BIS) фирмы Vista, Aspect Medical Systems (Соединенные Штаты Америки — США) и четырехтактного (TOF) аппарата для анализа нервно-мышечной проводимости фирмы «МНМБ-ДИАМАНТ» (Россия). Дозу анестетика подбирали для достижения значения BIS 40–60 от начала анестезии до конца операции. Был установлен звуковой сигнал, когда значение BIS выпадало из заданного диапазона. Поддержание уровня анестезии по данным BIS-монитора обеспечивалось титрованием фентанила. Во всех случаях осуществлялась внутривенная анестезия с использованием искусственной вентиляции легких.

В зависимости от способа анестезии выделено 3 группы пациентов. В 1-й группе ($n = 41$) использовались: рокурония бромида 0,6–1 мг/кг, пропофол 4–12 мг/кг/ч, фентанил 0,04–0,1 мг/кг/ч. Во 2-й группе ($n = 40$) дополнительно к применению рокурония бромида, пропофола и фентанила в общепринятых дозировках осуществляли продленную эпидуральную аналгезию: на этапе ушивания раны оперирующим хирургом устанавливался эпидуральный катетер через контрапертуру в нижний угол раны, в который через перфузор вводили 0,2 % раствор ропивакаина со скоростью 2–6 мл/ч в течение 3 сут. Положение эпидурального катетера контролировали по визуализации рентген-контрастных меток при интраоперационной флюороскопии. В 3-й группе ($n = 43$) в сочетании с применением рокурония бромида, пропофола и фентанила в общепринятых дозировках использовался новый нейроанестезиологический протокол [24], включающий MMA

с дооперационным внутримышечным введением 100 мг кетопрофена, инфильтрацией параспинальной мускулатуры, подкожно-жировой клетчатки и кожи 10 мл 0,75 % ропивакаина — перед выполнением доступа, интраоперационным — 0,2–0,4 мкг/кг/ч дексметомидина, послеоперационным — 1000 мг парацетамола.

После завершения операции под мониторингом сатурации кислорода крови оценивали возможность к выполнению экстубации по клиническим признакам реверсии нервно-мышечного блока: восстановление самостоятельного дыхания и активных движений конечностей, возможности самостоятельно держать голову и выполнять простые команды.

Режим послеоперационного обезболивания зависел от уровня локального болевого синдрома, который оценивали каждые 8 ч, до использования послеоперационной аналгезии, а затем рассчитывали среднее значение визуально-аналоговой шкалы (ВАШ) за сутки. При интенсивности боли в области вмешательства по ВАШ менее 40 мм медикаментозная коррекция не проводилась, при ВАШ более 40 мм пациенту назначался трамадол в дозе 100 мг до снижения интенсивности боли ниже 40 мм (максимальная доза 300 мг/сут). Во 2-й и 3-й группах необходимость в использовании трамадола отсутствовала.

Показаниями к выписке служило снижение уровня послеоперационной боли менее 40 мм по ВАШ, обучение безопасной вертикализации и физическим нагрузкам, отсутствие послеоперационных осложнений и побочных эффектов анестезии.

Использовали 5 способов регистрации исходов:

1-й — в период госпитализации оценивали особенности течения послеоперационного периода (продолжительность анестезии, интраоперационное количество использованных опиоидных препаратов, динамика показателей частоты сердечных сокращений и среднего артериального давления, послеоперационную потребность в наркотических средствах в виде эквивалентов морфина в миллиграммах, продолжительность пребывания в палате послеоперационного наблюдения, длительность стационарного лечения);

2-й — в течение 10-дневного периода раннего послеоперационного наблюдения исследовали выраженность локального болевого синдрома в области операции по ВАШ;

3-й — до операции, в 1-е, 3-и и 7-е послеоперационные сутки, изучали динамику показателей когнитивных функций по MoCA;

4-й — в течение периода госпитализации регистрировали побочные эффекты анестезии (определяли по клиническим данным с применением следящей анестезиологической аппаратуры);

5-й — в течение периода госпитализации верифицировали послеоперационные хирургические осложнения.

Статистическая обработка результатов исследования проведена на персональном компьютере

с использованием программы Statistica for Windows 13.5 (Stat Soft Inc., США). Оценка характера распределения признаков производилась по критериям Шапиро — Уилка, Колмогорова — Смирнова и Лильефорса. Учитывая наличие по указанным критериям статистически значимых различий ($p < 0,05$), распределение считали отличным от нормального. В связи с этим для оценки значимости различий выборочных совокупностей использовали критерии непараметрической статистики. Сравнение непрерывных переменных в группах проводилось с использованием однофакторного дисперсионного анализа с поправкой Бонферрони. Сравнение категориальных переменных во всех системах оценки проводилось с использованием критерия Крускала — Уоллиса и Вилкоксона, а также χ^2 -критерия для бинаминальных знаков. Полученные результаты представлены медианой, значениями 1-го и 3-го квартилей — $Me (Q_{25}; Q_{75})$. Различия считались значимыми при уровне $p < 0,05$.

Исследование одобрено этическим комитетом Иркутского государственного медицинского университета — протокол № 1 от 24.02.2021. На рисунке 1 представлена блок-схема дизайна проведенного исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При сравнении пациентов по полу, возрасту, конституциональным особенностям, степени физического статуса по классификации Американского общества анестезиологов (American Society of Anesthesiologists — ASA), риску анестезии и хирургии по авторской СППР, наличию сопутствующей патологии, факту курения, характеру патологии и количеству оперированных сегментов статистически значимых межгрупповых различий не зарегистрировано (табл. 1).

Межгрупповой анализ показал сопоставимые параметры длительности анестезии ($p = 0,35$) и объема интраоперационной кровопотери ($p = 0,28$). При попарном сравнении установлено: 1) минимальное интраоперационное количество опиоидных препаратов в 3-й группе $p_{1-2} = 0,25$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$; 2) меньшие сроки между окончанием операции и экстубацией в 3-й группе $p_{1-2} = 0,62$; $p_{1-3} = 0,01$; $p_{2-3} = 0,009$; 3) низкая потребность в послеоперационной анальгезии как в палате интенсивного наблюдения, так и в течение всего времени пребывания в стационаре во 2-й и 3-й группах: $p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$;

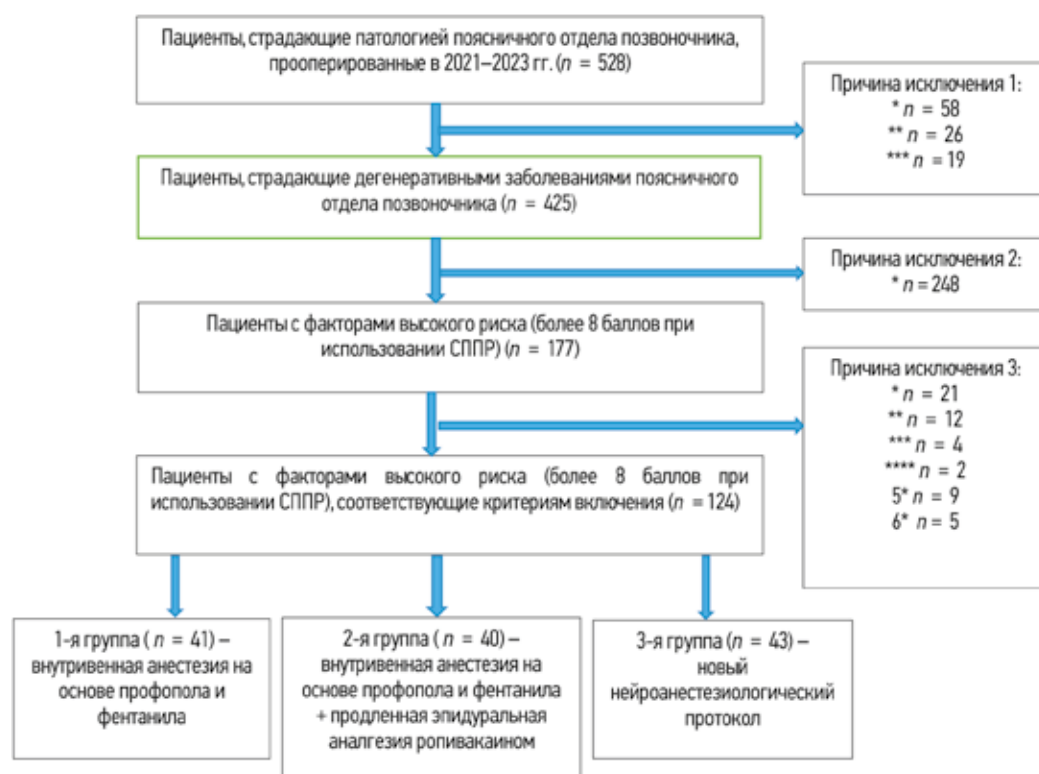


Рис. 1. Блок-схема, характеризующая дизайн исследования. *Причина исключения (1):* * — травма позвоночника и/или спинного мозга; ** — опухоль позвоночника/корешков спинного мозга; *** — воспалительные заболевания позвоночника. *Причина исключения (2):* * — риск оказания нейроанестезиологической помощи 8 баллов и менее. *Причина исключения (3):* * — первичные декомпрессивные или стабилизирующие вмешательства; ** — ревизионные вмешательства; *** — значимый остеопороз; **** — лекарственные аллергии; 5* — менее 16 баллов по MoCA; 6* — отказ от участия в исследовании

Fig. 1. The flow chart characterizing the design of the study. *Reasons for exclusion (1):* * — injury to the spine and/or spinal cord; ** — tumor of the spine/roots of the spinal cord; *** — inflammatory diseases of the spine. *Reasons for exclusion (2):* * — the risk of providing neuroanesthetic care is ≤ 8 points. *Reasons for exclusion (3):* * — primary decompressive or stabilizing interventions; ** — revision interventions; *** — significant osteoporosis; **** — drug allergies; 5* — < 16 MoCA points; 6* — refusal to participate in the study

$p_{2-3} = 0,18$ и $p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$, $p_{2-3} = 0,34$ соответственно; 4) большая длительность пребывания в палате послеоперационного наблюдения и продолжительность госпитализации в 1-й группе $p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} = 0,48$ и $p_{1-2} = 0,01$; $p_{1-3} = 0,02$; $p_{2-3} = 0,63$ соответственно (табл. 2).

При анализе выявлено, что параметры среднего артериального давления в отмеченные протоколом исследования сроки ПЗ–П10 (П — показатель времени через 15-минутные интервалы после разреза кожи) были статистически значимо ($p = 0,02$) ниже в 3-й группе по сравнению с 1-й и 2-й группами в течение всей операции, а также по сравнению с исходным значением ($p < 0,001$). В то же время в 3-й группе не зарегистрирована артериальная гипотензия менее 15 мм рт. ст.

от исходных значений. Установлено статистически значимое снижение частоты сердечных сокращений в 1-й и 2-й группах по сравнению с 3-й группой в отмеченные протоколом исследования сроки ПЗ–П9 (ПЗ — показатель времени во время разреза кожи; ПЗ–П9 в дальнейшем через 15-минутные интервалы) более чем на 20 % от исходных значений ($p = 0,01$).

При анализе когнитивных функций по шкале MoCA у пациентов исследуемых групп установлен сопоставимый дооперационный уровень. В 1-е, 3-и и 7-е послеоперационные сутки верифицированы лучшие показатели высших психических функций в 3-й группе, по сравнению с 1-й и 2-й группами, при отсутствии между ними статистически значимой разницы по количеству баллов шкалы (табл. 3).

Таблица 1. Общие сведения о пациентах исследуемых групп, $Me (Q_{25}; Q_{75})$

Table 1. General information about the patients in the study groups, $Me (Q_{25}; Q_{75})$

Показатель	Группа			P_{k-w}	
	1-я	2-я	3-я		
Возраст, лет	64 (61; 73)	66 (60; 74)	65 (59; 74)	0,23	
Мужчины, абс. (%)	26 (63,4)	27 (67,5)	27 (62,8)	0,15	
Женщины, абс. (%)	15 (36,6)	13 (32,5)	16 (37,2)		
Индекс массы тела, кг/м ²	27,1 (24,3; 29,2)	26,3 (24,4; 28,9)	25,9 (23,9; 28,4)	0,39	
Оценка по ASA, абс. (%)	II	10 (24,4)	9 (22,5)	0,62	
	III	26 (63,4)	27 (67,5)		
	IV	5 (12,2)	4 (10)		
Риск анестезии и хирургии по авторской СППР, балл	9 (8; 10)	10 (8; 10)	9 (9; 10)	0,88	
Сопутствующая патология, абс. (%)	артериальная гипертензия	11 (26,8)	12 (30)	9 (20,9)	0,45
	заболевание легких	7 (17,1)	8 (20)	10 (23,2)	
	заболевания почек	3 (7,3)	5 (12,5)	6 (13,9)	
	сахарный диабет	8 (19,5)	6 (15)	9 (20,9)	
	заболевание органов пищеварения	5 (12,2)	4 (10)	5 (11,6)	
Курение, абс. (%)	5 (12,2)	4 (10)	6 (13,9)	0,89	
Количество прооперированных сегментов, абс. (%)	1	3 (7,3)	2 (5)	3 (7)	0,12
	2	24 (58,5)	22 (55)	23 (53,5)	
	3	14 (34,2)	16 (40)	17 (39,5)	

Таблица 2. Интраоперационные показатели и послеоперационный период у пациентов исследуемых групп, $Me (Q_{25}; Q_{75})$

Table 2. Intraoperative parameters and postoperative period in patients of the studied groups, $Me (Q_{25}; Q_{75})$

Показатель	Группа			P_{k-w}
	1-я	2-я	3-я	
Длительность анестезии, мин	185 (140; 205)	190 (135; 210)	180 (130; 205)	0,35
Объем интраоперационной кровопотери, мл	275 (200; 340)	260 (200; 355)	270 (210; 370)	0,28
Количество введенных препаратов для наркоза, фентанил 0,005 %/мл/случай	18,5 (15; 21)	19,5 (14; 20,5)	13,5 (11; 15,5)	0,008
Время проведения экстубации после окончания операции, мин	37 (30; 56)	39 (29; 57)	15 (9; 22)	0,01
ММЕ в ПИТ, ч	3,8 (2,7; 5,6)	2,1 (1,3; 3,2)	1,9 (1,2; 3)	0,01
ММЕ в стационаре, в день	1,9 (1,2; 2,9)	1,1 (0,4; 1,4)	1 (0,3; 1,3)	0,02
Длительность пребывания в палате послеоперационного наблюдения, ч	6 (4; 9)	2 (1; 2)	1 (1; 2)	0,03
Продолжительность госпитализации, койко-день	9 (6; 10)	5 (4; 6)	5 (3; 6)	0,04

Интенсивность локального послеоперационного болевого синдрома по ВАШ в течение всего периода послеоперационного наблюдения была статистически значимо ($p = 0,01$) меньше у пациентов 2-й и 3-й групп по сравнению с 1-й группой. При этом значительных межгрупповых различий выраженности болевых ощущений в области хирургического вмешательства между пациентами, прооперированными с использованием продленной эпидуральной анальгезии и нового нейроанестезиологического протокола, не выявлено ($p = 0,46$), рисунок 2.

Вместе с тем при межгрупповом сравнении имело место сопоставимое число послеоперационных хирургических осложнений ($p = 0,56$), а попарное сравнение частоты побочных эффектов анестезии выявило статистически значимо меньшее их число в 3-й группе по сравнению с 1-й и 2-й группами: $p_{1-2} = 0,85$, $p_{1-3} = 0,02$, $p_{2-3} = 0,03$ (табл. 4).

Для лечения пациентов с высоким риском проведения анестезиолого-реанимационной помощи, подвергшихся открытому поясничному спондилодезу по поводу дегенеративной патологии позвоночника, нами разработан и внедрен многокомпонентный протокол анестезии и послеоперационной анальгезии [8]. Установлено, что высокая интенсивность ранней послеоперационной боли оказывает значительное влияние на долгосрочные клинические результаты. В связи с чем существует необходимость в поиске эффективных антиноцицептивных модальностей

Таблица 3. Показатели шкалы MoCA у пациентов анализируемых групп, балл (Me (Q25; Q75))

Table 3. Indicators of the MoCA scale in patients of the analyzed groups, score (Me (Q₂₅; Q₇₅))

Показатель	Группа			P_{1-2}	P_{1-3}	P_{2-3}
	1-я	2-я	3-я			
До операции	28,5 (27; 29)	28 (27; 29)	28,5 (27; 30)	0,73	0,84	0,79
1-е сутки после операции	18 (17; 19)	18 (16; 20)	23 (22; 24)	0,86	0,02	0,01
3-и сутки после операции	19 (18; 22)	20 (18; 22)	25 (24; 27)	0,54	0,003	0,009
7-е сутки после операции	21 (20; 23)	22 (20; 23)	27 (26; 29)	0,49	0,002	0,005

Таблица 4. Побочные эффекты анестезии и послеоперационных хирургических осложнений у пациентов исследуемых групп

Table 4. Side effects of anesthesia and postoperative surgical complications in patients in the studied groups

Показатель	Группа			P_{k-w}	
	1-я	2-я	3-я		
Побочные эффекты анестезии	послеоперационная тошнота и рвота	4	3	1	
	брадикардия	1	1	2	
	головокружение	2	2	1	
	депрессия дыхания со снижением сатурации после экстубации	2	2	–	
	ларингоспазм после экстубации	1	2	–	
	недостаточная двигательная активность и выполнение команд	2	1	–	
	общее число, n (%)	12 (29,3)	11 (27,5)	4 (9,3)	0,01
	Послеоперационные хирургические осложнения	межмышечная гематома	1	1	1
инфекция области хирургического вмешательства		1	2	0	
венозные тромбозомболические осложнения		1	0	1	
общее число, n (%)		3 (7,3)	3 (7,5)	2 (4,7)	0,56

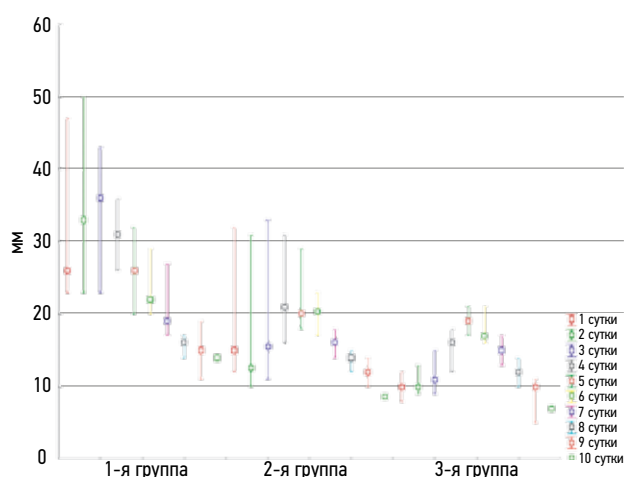


Рис. 2. Изменение интенсивности локального болевого синдрома по ВАШ у пациентов исследуемых групп

Fig. 2. Changes in the intensity of local pain syndrome according to VAS in patients in the studied groups

в раннем послеоперационном периоде, в том числе за счет применения MMA у пациентов с факторами высокого риска хирургических и анестезиологических осложнений.

В настоящее время в различных областях хирургии и анестезиологии активно используется мультидисциплинарная концепция «ускоренного восстановления после оперативных вмешательств» (Enhanced Recovery After Surgery — ERAS) [25, 26]. Целями внедрения в широкую

клиническую практику таких протоколов являются сокращение количества опиатов, снижение интенсивности хирургического стресса и числа послеоперационных осложнений, раннее функциональное восстановление и уменьшение финансовых затрат на лечение [27]. На сегодняшний день существуют различные комбинации ММА как компонента программы ERAS, результаты использования которых являются неоднозначными [28]. В связи с этим продолжается поиск оптимального способа анестезии и послеоперационного обезболивания для устранения возможных неудовлетворительных послеоперационных исходов, особенно у пациентов, подверженных высокому риску осложнений анестезии и хирургии.

Так, применение эпидуральной анестезии при травматических оперативных вмешательствах на позвоночнике способно обеспечить высокий анальгезирующий эффект с минимальной необходимостью в наркотических препаратах [29]. В исследовании А.А. Ежевской и др. [30] установлены преимущества сочетания общей и эпидуральной анестезии по сравнению с общей анестезией и системным введением наркотических анальгетиков при проведении спинальных вмешательств по меньшему уровню болевого синдрома по ВАШ, возможности ранней активизации пациентов, сокращения случаев послеоперационной тошноты и рвоты. При этом использование продленной послеоперационной эпидуральной анальгезии после завершения хирургических манипуляций также сопровождается снижением частоты побочных эффектов опиатов и обеспечивает возможность ранней активизации [31]. В рандомизированном клиническом испытании общей анестезии севофлураном, фentanолом с системным введением опиоидов и комбинированной анестезией (эпидуральная + севофлуран), продленной эпидуральной анальгезией ропивакаином зарегистрированы преимущества последней по меньшей интенсивности послеоперационной боли и лучшим показателям гемостаза. При этом отмечалось незначимое снижение показателей центральной гемодинамики за счет развития симпатического блока после эпидуральной анальгезии [32]. В группе пациентов высокого анестезиологического риска пожилого возраста продленная эпидуральная анальгезия с помощью эластомерных помп по сравнению с традиционным послеоперационным обезболиванием нестероидными противовоспалительными препаратами и наркотическими препаратами «по требованию» выявило лучшие параметры послеоперационной гемодинамики, большую послеоперационную анальгезию и меньшее количество ранних послеоперационных осложнений в первой исследуемой группе [9].

ММА в многокомпонентных антиноцицептивных протоколах зарекомендовала себя как эффективный способ борьбы с интенсивной послеоперационной болью с высоким опиоид-сберегающим эффектом, при этом фармакологическая нагрузка является сбалансированной и имеет минимальные риски нежелательных лекарственных последствий [33, 34]. Несмотря на подтвержденные преимущества различных сочетаний анальгезирующих

препаратов над традиционным наркотическим обезболиванием, на данный момент продолжают исследования разных схем периоперационного обезболивания для достижения лучшего исхода их применения. Так, в исследовании G. Avis [35] доказана высокая клиническая эффективность и безопасность после индукции анестезии пропофолом и фentanолом применения (1) дексаметазона (8 мг) и кетамина (0,5 мг/кг); (2) при окончании операции парацетамола (1 г), кетопрофена (100 мг) и нефопама (20 мг); (3) в палате послеоперационного наблюдения парацетамола (1 г через 6-часовой интервал), кетопрофена (100 мг через 12-часовой интервал) или морфина (при уровне болевого синдрома по ВАШ более 3 см). Y. Zhang et al. [36] рекомендуют использовать следующую схему ММА при оперативных вмешательствах на поясничном отделе позвоночника: (1) пероральный прием целебрекса (400 мг) и прегабалина (150 мг) за 2 ч до операции; (2) подкожную инфильтрацию 0,75 % раствором ропивакаина (150 мг — 20 мл); (3) затем в течение 7 сут после операции 2 раза в день пероральный прием целебрекса (200 мг) и прегабалина (75 мг). K. Maheshwari et al. [37] указывают на возможность применения: (1) однократно перед операцией 1 г ацетаминофена и 600 мг габапентина; (2) кетамина 5 мкг/кг/мин интраоперационно до ушивания раны и 1,5 мг/кг/ч лидокаина со снижением его концентрации до 1 мг/кг/ч перед ушиванием раны и продолжением его инфузии в отделении реанимации и интенсивной терапии в течение часа.

Наличие по литературным данным различных комбинаций анестезиологической помощи у пациентов нейрохирургического профиля обуславливает отсутствие единых алгоритмов их применения. Обоснованность персонализированного использования индивидуальных вариантов ММА и способа анестезии основано на комплексном предоперационном анализе предикторов возможного неблагоприятного клинического исхода. Для нивелирования таких нежелательных последствий целесообразно разрабатывать и применять узкоспециализированные СППР [38]. Опубликованные СППР, посвященные их использованию у пациентов с высоким операционно-анестезиологическим риском, реализуются в интраоперационном анализе витальных функций [39, 40]. Проспективные исследования СППР у пациентов, страдающих дегенеративными заболеваниями позвоночника, имеющих факторы высокого операционно-анестезиологического риска, отсутствуют.

Проведенное исследование показало, что продленная эпидуральная анальгезия и новый нейроанестезиологический протокол [24] являются безопасными и обеспечивают лучшее послеоперационное обезболивание по сравнению с традиционным обезболиванием наркотическими препаратами у пациентов высокого операционно-анестезиологического риска, оцененных с помощью разработанной СППР. При этом комплексное использование комбинации противовоспалительных препаратов (кетопрофен) перед операцией, местных анестетиков длительного действия перед разрезом (ропивакаин), альфа-2-агониста

(дексмететомидин) интраоперационно, ненаркотических анальгетиков (парацетамол) при ушивании раны обеспечивает лучшее состояние когнитивных функций после операции, меньшее количество используемых опиатов и низкое число неблагоприятных последствий анестезии.

К ограничениям исследования, потенциально имеющим возможность повлиять на его результаты, следует отнести: 1) нерандомизированный дизайн получения данных; 2) одноцентровой характер исследования; 3) отсутствие анализа взаимосвязи динамики послеоперационного болевого синдрома, психосоматического статуса, продолжительности заболевания и истории дооперационного приема опиоидных анальгетиков; 4) использование только однофакторного межгруппового сравнения и отсутствие проведения многофакторного регрессионного анализа; 5) анализ периоперационных результатов только в когорте пациентов, имеющих высокий операционно-анестезиологический риск (более 8 баллов по разработанной СППР); 6) отсутствие сравнения различных комбинаций и модификаций отдельных компонентов использованной авторами ММА.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Продленная эпидуральная аналгезия и новый нейроанестезиологический протокол при открытых дорсальных

декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах являются безопасными и высокоэффективными методами, способными обеспечить полноценное послеоперационное обезболивание при минимальной опиоидной нагрузке у пациентов с факторами высокого риска. Использование комплексного периоперационного обезболивания по сравнению с традиционной анестезией, в том числе с продленной эпидуральной аналгезией, имеет преимущества по отсутствию депрессии периоперационных параметров гемодинамики, низкой частоты послеоперационных когнитивных расстройств и меньшему количеству побочных эффектов анестезии. По сравнению с традиционным способом анестезии и послеоперационным обезболиванием наркотическими анальгетиками при использовании нового нейроанестезиологического протокола и продленной эпидуральной аналгезии отмечен наименьший уровень послеоперационного болевого синдрома.

Требуется продолжение исследований, в том числе рандомизированных, направленных на изучение отдаленных результатов различных способов анестезии и методик послеоперационного обезболивания, на большем числе пациентов с различными вариантами предоперационного риска, в том числе с применением разных декомпрессивно-стабилизирующих способов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Byvaltsev V.A., Kalinin A.A., Hernandez P.A., et al. Molecular and Genetic Mechanisms of Spinal Stenosis Formation: Systematic Review // *Int J Mol Sci*. 2022. Vol. 23, No. 21. ID 13479. DOI: 10.3390/ijms232113479
2. Al Jammal O.M., Shahrestani S., Delavar A., et al. Demographic predictors of treatments and surgical complications of lumbar degenerative diseases: An analysis of over 250,000 patients from the National Inpatient Sample // *Medicine (Baltimore)*. 2022. Vol. 101, No. 11. ID e29065. DOI: 10.1097/MD.00000000000029065
3. Xu W., Ran B., Zhao J., et al. Risk factors for failed back surgery syndrome following open posterior lumbar surgery for degenerative lumbar disease // *BMC Musculoskelet Disord*. 2022. Vol. 23, No. 1. ID 1141. DOI: 10.1186/s12891-022-06066-2
4. Klimov V., Evsyukov A., Amelina E., et al. Predictors of Complications and Unfavorable Outcomes of Minimally Invasive Surgery Treatment in Elderly Patients With Degenerative Lumbar Spine Pathologies (Case Series) // *Front Surg*. 2022. Vol. 9. ID 869345. DOI: 10.3389/fsurg.2022.869345
5. Orosz L.D., Thomson A.E., Yamout T., et al. Opioid use after elective spine surgery: Do spine surgery patients consume less than prescribed today? // *N Am Spine Soc J*. 2022. Vol. 12. ID 100185. DOI: 10.1016/j.xnsj.2022.100185
6. Ростомашвили Е.Т., Шанин Ю.Н., Щеголев А.В., Цыганков К.А. Спинальная, эпидуральная и каудальная анестезия, характеристика методов и их безопасное применение // *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2018. Т. 37, № 1. С. 50–57. DOI: 10.17816/rmmar60334
7. Генев П.Г., Тимербаев В.Х., Долгашева Н.С., и др. Влияние различных мультимодальных схем аналгезии при хирургическом
- лечении пациентов со стенозом позвоночного канала на частоту синдрома неудачной операции на позвоночнике // *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2019. Т. 83, № 2. С. 71–79. DOI: 10.17116/neiro20198302171
8. Голобородько В.Ю., Калинин А.А., Бывальцев В.А. Эффективность программы оптимизации нейроанестезиологической помощи при хирургическом лечении дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника у пациентов с факторами высокого риска // *Анестезиология и реаниматология*. 2021. № 2. С. 74–89. DOI: 10.17116/anaesthesiology202102174
9. Соленкова А.В., Лубнин А.Ю., Иванова О.Н., и др. Послеоперационная продленная эпидуральная аналгезия с помощью одноразовых эластомерных помп у больных пожилого возраста в спинальной нейрохирургии // *Регионарная анестезия и лечение острой боли*. 2021. Т. 15, № 2. С. 137–146. DOI: 10.17816/1993-6508-2021-15-2-137-146
10. Eseonu K., Oduoza U., Monem M., Tahir M. Systematic Review of Cost-Effectiveness Analyses Comparing Open and Minimally Invasive Lumbar Spinal Surgery // *Int J Spine Surg*. 2022. Vol. 16, No. 4. P. 612–624. DOI: 10.14444/8297
11. Zhang Y., Ma L., Wang T., et al. Protocol for evaluation of perioperative risk in patients aged over 75 years: Aged Patient Perioperative Longitudinal Evaluation-Multidisciplinary Trial (APPLE-MDT study) // *BMC Geriatr*. 2021. Vol. 21, No. 1. ID 14. DOI: 10.1186/s12877-020-01956-3
12. Wilder J.H., Ross B.J., McCluskey L.C., et al. Trends in Surgical Approach for Single-Level Lumbar Fusion Over the Past Decade // *Clin Spine Surg*. 2022. ID BSD.0000000000001373. DOI: 10.1097/BSO.0000000000001373

13. Achttien R.J., Powell A., Zoulas K., et al. Prognostic factors for outcome following lumbar spine fusion surgery: a systematic review and narrative synthesis // *Eur Spine J.* 2022. Vol. 31, No. 3. P. 623–668. DOI: 10.1007/s00586-021-07018-5
14. Evaniew N., Swamy G., Jacobs W.B., et al. Lumbar Fusion Surgery for Patients With Back Pain and Degenerative Disc Disease: An Observational Study From the Canadian Spine Outcomes and Research Network // *Global Spine J.* 2022. Vol. 12, No. 8. P. 1676–1686. DOI: 10.1177/2192568220985470
15. Reitman C.A., Ward R., Taber D.J., et al. Opioid Use Patterns in a Statewide Adult Medicaid Population Undergoing Elective Lumbar Spine Surgery // *Spine (Phila Pa 1976).* 2023. Vol. 48, No. 3. P. 203–212. DOI: 10.1097/BRS.0000000000004503
16. Porche K., Samra R., Melnick K., et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) for open transforaminal lumbar interbody fusion: a retrospective propensity-matched cohort study // *Spine J.* 2022. Vol. 22, No. 3. P. 399–410. DOI: 10.1016/j.spinee.2021.10.007
17. Dong H., Liu H., Zhu D., et al. Wound infiltration of dexmedetomidine as an adjunct to local anesthesia in postoperative analgesia for lumbar surgery // *Minerva Anesthesiol.* 2021. Vol. 87, No. 9. P. 1034–1041. DOI: 10.23736/S0375-9393.21.15469-0
18. LeRoy T.E., Moon A., Chilton M., et al. Comparison of Opioid Consumption Patterns of Three Interbody Fusion Surgical Techniques // *Global Spine J.* 2021. ID 21925682211067747. DOI: 10.1177/21925682211067747
19. Debono B., Wainwright T.W., Wang M.Y., et al. Consensus statement for perioperative care in lumbar spinal fusion: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations // *Spine J.* 2021. Vol. 21, No. 5. P. 729–752. DOI: 10.1016/j.spinee.2021.01.001
20. Yin F., Wang X.-H., Liu F. Effect of Intravenous Paracetamol on Opioid Consumption in Multimodal Analgesia After Lumbar Disc Surgery: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials // *Front Pharmacol.* 2022. Vol. 13. ID 860106. DOI: 10.3389/fphar.2022.860106
21. Wang S., Zhang T., Wang P., et al. The Impact of Perioperative Multimodal Pain Management on Postoperative Outcomes in Patients (Aged 75 and Older) Undergoing Short-Segment Lumbar Fusion Surgery // *Pain Res Manag.* 2022. Vol. 2022. ID 9052246. DOI: 10.1155/2022/9052246
22. World Health Organization Technical Report Series # 843. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Geneva, 1994. 136 p.
23. Nasreddine Z.S., Phillips N.A., Bédirian V., et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment // *J Am Geriatr Soc.* 2005. Vol. 53, No. 5. P. 695–699. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x
24. Патент РФ на изобретение № 2754837/ 07.09.2021. Бюл. № 25. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Голобородько В.Ю., Сороковиков В.А. Способ анестезиологической защиты при выполнении оперативных вмешательств на позвоночнике у взрослых пациентов. 14 с.
25. Сайфуллин А.П., Алейник А.Я., Боков А.Е., и др. Технология ускоренного восстановления ERAS в спинальной нейрохирургии: систематический обзор литературы // *Нейрохирургия.* 2022. Т. 24, № 1. С. 83–100. DOI: 10.17650/1683-3295-2021-24-1-83-100
26. Bansal T., Sharan A.D., Garg B. Enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol in spine surgery // *J Clin Orthop Trauma.* 2022. Vol. 31. ID 101944. DOI: 10.1016/j.jcot.2022.101944
27. Zaed I., Bossi B., Ganau M., et al. Current state of benefits of Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) in spinal surgeries: A systematic review of the literature // *Neurochirurgie.* 2022. Vol. 68, No. 1. P. 61–68. DOI: 10.1016/j.neuchi.2021.04.007
28. Яриков А.В., Шпагин М.В., Павлова Е.А., и др. Принципы организации мультидисциплинарных клиник и центров лечения боли (анализ современной литературы и собственный опыт) // *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии.* 2022. № 4. С. 287–303. DOI: 10.33920/med-01-2204-06
29. Леонов А.А. Эпидуральная анестезия при коррекции тяжелой деформации позвоночника // *Медицина: теория и практика.* 2018. Т. 3, № 4. С. 94–98.
30. Ежевская А.А., Овечкин А.М. Роль регионарной анестезии в развитии хирургического стресс-ответа при больших операциях на позвоночнике // *Регионарная анестезия и лечение острой боли.* 2013. Т. 7, № 4. С. 25–29. DOI: 10.17816/RA36199
31. Соленкова А.В., Лубнин А.Ю., Коновалов Н.А., и др. Послеоперационная продленная эпидуральная анальгезия при спинальных нейрохирургических вмешательствах часть I. Анализ эффективности и безопасности применения продленной эпидуральной анальгезии в сравнении с традиционными схемами послеоперационного обезболивания при спинальных нейрохирургических вмешательствах // *Анестезиология и реаниматология.* 2017. Т. 62, № 3. С. 172–177. DOI: 10.18821/0201-7563-2017-62-3-172-177
32. Ezhevskaya A.A., Ovechkin A.M., Prusakova Z.B., et al. Relationship among anesthesia technique, surgical stress, and cognitive dysfunction following spinal surgery: a randomized trial // *J Neurosurg Spine.* 2019. Vol. 6. P. 894–901. DOI: 10.3171/2019.4.SPINE184
33. Chen J., Li D., Wang R., et al. Benefits of the Enhanced Recovery After Surgery Program in Short-Segment Posterior Lumbar Interbody Fusion Surgery // *World Neurosurg.* 2022. Vol. 159. P. e303–e310. DOI: 10.1016/j.wneu.2021.12.046
34. Zachodnik J., Bech-Azeddine R., Udby P.M., et al. Postoperative pain treatment after lumbar discectomy. A protocol for a systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis // *Acta Anaesthesiol Scand.* 2022. Vol. 66, No. 2. P. 288–294. DOI: 10.1111/aas.14000
35. Avis G., Gricourt Y., Vialatte P.B., et al. Analgesic efficacy of erector spinae plane blocks for lumbar spine surgery: a randomized double-blind controlled clinical trial // *Reg Anesth Pain Med.* 2022. Vol. 47. P. 610–616. DOI: 10.1136/rapm-2022-103737
36. Zhang Y., He B., Zhao J., et al. Addition of Celebrex and Pregabalin to Ropivacaine for Posterior Spinal Surgery: A Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Trial // *Drug Des Devel Ther.* 2021. Vol. 15. P. 735–742. DOI: 10.2147/DDDT.S292847
37. Maheshwari K., Avitsian R., Sessler D.I., et al. Multimodal Analgesic Regimen for Spine Surgery: A Randomized Placebo-controlled Trial // *Anesthesiology.* 2020. Vol. 132, No 5. P. 992–1002. DOI: 10.1097/ALN.0000000000003143
38. Wiljer D., Hakim Z. Developing an Artificial Intelligence-Enabled Health Care Practice: Rewiring Health Care Professions for Better Care // *J Med Imaging Radiat Sci.* 2019. Vol. 50, No. 4S2. P. 8–14. DOI: 10.1016/j.jmir.2019.09.010
39. Kheterpal S., Shanks A., Tremper K.K. Impact of a Novel Multiparameter Decision Support System on Intraoperative Processes of Care and Postoperative Outcomes // *Anesthesiology.* 2018. Vol. 128, No. 2. P. 272–282. DOI: 10.1097/ALN.0000000000002023
40. Dewan M., Muthu N., Shelov E., et al. Performance of a Clinical Decision Support Tool to Identify PICU Patients at High Risk for Clinical Deterioration // *Pediatr Crit Care Med.* 2020. Vol. 21, No. 2. P. 129–135. DOI: 10.1097/PCC.0000000000002106

REFERENCES

1. Byvaltsev VA, Kalinin AA, Hernandez PA, et al. Molecular and Genetic Mechanisms of Spinal Stenosis Formation: Systematic Review. *Int J Mol Sci.* 2022;23(21):13479. DOI: 10.3390/ijms232113479
2. Al Jammal OM, Shahrestani S, Delavar A, et al. Demographic predictors of treatments and surgical complications of lumbar degenerative diseases: An analysis of over 250,000 patients from the National Inpatient Sample. *Medicine (Baltimore).* 2022;101(11):e29065. DOI: 10.1097/MD.00000000000029065
3. Xu W, Ran B, Zhao J, et al. Risk factors for failed back surgery syndrome following open posterior lumbar surgery for degenerative lumbar disease. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022;23(1):1141. DOI: 10.1186/s12891-022-06066-2
4. Klimov V, Evsyukov A, Amelina E, et al. Predictors of Complications and Unfavorable Outcomes of Minimally Invasive Surgery Treatment in Elderly Patients With Degenerative Lumbar Spine Pathologies (Case Series). *Front Surg.* 2022;9:869345. DOI: 10.3389/fsurg.2022.869345
5. Orosz LD, Thomson AE, Yamout T, et al. Opioid use after elective spine surgery: Do spine surgery patients consume less than prescribed today? *N Am Spine Soc J.* 2022;12:100185. DOI: 10.1016/j.xnsj.2022.100185
6. Rostomashvili ET, Shanin YN, Shchegolev AV, Tsygankov KA. Spinal, epidural and caudal anesthesia, characterization techniques and their safe use. *Russian Military Medical Academy Reports.* 2018;37(1):50–57. (In Russ.). DOI: 10.17816/rmmar60334
7. Genov PG, Timerbaev VKh, Dolgasheva NS, et al. The effect of various multimodal analgesia regimens during surgical treatment of patients with spinal stenosis on the rate of failed back surgery syndrome. *Burdenko's Journal of Neurosurgery.* 2019;83(2):71–79. (In Russ.). DOI: 10.17116/neiro20198302071
8. Goloborodko VYu, Kalinin AA, Byvaltsev VA. Effectiveness of optimization program of neuroanesthesia in surgical treatment of degenerative lumbar spine diseases in patients with high risk factors. *Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology.* 2021;(2):74–89. (In Russ.). DOI: 10.17116/anaesthesiology202102174
9. Solenkova AV, Lubnin AY, Ivanova ON, et al. Postoperative prolonged epidural analgesia using disposable elastomeric pumps in elderly patients after spinal neurosurgery. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management.* 2021;15(2):137–146. (In Russ.). DOI: 10.17816/1993-6508-2021-15-2-137-146
10. Eseonu K, Oduoza U, Monem M, Tahir M. Systematic Review of Cost-Effectiveness Analyses Comparing Open and Minimally Invasive Lumbar Spinal Surgery. *Int J Spine Surg.* 2022;16(4):612–624. DOI: 10.14444/8297
11. Zhang Y, Ma L, Wang T, et al. Protocol for evaluation of perioperative risk in patients aged over 75 years: Aged Patient Perioperative Longitudinal Evaluation-Multidisciplinary Trial (APPLE-MDT study). *BMC Geriatr.* 2021;21(1):14. DOI: 10.1186/s12877-020-01956-3
12. Wilder JH, Ross BJ, McCluskey LC, et al. Trends in Surgical Approach for Single-Level Lumbar Fusion Over the Past Decade. *Clin Spine Surg.* 2022;BSD.0000000000001373. DOI: 10.1097/BSD.0000000000001373
13. Achttien RJ, Powell A, Zoulas K, et al. Prognostic factors for outcome following lumbar spine fusion surgery: a systematic review and narrative synthesis. *Eur Spine J.* 2022;31(3):623–668. DOI: 10.1007/s00586-021-07018-5
14. Evaniew N, Swamy G, Jacobs WB, et al. Lumbar Fusion Surgery for Patients With Back Pain and Degenerative Disc Disease: An Observational Study From the Canadian Spine Outcomes and Research Network. *Global Spine J.* 2022;12(8):1676–1686. DOI: 10.1177/2192568220985470
15. Reitman CA, Ward R, Taber DJ, et al. Opioid Use Patterns in a Statewide Adult Medicaid Population Undergoing Elective Lumbar Spine Surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 2023;48(3):203–212. DOI: 10.1097/BRS.0000000000004503
16. Porche K, Samra R, Melnick K, et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) for open transforaminal lumbar interbody fusion: a retrospective propensity-matched cohort study. *Spine J.* 2022;22(3):399–410. DOI: 10.1016/j.spinee.2021.10.007
17. Dong H, Liu H, Zhu D, et al. Wound infiltration of dexmedetomidine as an adjunct to local anesthesia in postoperative analgesia for lumbar surgery. *Minerva Anesthesiol.* 2021;87(9):1034–1041. DOI: 10.23736/S0375-9393.21.15469-0
18. LeRoy TE, Moon A, Chilton M, et al. Comparison of Opioid Consumption Patterns of Three Interbody Fusion Surgical Techniques. *Global Spine J.* 2021;21925682211067747. DOI: 10.1177/21925682211067747
19. Debono B, Wainwright TW, Wang MY, et al. Consensus statement for perioperative care in lumbar spinal fusion: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS[®]) Society recommendations. *Spine J.* 2021;21(5):729–752. DOI: 10.1016/j.spinee.2021.01.001
20. Yin F, Wang X-H, Liu F. Effect of Intravenous Paracetamol on Opioid Consumption in Multimodal Analgesia After Lumbar Disc Surgery: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Front Pharmacol.* 2022;13:860106. DOI: 10.3389/fphar.2022.860106
21. Wang S, Zhang T, Wang P, et al. The Impact of Perioperative Multimodal Pain Management on Postoperative Outcomes in Patients (Aged 75 and Older) Undergoing Short-Segment Lumbar Fusion Surgery. *Pain Res Manag.* 2022;2022:9052246. DOI: 10.1155/2022/9052246
22. World Health Organization Technical Report Series # 843. *Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis.* Geneva; 1994. 136 p.
23. Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53(5):695–699. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x
24. Patent RUS № 2754837/ 07.09.2021. Byul. № 25. Byval'tsev VA, Kalinin AA, Goloborod'ko VYu, Sorokovikov VA. *Sposob anesteziologicheskoi zashchity pri vypolnenii operativnykh vmeshatel'stv na pozvonochnike u vzroslykh patsientov.* 14 p. (In Russ.).
25. Sayfullin AP, Aleynik AY, Bokov AE, et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) in spine surgery: A systematic review. *Russian journal of neurosurgery.* 2022;24(1):83–100. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2021-24-1-83-100
26. Bansal T, Sharan AD, Garg B. Enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol in spine surgery. *J Clin Orthop Trauma.* 2022;31:101944. DOI: 10.1016/j.jcot.2022.101944
27. Zaed I, Bossi B, Ganau M, et al. Current state of benefits of Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) in spinal surgeries: A systematic review of the literature. *Neurochirurgie.* 2022;68(1): 61–68. DOI: 10.1016/j.neuchi.2021.04.007

- 28.** Yarikov AV, Shpagin MV, Pavlova EA, et al. Principles of organizing multidisciplinary clinics and pain treatment centers (analysis of modern literature and own experience). *Bulletin of neurology, psychiatry and neurosurgery*. 2022;(4):287–303. (In Russ.). DOI: 10.33920/med-01-2204-06
- 29.** Leonoff AA. Epidural anesthesia for correction of heavy deformation of the spine. *Medicine: theory and practice*. 2018;3(4): 94–98. (In Russ.).
- 30.** Ezhevskaya AA, Ovechkin AM. The Role of Regional Anesthesia in the Development of Surgical Stress Response during Major Spine Surgery. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management*. 2013;7(4):25–29. (In Russ.). DOI: 10.17816/RA36199
- 31.** Solenkova AV, Lubnin AY, Konovalov NA, et al. Postoperative continuous epidural analgesia for spinal surgery part I. Effectiveness and safety of postoperative continuous epidural analgesia in comparison with the traditional methods of postoperative analgesia for spinal surgery. *Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology*. 2017;62(3):172–177. (In Russ.). DOI: 10.18821/0201-7563-2017-62-3-172-177
- 32.** Ezhevskaya AA, Ovechkin AM, Prusakova ZB, et al. Relationship among anesthesia technique, surgical stress, and cognitive dysfunction following spinal surgery: a randomized trial. *J Neurosurg Spine*. 2019;6:894–901. DOI: 10.3171/2019.4.SPINE184
- 33.** Chen J, Li D, Wang R, et al. Benefits of the Enhanced Recovery After Surgery Program in Short-Segment Posterior Lumbar Interbody Fusion Surgery. *World Neurosurg*. 2022;159:e303–e310. DOI: 10.1016/j.wneu.2021.12.046
- 34.** Zachodnik J, Bech-Azeddine R, Udby PM, et al. Postoperative pain treatment after lumbar discectomy. A protocol for a systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2022;66(2):288–294. DOI: 10.1111/aas.14000
- 35.** Avis G, Gricourt Y, Vialatte PB, et al. Analgesic efficacy of erector spinae plane blocks for lumbar spine surgery: a randomized double-blind controlled clinical trial. *Reg Anesth Pain Med*. 2022;47:610–616. DOI: 10.1136/rapm-2022-103737.
- 36.** Zhang Y, He B, Zhao J, et al. Addition of Celebrex and Pregabalin to Ropivacaine for Posterior Spinal Surgery: A Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Trial. *Drug Des Devel Ther*. 2021;15: 735–742. DOI: 10.2147/DDDT.S292847
- 37.** Maheshwari K, Avitsian R, Sessler DI, et al. Multimodal Analgesic Regimen for Spine Surgery: A Randomized Placebo-controlled Trial. *Anesthesiology*. 2020;132(5):992–1002. DOI: 10.1097/ALN.0000000000003143
- 38.** Wiljer D, Hakim Z. Developing an Artificial Intelligence-Enabled Health Care Practice: Rewiring Health Care Professions for Better Care. *J Med Imaging Radiat Sci*. 2019;50(4S2):8–14. DOI: 10.1016/j.jmir.2019.09.010
- 39.** Kheterpal S, Shanks A, Tremper KK. Impact of a Novel Multiparameter Decision Support System on Intraoperative Processes of Care and Postoperative Outcomes. *Anesthesiology*. 2018;128(2):272–282. DOI: 10.1097/ALN.0000000000002023
- 40.** Dewan M, Muthu N, Shelov E, et al. Performance of a Clinical Decision Support Tool to Identify PICU Patients at High Risk for Clinical Deterioration. *Pediatr Crit Care Med*. 2020;21(2):129–135. DOI: 10.1097/PCC.0000000000002106

ОБ АВТОРАХ

***Вадим Анатольевич Бывальцев**, д-р мед. наук, профессор; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4349-7101>; Scopus Author ID: 25421197400; Researcher ID: D-1962-2018; eLibrary SPIN: 5996-6477; e-mail: byval75vadim@yandex.ru

Алексей Валерианович Щеголев, д-р мед. наук, профессор; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6431-439X>; Scopus Author ID: 7003338841; Researcher ID: J-4326-2013; eLibrary SPIN: 4107-6860; e-mail: alekseischegolev@gmail.com

Виктория Юрьевна Голобородько, врач-анестезиолог; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4927-0370>; Scopus Author ID: 57194019332; Researcher ID: HLW-4125-2023; eLibrary SPIN: 7534-8961; e-mail: gra4ova.viky@gmail.com

Андрей Андреевич Калинин, канд. мед. наук, доцент; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6059-4344>; Scopus Author ID: 55108587100; Researcher ID: R-7408-2016; eLibrary SPIN: 9707-8291; e-mail: andrei_doc_v@mail.ru

AUTHORS INFO

***Vadim A. Byvaltsev**, MD, Dr. Sci. (Med.), professor; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4349-7101>; Scopus Author ID: 25421197400; Researcher ID: D-1962-2018; eLibrary SPIN: 5996-6477; e-mail: byval75vadim@yandex.ru

Aleksei V. Shchegolev, MD, Dr. Sci. (Med.), professor; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6431-439X>; Scopus Author ID: 7003338841; Researcher ID: J-4326-2013; eLibrary SPIN: 4107-6860; e-mail: alekseischegolev@gmail.com

Victorya Yu. Goloborodko, anesthesiologist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4927-0370>; Scopus Author ID: 57194019332; Researcher ID: HLW-4125-2023; eLibrary SPIN: 7534-8961; e-mail: gra4ova.viky@gmail.com

Andrei A. Kalinin, MD, Cand. Sci. (Med.), associate professor; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6059-4344>; Scopus Author ID: 55108587100; Researcher ID: R-7408-2016; eLibrary SPIN: 9707-8291; e-mail: andrei_doc_v@mail.ru