

ТЕХНОЛОГИЯ УСКОРЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ERAS В СПИНАЛЬНОЙ НЕЙРОХИРУРГИИ: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

А.П. Сайфуллин^{1,2,3}, А.Я. Алейник¹, А.Е. Боков¹, Ю.А. Израелян¹, С.Г. Млявях¹

¹ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России; Россия, 603005 Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1;

²ГБУЗ Нижегородской области «Нижегородская областная клиническая больница им. Н.А. Семашко»; Россия, 603126 Нижний Новгород, ул. Родионова, 190;

³ГБУЗ Нижегородской области «Нижегородская областная детская клиническая больница»; Россия, 603136 Нижний Новгород, ул. Ванеева, 211

Контакты: Александр Петрович Сайфуллин sayfullin-a.p@mail.ru

Введение. В последние годы активно развивается и внедряется в клиническую практику во многих направлениях хирургии в странах Европы и США технология ускоренного восстановления после операции ERAS, или Fast-track. Однако до сих пор ERAS® Society не утвердило единый протокол в спинальной нейрохирургии, а большая часть публикаций по теме появилась только в последние несколько лет.

Цель исследования – представить систематический обзор литературы для определения ключевых элементов программы ERAS и эффекта от их применения, а также влияния на осложнения в следующих разделах спинальной нейрохирургии: деформации, травма, дегенеративные, инфекционные и опухолевые заболевания.

Материалы и методы. Авторы проанализировали и систематически изучили всю опубликованную литературу по ERAS в хирургии позвоночника и спинного мозга до 10 октября 2020 г. с использованием основных баз данных медицинской литературы и поисковых ресурсов PubMed и eLibrary согласно критериям включения и исключения PICOS, а также рекомендациям протокола для написания систематических обзоров и метаанализов PRISMA.

Результаты. Проанализировано 13 статей, рассматривающих применение технологии ERAS в хирургии деформаций ($n = 3$), дегенеративных ($n = 8$) и опухолевых ($n = 2$) поражений позвоночника. Уровень доказательности исследования – 2а. Публикации содержат информацию о лечении 2777 пациентов, средний возраст которых составил 50,5 года (от 14,0 до 72,4 года). Протокол ERAS реализован в клиниках США (46 %), Китая (30 %), Франции (8 %), России (8 %) и Великобритании (8 %).

Среднее число ключевых элементов программы ERAS составило 13,7 (от 5 до 24). Наиболее популярные: предоперационное консультирование и обучение пациентов, минимально инвазивная хирургия, мультимодальная анальгезия, ранняя мобилизация и энтеральная нагрузка, а также активное динамическое наблюдение и уход.

Внедрение протокола ERAS в хирургию позвоночника позволило по сравнению с группой контроля снизить сроки госпитализации на 1,8 дня (от 0,17 до 3,2 сут), стоимость лечения на 1 тыс. 443,75 долл. (от 146 до 3 тыс. 444 долл.), выраженность болевого синдрома и использование опиоидов в 38 % случаев, потребление противорвотных средств после операции, а также время операции и кровопотери на 29 мин и 188 мл соответственно. Для ERAS-групп более характерны сердечно-сосудистые и респираторные осложнения, а для групп контроля – мочевые, инфекционные, тромбоэмболические осложнения и ликворея. В целом отмечается снижение общего числа осложнений на 8,5 % (от 2,3 до 9,6 %).

Выводы. Технология ускоренного восстановления после операции ERAS – многообещающая технология для улучшения качества оказания помощи пациентам в спинальной хирургии.

Ключевые слова: технологии ускоренного восстановления после операции ERAS, хирургия быстрого пути fast track, спинальная нейрохирургия, хирургия позвоночника, систематический обзор

Для цитирования: Сайфуллин А.П., Алейник А.Я., Боков А.Е. и др. Технология ускоренного восстановления ERAS в спинальной нейрохирургии: систематический обзор литературы. Нейрохирургия 2022;24(1):83–100. DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-83-100.

Enhanced recovery after surgery (ERAS) in spine surgery: A systematic review

A.P. Sayfullin^{1,2,3}, A.Ya. Aleynik¹, A.E. Bokov¹, Yu.A. Israelyan¹, S.G. Mlyavykh¹

¹Privolzhsky Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation; 10/1 Minin and Pozharsky Sq., Nizhny Novgorod 603005, Russia;

²N. A. Semashko Nizhny Novgorod Regional Clinical Hospital; 190 Rodionova St., Nizhny Novgorod 603126, Russia;

³Nizhny Novgorod Regional Children's Clinical Hospital; 211 Vaneeva St., Nizhny Novgorod 603136, Russia

Contacts: Aleksandr Petrovich Sayfullin sayfullin-a.p@mail.ru

Introduction. In recent years, Enhanced recovery after surgery (ERAS), or Fast-track, has been actively developed and introduced into clinical practice in many industry of surgery in Europe and the USA. However, the ERAS® Society has not yet approved a unified protocol in spinal neurosurgery, and most of the publications on the topic have appeared only in the last few years.

The purpose of the study is to present a systematic review of the literature to identify the key elements of the ERAS program and the effect of their use, as well as the impact on complications in the following areas of spinal neurosurgery: deformities, trauma, degenerative, infectious and oncology diseases.

Materials and methods. The authors analyzed and systematically reviewed all published literature on ERAS in spine and spinal cord surgery up to October 10, 2020 using the main databases of medical literature and search resources PubMed and eLibrary according to the PICOS inclusion and exclusion criteria, as well as the recommendations of the protocol for writing systematic reviews. and PRISMA meta-analyses.

Results. We analyzed 13 articles considering the use of ERAS technology in surgery for deformities ($n = 3$), degenerative ($n = 8$) and tumor ($n = 2$) lesions of the spine. The level of evidence of the study is 2a. The publications contain information on the treatment of 2,777 patients, whose average age was 50.5 years (from 14.0 to 72.4 years). The ERAS protocol has been implemented in clinics in the USA (46 %), China (30 %), France (8 %), Russia (8 %) and Great Britain (8 %).

The average number of key elements of the ERAS program was 13.7 (range 5 to 24). The most popular are: preoperative patient counseling and education, minimally invasive surgery, multimodal analgesia, early mobilization and enteral loading, as well as active follow-up and care.

The introduction of the ERAS protocol in spinal surgery made it possible, compared with the control group, to reduce the duration of hospitalization by 1.8 days (from 0.17 to 3.2 days), the cost of treatment by \$ 1,443.75 (from 146 to \$ 3,444), the severity of pain syndrome and the use of opioids in 38 % of cases, the consumption of antiemetics after surgery, as well as the time of surgery and blood loss at 29 minutes and 188 ml, respectively. For ERAS-groups, cardiovascular and respiratory complications are more typical, and for control groups – urinary, infectious, thromboembolic complications and liquorrhea. In general, there is a decrease in the total number of complications by 8.5 % (from 2.3 to 9.6 %).

Conclusions. Enhanced recovery after surgery is a promising technology for improving the quality of care for patients in spine surgery.

Key words: enhanced recovery after surgery, ERAS, fast track surgical pathways, spine surgery, neurosurgery, systematic review

For citation: Sayfullin A.P., Aleynik A.Ya., Bokov A.E. et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) in spine surgery: A systematic review. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2022;24(1):83–100. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-83-100.

ВВЕДЕНИЕ

Технология ускоренного восстановления после операции (Enhanced Recovery After Surgery – ERAS) [1], ранее более известная как Fast-track Surgery, Accelerated recovery или Rapid Recovery Pathway (RRP), – современная мультимодальная концепция периоперационного ведения пациентов, основанная на доказательной медицине. Концепция предложена датским профессором хирургии Н. Kehlet (1997) [2], а в 2010 г. создано официальное сообщество ERAS® Society (<https://erassociety.org>), которое занимается разработкой научно-обоснованных ERAS-протоколов.

Концепция ERAS включает в себя междисциплинарный и мультимодальный подходы к ведению пациента, направленные на ускоренное и качественное восстановление после перенесенного оперативного лечения. Протоколы ERAS уже разработаны и активно внедряются во многих отраслях хирургии (гинеколо-

гия, кардиохирургия, проктология и др.) в странах Европы и США. Однако единый протокол в спинальной нейрохирургии до сих пор не утвержден ERAS® Society [1]. Большая часть публикаций, посвященных ERAS в спинальной нейрохирургии, появилась только последние несколько лет [3–6], но уже известно, что применение ERAS позволяет снизить общую стоимость лечения и сроки госпитализации, а также увеличить оборот коечного фонда [5, 7–10]. Применение концепции ERAS в практике направлено на улучшение результатов и снижение частоты осложнений [5], распространенность которых в хирургии позвоночника достигает 16,4 % [11], а в сложных случаях – до 80 % [12, 13], это обуславливает необходимость проведения дальнейших исследований с целью изучения применения ERAS в спинальной хирургии.

Цель исследования – представить систематический обзор литературы для определения ключевых

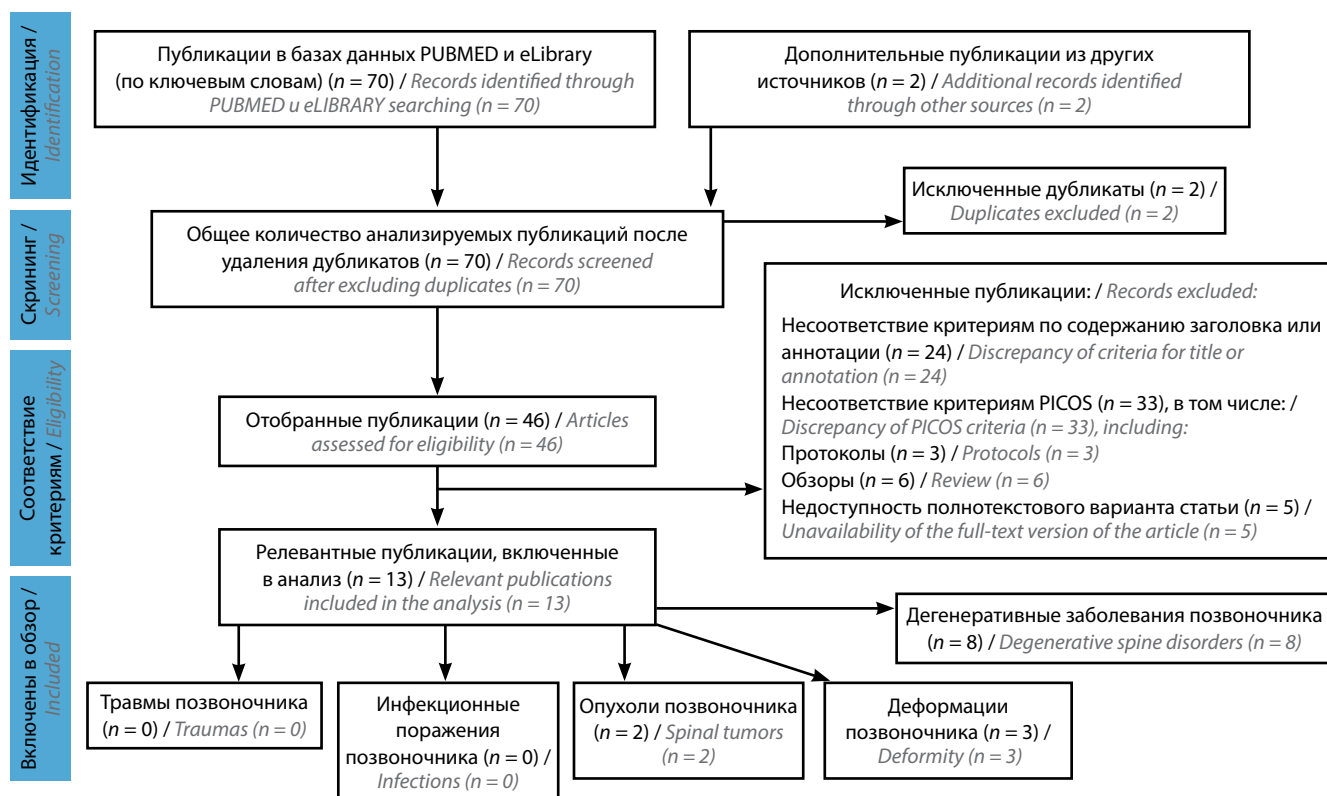


Рис. 1. Блок-схема литературного поиска PRISMA

Fig. 1. PRISMA flowchart of systematic search strategy

элементов программы ERAS, их влияния на осложнения, а также эффекта от их применения в спинальной нейрохирургии при деформациях, травмах, дегенеративных, инфекционных и опухолевых заболеваниях.

Дизайн исследования – систематический обзор литературы. Уровень доказательности исследования – 2а.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Авторы проанализировали и систематически изучили всю опубликованную англо- и русскоязычную литературу по ERAS в хирургии позвоночника и спинного мозга с использованием баз данных PubMed и eLibrary, технологии для написания систематического обзора PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) [14], а также критериев включения и исключения PICOS (Population, Intervention, Comparison, Outcome, Study Design).

Информационный поиск проводился с использованием следующих ключевых слов: ERAS, spine surgery, fast track и «нейрохирургия». Последний отбор публикаций проведен 10 октября 2020 г. Рассматривались только англоязычные и русские статьи и списки литературы в отобранных статьях. На 1-м этапе поиска (рис. 1) найдено 72 статьи за период с 1998 по 2020 г.

В соответствии с критериями PICOS (табл. 1) включено и проанализировано 13 статей, рассматривающих применение технологии ERAS в хирургии де-

формаций ($n = 3$) [15–17], дегенеративных ($n = 8$) [18–25] и опухолевых ($n = 2$) поражений позвоночника [26, 27]. Статей, посвященных применению ERAS в хирургии инфекционных поражений и травмах позвоночника, на момент литературного поиска не найдено.

Статистический анализ данных проводился с использованием пакета программ Statistica 10.0 и методов описательной статистики. Данные представлены в виде среднего значения или пропорции (%).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Характеристика исследований. Все рассматриваемые статьи (рис. 2) опубликованы за последние 5 лет. Большинство исследований нерандомизированные [15–26], ретроспективные [15–17, 20–23, 26] и с 2b-уровнем убедительности доказательств [15, 16, 18, 19, 22–25].

Отобранные публикации содержат информацию о лечении 2 тыс. 777 пациентов, средний возраст которых на момент проведения хирургического лечения составил 50,5 года (от 14,0 до 72,4 года) (рис. 3). Протокол ERAS реализован в клиниках США (46 %) [16–18, 22, 23, 26], Китая (30 %) [20, 21, 24, 27], Франции (8 %) [19], России (8 %) [25] и Великобритании (8 %) [15].

Перечень оперативных вмешательств. В анализируемых публикациях представлены следующие виды оперативных вмешательств: ламинотомия/ламинэктомия/

Таблица 1. PICOS – критерии включения и исключения

Table 1. PICOS – criteria of inclusion and exclusion

Элемент PICOS PICOS element	Критерии включения Inclusion criteria	Критерии исключения Exclusion criteria
Участники Population	Взрослые и дети старше 10 лет после операции на позвоночнике Adults and children over 10 years of age after spinal surgery	Дети младше 10 лет Children under 10 years of age
Вмешательство Intervention	Операции на шейном, грудном и пояснично-крестцовом уровнях позвоночника Operations on the cervical, thoracic and lumbosacral spine; ERAS в хирургии деформаций, онкологических, дегенеративных, инфекционных и травматических поражений позвоночника ERAS in surgery of deformities, oncological, degenerative and infectious and traumatic lesions of the spine	Операции на копчике Coccyx surgery
Сравнение Comparison	Группа ERAS и контрольная группа ERAS group and control group	
Результат Outcome	Клиническая (оценка боли, осложнения и др.) и экономическая (сроки госпитализации, расходы и др.) оценки Clinical assessment (pain, complications etc.) and economic assessment (length of stay, cost etc.); применение ERAS в спинальной нейрохирургии ERAS in spine surgery	
Дизайн исследования Study design	Рандомизированные и нерандомизированные Randomized and non-randomized; проспективные и ретроспективные исследования prospective and retrospective studies	Клинические случаи Cases; исторические исследования historical study
Публикации Publications	Публикации на английском и русском языках Publications in English and Russian; полнотекстовые Full-text	Публикации на других языках Publications in other languages; неопубликованные исследования unpublished study; протоколы protocols

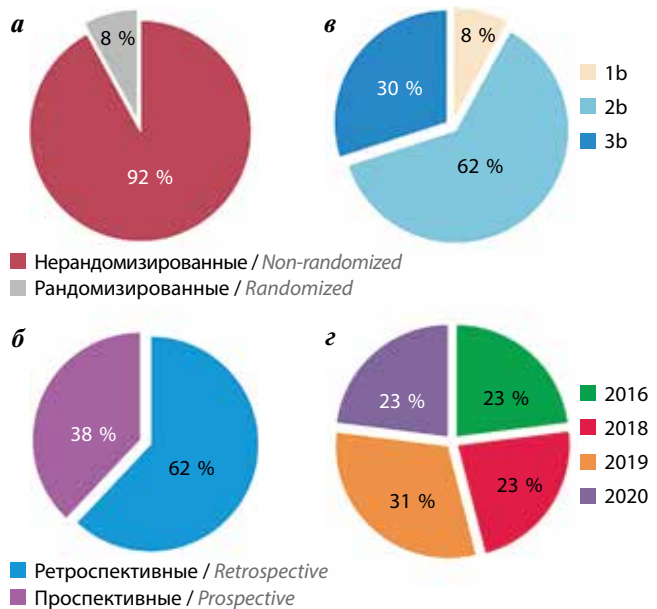


Рис. 2. Распределение исследований по категориям: а – рандомизация (1b – одноцентровое проспективное рандомизированное контролируемое исследование; 2b – проспективное нерандомизированное когортное исследование; 3b – ретроспективное нерандомизированное исследование «случай – контроль»); б – метод сбора данных; в – уровень убедительности доказательств; г – год

Fig. 2. Distribution of studies by category: а – randomization (1b – single-center prospective randomized controlled trial; 2b – prospective non-randomized cohort study; 3b – retrospective non-randomized case – control study); б – data collection method; в – level of evidence; г – year

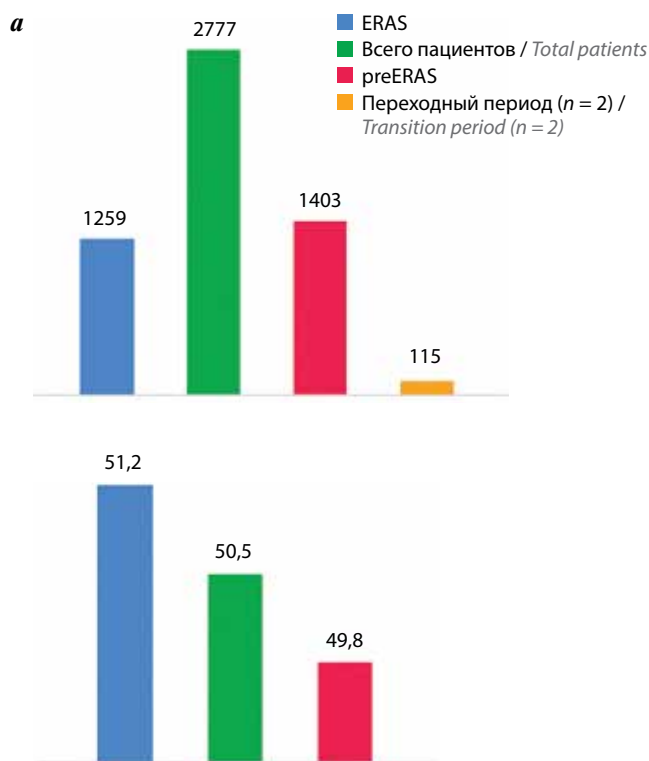


Рис. 3. Распределение популяции пациентов: а – по группам; б – по среднему возрасту в группе, лет

Fig. 3. Patients population distribution: а – by groups; б – by average age in a group, years

ламинопластика, дискэктомия, фораминотомия [18, 21, 25], в том числе передняя шейная дискэктомия и спондилодез (ACDF) [19], открытый и мини-инвазивный межтеловой спондилодез (PLIF, TLIF) с фиксацией [15, 18, 20, 22–24], вертебропластика, резекция опухолей с фиксацией [26, 27], а также коррекция деформаций позвоночника с проведением спондилодеза [15–17] и транспедикулярной фиксацией. Большинство протоколов ERAS в рассматриваемых публикациях применялись в хирургическом лечении патологии поясничного отдела позвоночника.

Ключевые элементы ERAS. В рассматриваемых публикациях среднее число ключевых элементов протокола ERAS – 13,7 (от 5 до 24). Самые применяемые элементы (табл. 2): предоперационное консультирование и обучение пациентов (77 %), минимально инвазивная (Minimal Invasive Spine Surgery – MISS) хирургия (77 %), интраоперационная мультимодальная анальгезия (69 %), а также несколько элементов, которые применялись как можно раньше в послеоперационном периоде – активизация и физическая реабилитация (94 %), мультимодальная анальгезия (77 %), энтеральная нагрузка и профилактика кишечной

непроходимости (94 %), а также активное динамическое наблюдение и уход (85 %).

Осложнения и ERAS. В оценке влияния технологии ERAS на число осложнений в хирургии позвоночника представили данные 10 авторов (табл. 3). Более половины из них получила меньший уровень осложнений в группе ERAS в среднем на 8,5 % (от 2,3 до 9,6 %) [15, 18, 20, 23, 24, 27], треть – увеличение в среднем на 7,2 % (от 1,9 до 13,8 %) [19, 22, 26] и только один коллектив авторов получил фактически одинаковый уровень осложнений [21]. При этом больший уровень осложнений в группе ERAS сами авторы связывают с тяжестью и неконтролируемостью основного онкологического заболевания [26] или указывают на статистическую незначимость полученных различий в количестве осложнений [19, 22].

Для групп пациентов с ERAS более характерны сердечно-сосудистые и респираторные осложнения [21, 26, 27]. Для групп контроля – мочевые [21, 26, 27], инфекционные [19, 21, 24, 26, 27], тромбозэмболические осложнения [19, 21, 24, 27] и ликворея [20, 24]. В отношении хирургических осложнений, связанных с проведением оперативного вмешательства, имплантатами

Таблица 2. Сводная таблица ключевых элементов программы ERAS

Table 2. Summary table of key elements of ERAS program

Предоперационный Preoperative period	Интраоперационный Intraoperative period	Послеоперационный Postoperative period
- Предоперационные обучение и консультирование Preoperative education and counseling - Оценка рисков, коррекция образа жизни и хронических заболеваний Risk assessment, lifestyle and chronic disease correction - Оценка нутритивного статуса, минимизация голодания, рутинное использование пероральной углеводной «загрузки» Nutritional preparation, minimization of fasting, routine use of oral «carbohydrate loading» - Превентивная мультимодальная анальгезия (ММА), ограничение опиоидов Preventive multimodal analgesia (MMA), opioid restriction - Предоперационная реабилитация Prehabilitation	- Минимально инвазивная хирургия позвоночника (MISS) Minimally invasive spine surgery (MISS) - Интраоперационная мультимодальная анальгезия Intraoperative multimodal analgesia - Поддержание гомеостаза (нормотермия, нормоволемия) Maintaining homeostasis (normothermia, normovolemia) - Управление кровопотерей Management of blood loss - Отказ от рутинного использования дренажей и катетеризации мочевого пузыря Avoiding the routine use of drains and bladder catheterization - Профилактика инфекционных осложнений Prevention of infectious complications - Тромбопрофилактика Thromboprophylaxis - Профилактика послеоперационной тошноты и рвоты Prevention of nausea and vomiting - Стандартизированный протокол анестезии (анестетики короткого действия и др.) Standardized anesthesia protocol (short-acting anesthetics, etc.)	- Ранняя активизация и физическая реабилитация, ранний возврат к предоперационному уровню физической активности пациента Early activation and physical rehabilitation, early return to the patient's preoperative level of physical activity - Ранняя энтеральная нагрузка и профилактика кишечной непроходимости Early enteral loading and prevention of obstruction - Послеоперационное управление болевым синдромом: ММА, ограничение опиоидов Pain management: MMA, opioid restriction - Поддержание гомеостаза (эуволемия и др.) Maintaining homeostasis (euvolemia, etc.) - Тромбопрофилактика Thromboprophylaxis - Профилактика инфекционных осложнений Prevention of infectious complications - Поддержание нормогликемии Normoglycemia - Лечение послеоперационных тошноты и рвоты Treatment of postoperative nausea and vomiting - Раннее удаление дренажей, катетеров, зондов Early removal of drains, catheters, probes - Активное послеоперационное наблюдение Active postoperative follow-up

Таблица 3. Сводные данные исследований, реализующих протокол ERAS в спинальной хирургии

Table 3. Summary of studies implementing the ERAS protocol in spine surgery

Авторы Authors	Год, страна Year, country	Тип исследования About study	Группа (пациенты) Group (patients)	Возраст, лет Age, years	Анализируемая патология Nosological units	Проведенные опе- рации Operation	Госпитали- зации, дни Length of hospital stay, days
Z.S. Ali et al. [18]	2019, США USA	Проспективное нерандомизиро- ванное когортное исследование — 2b Prospective non-randomized cohort study — 2b	$n = 74$ (preERAS)	$62,9 \pm 11,3$	Дегенеративные заболевания позво- ночника, повреждения периферических нервов Degenerative diseases of the spine, damage of peripheral nerves	Ламинэктомия, ламинотомия, дискэктомия, дискэктомия и спондилодез, фораминотомия, хирургия перифе- рических нервов Laminectomy, laminotomy, discectomy, discectomy and spinal fusion, foraminotomy, peripheral nerve surgery	4,0
			$n = 201$ (ERAS)	$60,5 \pm 14,5$			3,6
B. De- bono et al. [19]	2020, Фран- ция France	Проспективное нерандомизиро- ванное когортное исследование — 2b Prospective non-randomized cohort study — 2b	$n = 202$ (preERAS)	$48,7 \pm 9,2$	Дегенеративные заболевания шейного отдела позвоночника с радикулопатией Degenerative diseases of the cervical spine with radiculopathy	Передняя шейная дискэктомия и спондилодез (ACDF) Anterior cervical discectomy and fusion (ACDF)	$2,96 \pm 1,3$
			$n = 202$ (ERAS)	$48,5 \pm 10,6$			$1,40 \pm 0,6$
C. Feng et al. [20]	2019, Китай China	Ретроспективное нерандомизиро- ванное исследо- вание «случай — контроль» — 3b Retrospective non-randomized case — control study — 3b	$n = 30$ (preERAS)	59 ± 9	Стеноз и спондило- стез поясничного отдела позвоночника, дегенеративные заболевания пояснич- но-крестцового отдела позвоночника с неста- бильностью, радикуло- патией или нейроген- ной хромотой Stenosis and spondylolisthesis of the lumbar spine, degenerative diseases of the lumbosacral spine with instability, radiculopathy, or neurogenic claudication	Одноуровневый трансфораминаль- ный поясничный межтеловой спондилодез (MIS-TLIF), перкутанная транспедикуляр- ная фиксация One-level transforaminal lumbar interbody fusion (MIS-TLIF), percutaneous transpedicular fixation	7
			$n = 44$ (ERAS)	61 ± 10			5

Элементы протокола ERAS Elements of the ERAS protocol	Число и структура осложнений Complications structure	Другие результаты Other results	Стоимость лечения Cost of treatment
n = 16	16,2 %	Повторные госпитализации в течение 30 дней – 3,0 % (ERAS) против 5,4 % обычных. Более раннее восстановление и мобилизация в группе ERAS (0-й послеоперационный день (ПОД): 53,4 % против 17,1 % ($p < 0,001$) и 1-й ПОД: 84,1 % против 45,7 % ($p < 0,001$) без усиления болевого синдрома. Снижение использования катетера Фолея в послеоперационном периоде в группе ERAS без увеличения необходимости периодической катетеризации (8,1 % против 11,9 %, $p = 0,51$). Снижение применения опиоидных анальгетиков через 1 мес после операции в группе ERAS (38,8 % против 52,7 %, $p = 0,041$) Repeated hospitalizations within 30 days: 3.0 % (ERAS) versus 5.4 %. Earlier recovery and mobilization in the ERAS group (postoperative day 0 (POD): 53.4 % versus 17.1 % ($p < 0.001$) and 1st POD: 84.1 % versus 45.7 % ($p < 0.001$) without increasing pain syndrome. Decreased use of a Foley catheter in the postoperative period in the ERAS group without increasing the need for intermittent catheterization (8.1 % vs 11.9 %, $p = 0.51$). Decreased use of opioid analgesics one month after surgery in the ERAS group (38.8 % vs 52.7 %, $p = 0.041$)	Нет данных No data
	10,9 %		Нет данных No data
n = 15	Всего 5,0 %. Малые – 2,0 %: дисфагия/дисфония – 1,5 %, поломка металлоконструкции – 0,5 %; большие осложнения – 3,0 %: неврологический дефицит 2 %, инфекция раны – 0,5 %, ТЭЛА – 0,5 % Total 5,0 %. Small 2,0 %: dysphagia/dysphonia – 1.5 %, breakage of metal structures 0.5 %; major complications 3,0 %: neurological deficit 2 %, wound infection 0.5 %, PE 0.5 %	Снижение сроков госпитализации с сохранением удовлетворенности пациентов результатами лечения. Reducing the length of hospital stay while maintaining patient satisfaction with treatment results	Нет данных No data
	Всего 6,9 %. Малые осложнения – 3,5 %: дисфагия/дисфония – 2,5 %, поломка металлоконструкции – 0,5 %, инфекция раны – 0,5 %, большие осложнения – 3,5 %, неврологический дефицит – 2,5 %, гематома шеи – 1 % Total 6,9 %. Minor complications 3.5 %: dysphagia/dysphonia 2.5 %, metal structure breakage 0.5 %, wound infection 0.5 %, major complications 3.5 %, neurological deficit 2.5 %, neck hematoma 1 %		Нет данных No data
n = 11	Всего 13,3 %. Ликворея – 6,25 %, эпидуральная гематома с радикулопатией – 3,13 %, мальпозиция винта – 3,13 % Total 13,3 %. Liquorrhea – 6.25 %, epidural hematoma with radiculopathy – 3.13 %, screw malposition – 3.13 %	Время операции – 206 мин (ERAS) против 228 мин, $p < 0,05$. Интраоперационная кровопотеря – 100 мл (ERAS) против 150 мл, $p < 0,05$ Operation time – 206 minutes (ERAS) vs 228 minutes, $p < 0.05$. Intraoperative blood loss – 100 ml (ERAS) versus 150 ml, $p < 0.05$	71,426 (67,299–103,866) CNY
	Всего 4,6 %. Асимптомная миграция кейджа – 2,3 %, эпидуральная гематома с радикулопатией – 2,3 % Total 4,6 %. Asymptomatic cage migration 2.3 %, epidural hematoma with radiculopathy 2.3 %		70,467 (63,941–89,589) CNY

Авторы Authors	Год, страна Year, country	Тип исследования About study	Группа (пациенты) Group (patients)	Возраст, лет Age, years	Анализируемая патология Nosological units	Проведенные опе- рации Operation	Госпитали- зации, дни Length of hospital stay, days
J. Li et al. [21]	2018, Китай China	Ретроспективное нерандомизиро- ванное исследо- вание «случай — контроль» — 3b Retrospective non-randomized case — control study — 3b	$n = 110$ (preERAS)	$56,88 \pm 8,82$	Многоуровневый стеноз позвоночного канала шейного отдела позвоночника Multilevel stenosis of the spinal canal of the cervical spine	Ламинопластика по Хирабаяши Hirabayashi laminoplasty	$7,67 \pm 3,45$
			$n = 114$ (ERAS)	$58,53 \pm 10,71$			$5,75 \pm 2,46$
J. Smith et al. [22]	2019, США USA	Ретроспективное нерандомизиро- ванное когортное исследование — 2b Retrospective non-randomized cohort study — 2b	$n = 123$ (preERAS)	$60,3 \pm 12,9$	Дегенеративные заболевания поясничного отдела позвоночника Degenerative diseases of the lumbar spine	Одно- или двуху- ровневый откры- тый поясничный спондилодез One- or two-level open lumbar fusion	$96,2 \pm 32,0$ ч hour
			$n = 96$ (ERAS)	$61,3 \pm 13,3$			$92,3 \pm 36,9$ ч hour
M.Y. Wang et al. [23]	2018, США USA	Ретроспективное нерандомизиро- ванное когортное исследование — 2b Retrospective non-randomized cohort study — 2b	$n = 15$ (preERAS)	59 ± 12	Дегенеративные заболевания пояснич- ного отдела позвоноч- ника, спондилолистез I степени Degenerative diseases of the lumbar spine, grade I spondylolisthesis	Mi-TLIF (группа контроля). Эндоскопическая декомпрессия и установление кейджа, перкутан- ное установление транспедикулярной конструкции (ERAS) Mi-TLIF (control group). Endoscopic decompression and cage placement, percutaneous transpedicular insertion (ERAS)	$3,9 \pm 1,1$
			$n = 38$ (ERAS)	65 ± 11			$1,23 \pm 0,8$
P. Wang et al. [24]	2020, Китай China	Проспективное нерандомизиро- ванное когортное исследование — 2b Prospective non-randomized cohort study — 2b	$n = 96$ (preERAS)	$70,81 \pm 6,27$	Грыжи диска и стеноз поясничного отдела позвоночника у паци- ентов старше 65 лет Herniated disc and stenosis of the lumbar spine in patients over 65 years of age	Одно- или двуху- ровневый откры- тый поясничный спондилодез One- or two-level open lumbar fusion	$15,50 \pm 1,88$
			$n = 96$ (ERAS)	$72,39 \pm 6,12$			$12,30 \pm 3,03$

Продолжение табл. 3

Continuation of table 3

Элементы протокола ERAS Elements of the ERAS protocol	Число и структура осложнений Complications structure	Другие результаты Other results	Стоимость лечения Cost of treatment
n = 16	Всего 20,9 %. Парез С5 корешка – 2,73 %, инфекция раны – 6,36 %, тошнота и рвота – 6,36 %, ИМВП – 4,55 %, инфаркт головного мозга 0,91 % Total 20,9 % C5 radix paresis 2.73 %, wound infection 6.36 %, nausea and vomiting 6.36 %, UTI 4.55 %, cerebral infarction 0.91 %	Более ранний прием пищи в послеоперационном периоде ($8,45 \pm 2,94$ ч против $21,64 \pm 2,66$ ч, $p < 0,001$). Контроль боли лучше в группе ERAS, чем в группе контроля, с точки зрения среднего балла по ВАШ ($2,72 \pm 0,46$ против $3,35 \pm 0,46$, $p < 0,001$). Низкая частота развития мочевой инфекции в группе ERAS (уменьшение послеоперационного времени установки постоянных мочевых катетеров – $24,76 \pm 12,34$ против $53,61 \pm 18,16$ ч, $p < 0,001$). Уменьшения сроков использования спинального дренажа ($43,92 \pm 7,14$ против $48,85 \pm 10,10$ ч, $p < 0,001$) Earlier food intake in the postoperative period (8.45 ± 2.94 hours versus 21.64 ± 2.66 hours, $p < 0.001$). Pain control was better in the ERAS group than in the control group in terms of the mean VAS score (2.72 ± 0.46 vs. 3.35 ± 0.46 , $p < 0.001$). Low incidence of urinary infection in the ERAS group (decrease in the postoperative time for placement of indwelling urinary catheters – 24.76 ± 12.34 versus 53.61 ± 18.16 h, $p < 0.001$). Decrease in terms of use of spinal drainage (43.92 ± 7.14 versus 48.85 ± 10.10 h, $p < 0.001$)	Нет данных No data
	Всего 21,0 %. Парез С5 корешка – 3,51 %, инфекция раны – 4,39 %, тошнота и рвота – 8,77 %, пневмония – 0,88 %, ИМВП – 1,75 %, ухудшение неврологии – 0,88 %, эпидуральная гематома – 0,88 % Total = 21,0 %. C5 radix paresis 3.51 %, wound infection 4.39 %, nausea and vomiting 8.77 %, pneumonia 0.88 %, UTI 1.75 %, neurological impairment 0.88 %, epidural hematoma 0.88 %		Нет данных No data
n = 23	Реинтубация – 1,6 % Reintubation 1.6 %	Снижение употребления опиоидов пролонгированного действия в группе ERAS (с 14,6 до 5,2 %, $p = 0,025$). Статистически достоверное снижение приема противорвотных средств после операции (24 % против 40 %) Decreased use of long-acting opioids in the ERAS group (from 14.6 to 5.2 %, $p = 0.025$). Statistically significant reduction in antiemetic intake after surgery (24 % vs. 40 %)	Нет данных No data
	Всего 7,5 %. Реинтубация – 1 %, неотложные состояния – 2,1 %, другие – 4,2 % Total 7,5 %. Reintubation 1 %, emergencies 2.1 %, other 4.2 %		Нет данных No data
n = 6	Всего 21 %. Медицинские – 14 %, импланты – 7 % Total 21 %. Medical 14 %, implants 7 %	Меньшая кровопотеря (68 ± 31 см ³ против 231 ± 73 , $p < 0,001$). Меньшее время операции (ERAS – 96 ± 22 мин против 132 ± 31 мин, $p = 0,003$) Less blood loss (68 ± 31 cm ³ vs 231 ± 73 , $p < 0.001$). Shorter operation time (ERAS – 96 ± 22 min vs 132 ± 31 min, $p = 0.003$)	22656 USD
	Всего 12 %. Медицинские – 3 %, спондилодез – 3 %, импланты – 6 % Total 12 %. Medical 3 %, fusion 3 %, implants 6 %		19212 USD
n = 12	Всего 9,5 %. Инсульт – 1 %, тромбоз глубоких вен – 1 %, инфекция раны – 4 %, ликворея – 2 %, неврологические – 1 % Total = 9.5 %. Cerebrovascular accident 1 %, deep vein thrombosis 1 %, wound infection 4 %, liquorrhea 2 %, neurological 1 %	Комплаентность ERAS протокола 92,1 %. Не выявлено существенных различий между группами по оценке болевого синдрома, индексу инвалидности Освестри и регоспитализации. Статистически достоверное снижение сроков госпитализации Compliance with the ERAS protocol was 92.1 %. There were no significant differences between the groups in terms of pain assessment, Oswestry's disability index, and rehospitalization. Statistically significant reduction in hospitalization times	Нет данных No data
	Всего 3,2 %. Инфекция раны – 1 %, ликворея – 1 %, неврологические – 1 % Total = 3.2 %. Wound infection 1 %, liquorrhea 1 %, neurological 1 %		Нет данных No data

Авторы Authors	Год, страна Year, country	Тип исследования About study	Группа (пациенты) Group (patients)	Возраст, лет Age, years	Анализируемая патология Nosological units	Проведенные опе- рации Operation	Госпитали- зации, дни Length of hospital stay, days
A.G. Na- zarenko et al. [25]	2016, Россия Russia	Перспективное нерандомизиро- ванное когортное исследование — 2b Prospective non-randomized cohort study — 2b	$n = 25$ (preERAS)	42,2	Грыжи межпозвонковых дисков пояснично- крестцового отдела позвоночника Herniated discs of the lumbosacral spine	Микродиск- эктомия Microdiscectomy	3,8
			$n = 23$ (ERAS)	44,3			2,3
ERAS в хирургии деформаций позвоночника ERAS in surgery of spine deformity							
M. An- gus et al. [15]	2019, Вели- кобри- тания Great Britain	Ретроспективное нерандомизиро- ванное когортное исследование — 2b Retrospective non-randomized cohort study — 2b	$n = 412$ (preERAS)	$50,5 \pm 19,0$	Тяжелые дегенератив- ные деформации позвоночника Severe degenerative deformities of the spine	Межтеловой спондилодез (PLIF) или коррек- ция сколиотиче- ской деформации позвоночника Interbody fusion (PLIF) or correction of scoliotic deformity of the spine	11 и 7
			$n = 214$ (ERAS)	$55,3 \pm 20,5$			8 и 4,2
A.L. Go- rnitzky et al. [16]	2016, США USA	Ретроспективное нерандомизиро- ванное когортное исследование — 2b Retrospective non-randomized cohort study — 2b	$n = 80$ (preERAS)	$15,0 \pm 2,3$	Подростковый идиопа- тический сколиоз Adolescent idiopathic scoliosis	Коррекция сколиотической деформации позвоночника, задний спондило- дез и транспедику- лярная фиксация Correction of scoliotic deformity of the spine, posterior fusion and transpedicular fixation	$5,0 \pm 0,8$
			$n = 58$ (ERAS)	$14,8 \pm 2,3$			$3,5 \pm 0,8$
W.T. Mu- hly et al. [17]	2016, США USA	Ретроспективное нерандомизиро- ванное исследо- вание «случай — контроль» — 3b Retrospective non-randomized case — control study — 3b	$n = 134$ (preERAS)	15	Подростковый идиопа- тический сколиоз Adolescent idiopathic scoliosis	Коррекция сколиотической деформации позвоночника, задний спондило- дез и транспедику- лярная фиксация Correction of scoliotic deformity of the spine, posterior fusion and transpedicular fixation	5,7
			$n = 84$ (ERAS)	14			4,0

Продолжение табл. 3

Continuation of table 3

Элементы протокола ERAS Elements of the ERAS protocol	Число и структура осложнений Complications structure	Другие результаты Other results	Стоимость лечения Cost of treatment
n = 8	Нет данных No data	Незначительное снижение болевого синдрома (на 10 %) в группе ERAS. Более быстрое и качественное восстановление, увеличение функциональной активности на 20 % (p <0,05) в группе ERAS по сравнению с контрольной группой Slight reduction in pain syndrome (by 10 %) in the ERAS group. Faster and better recovery, an increase in functional activity by 20 % (p <0.05) in the ERAS group compared to the control group	Нет данных No data
	Нет данных No data		Нет данных No data
ERAS в хирургии деформаций позвоночника ERAS in surgery of spine deformity			
n = 15	Всего 11,7 %. Хирургические – 6,8 %, послеоперационные до выписки – 4,9 % Total 11.7 %. Surgical 6.8 %, postoperative before discharge 4.9 %	Продолжительность пребывания – ERAS 8 дней против 11 дней (многоуровневая фиксация при дегенеративном сколиозе) и 4,2 против 7 дней (сложная фиксация с межтеловым спондилодезом). Снижение регоспитализации в группе ERAS 1,9 % против 2,1 %. Удовлетворенность лечением – ERAS – 100 % против 84 % (p = 0,016). Высокая удовлетворенность персонала при применении ERAS Length of stay – ERAS 8 days vs 11 days (multilevel fixation for degenerative scoliosis) and 4.2 vs 7 days (complex fixation with interbody fusion). Decreased rehospitalization in the ERAS group 1.9 % versus 2.1 %. Satisfaction with treatment – ERAS – 100 % versus 84 % (p = 0.016). High staff satisfaction when using ERAS	Нет данных No data
	Всего 9,4 %. Хирургические – 6,1 %, послеоперационные до выписки – 3,3 % Total 9.4 %. Surgical 6.1 %, postoperative before discharge 3.3 %		Экономия 121 735 £ Saving 121,735 GBP
n = 7	Нет данных no data	В группе ERAS – меньший средний суточный уровень боли на 0 (p = 0,027), 1 (p <0,001) и 2 (p = 0,004) ПОД. В группе ERAS прекращение пациент-контролируемой анальгезии произошло на 34 % раньше. Снижение частоты побочных эффектов в группе ERAS, связанных с опиоидами. В группе ERAS удалили мочевые катетеры на 26 % раньше. Отсутствие разницы по регоспитализации в течение первых 30 дней The ERAS group had a lower average daily pain level by 0 (p = 0.027), 1 (p <0.001), and 2 (p = 0.004). In the ERAS group, the cessation of patient-controlled analgesia occurred 34 % earlier. Reduced incidence of opioid-related side effects in the ERAS group. In the ERAS group, urinary catheters were removed 26 % earlier. No difference in admission to hospital during the first 30 days	Нет данных no data
	Нет данных No data		Нет данных No data
n = 5	Нет данных No data	Сопоставимые оценки болевого синдрома с улучшением в 0 (3,8 против 4,9) и 1 (3,8 против 5) ПОД. Отсутствие разницы по регоспитализации в течение первых 30 дней Comparable pain scores with improvement at 0 (3.8 vs. 4.9) and 1 (3.8 vs. 5) AML. No difference in admission to hospital during the first 30 days	Нет данных No data
	Нет данных No data		Нет данных No data

Авторы Authors	Год, страна Year, country	Тип исследования About study	Группа (пациенты) Group (patients)	Возраст, лет Age, years	Анализируемая патология Nosological units	Проведенные опе- рации Operation	Госпитали- зации, дни Length of hospital stay, days
ERAS в хирургии опухолевых поражений позвоночника и спинного мозга ERAS in surgery of spinal tumors							
R.M. Gra- su et al. [26]	2018, США USA	Ретроспективное нерандомизиро- ванное исследо- вание «случай — контроль» — 3b Retrospective non-randomized case — control study — 3b	$n = 56$ (preERAS)	$57,6 \pm 10,5$	Метастатические опухоли Metastatic tumors	Декомпрессия, стабилизация, корпорэктомия (вертебропластика, перкутанная стабилизация) Decompression, stabilization, corporectomy (vertebroplasty, percutaneous stabilization)	$6,8 \pm 1,9$
			$n = 41$ (ERAS)	$58,8 \pm 11,3$			$6,3 \pm 2,2$
B. Liu et al. [27]	2020, Китай China	Одноцентровое проспективное рандомизирован- ное контролируе- мое исследова- ние — 1b Single-center prospective randomized controlled trial — 1b	$n = 46$ (preERAS)	Нет данных No data	Первичные (шваннома, менингиома, спинно- мозговая эпендимома, астроцитомы) или мета- статические опухоли позвоночника и спин- ного мозга Primary (schwannoma, meningioma, spinal ependymoma, astrocytoma) or metastatic tumors of the spine and spinal cord	Декомпрессия, стабилизация Decompression, stabilization	8
			$n = 48$ (ERAS)	Нет данных No data			5

Окончание табл. 3

End of table 3

Элементы протокола ERAS Elements of the ERAS protocol	Число и структура осложнений Complications structure	Другие результаты Other results	Стоимость лечения Cost of treatment
ERAS в хирургии опухолевых поражений позвоночника и спинного мозга ERAS in surgery of spinal tumors			
n = 20	Всего 17,9 %. Инфекционные – 7,1 %, почечные – 5,4 %, другие – 5,4 % Total 17.9 %. Infectious 7.1 %, renal 5.4 %, other 5.4 %	Несколько большая частота повторных госпитализаций в 30-дневный срок после выписки (ERAS – 14,6 % против 8,9 %, $p = 0,381$). Меньшее значение выраженности болевого синдрома и количество употребления опиоидов по сравнению с группой контроля (39,0 % против 10,7 %, $p = 0,001$). Большее использование липосомального бупивакаина для инфильтрации операционной раны (54 % против 30 %, $p = 0,021$) Slightly higher readmission rate within 30 days after discharge (ERAS – 14.6 % versus 8.9 %, $p = 0.381$). A lower value of the severity of pain syndrome and the amount of opioid use compared with the control group 39.0 % versus 10.7 %, $p = 0.001$. Greater use of liposomal bupivacaine for wound infiltration (54 % versus 30 %, $p = 0.021$)	Нет данных No data
	Всего 31,7 %. Сердечно-сосудистые – 17 %, респираторные – 9,7 %, другие – 5 % Total = 31.7 %. Cardiovascular 17 %, respiratory 9.7 %, other 5 %		Нет данных No data
n = 24	Всего 28,3 %. Инфекции ЦНС – 6,5 %, гематома – 4,3 %, неврологический дефицит – 6,5 %, респираторные – 2,2 %, мочевые – 4,3 %, тромбозы – 4,3 % Total 28.3 %. CNS infections 6.5 %, hematoma 4.3 %, neurological deficit 6.5 %, respiratory 2.2 %, urinary 4.3 %, thrombosis 4.3 %	Меньшие показатели послеоперационной боли (ERAS – $1,0 \pm 1,3$ против $1,9 \pm 1,3$; $p = 0,007$). Снижение использования пациент-контролируемой анальгезии (ERAS – 4,2 % против 19,6 %; $p = 0,020$) и пероральных опиоидов (ERAS – 37,5 % против 58,7 %; $p = 0,040$). Раннее удаление мочевого катетера (ERAS – 58,3 % в течение первых 6 ч после операции против 6,5 % в группе контроля; $p < 0,0001$). Меньшее число установленных дренажей (ERAS 18,8 % против 82,6 %, $p < 0,0001$). Лучшая послеоперационная самостоятельная мобилизация в 1-й ПОД (ERAS 68,8 % против 17,4 %; $p < 0,0001$). Большая удовлетворенность лечением (ERAS $91,8 \pm 4,4$ против $88,2 \pm 6,8$; $p = 0,022$) Less indicators of postoperative pain (ERAS – 1.0 ± 1.3 versus 1.9 ± 1.3 ; $p = 0.007$). Decreased use of patient-controlled analgesia (ERAS – 4.2 % versus 19.6 %; $p = 0.020$) and oral opioids (ERAS – 37.5 % versus 58.7 %; $p = 0.040$). Early removal of urinary catheter (ERAS – 58.3 % within the first 6 hours after surgery versus 6.5 % in the control group; $p < 0.0001$). Fewer installed drains (ERAS 18.8 % vs 82.6 %, $p < 0.0001$). The best postoperative self-mobilization in the 1 st PAD (ERAS 68.8 % versus 17.4 %; $p < 0.0001$). Greater satisfaction with treatment (ERAS 91.8 ± 4.4 versus 88.2 ± 6.8 ; $p = 0.022$)	65859 CNY
	Всего 18,8 %. Инфекция раны – 2,1 %, инфекции ЦНС – 2,1 %, гематома – 2,1 %, неврологический дефицит – 6,3 %, кардиоваскулярные – 2,1 %, кишечные – 2,1 %, мочевые – 2,1 % Total 18.8 %. Wound infection 2.1 %, CNS infections 2.1 %, hematoma 2.1 %, neurological deficit 6.3 %, cardiovascular 2.1 %, intestinal 2.1 %, urinary 2.1 %		52546 CNY

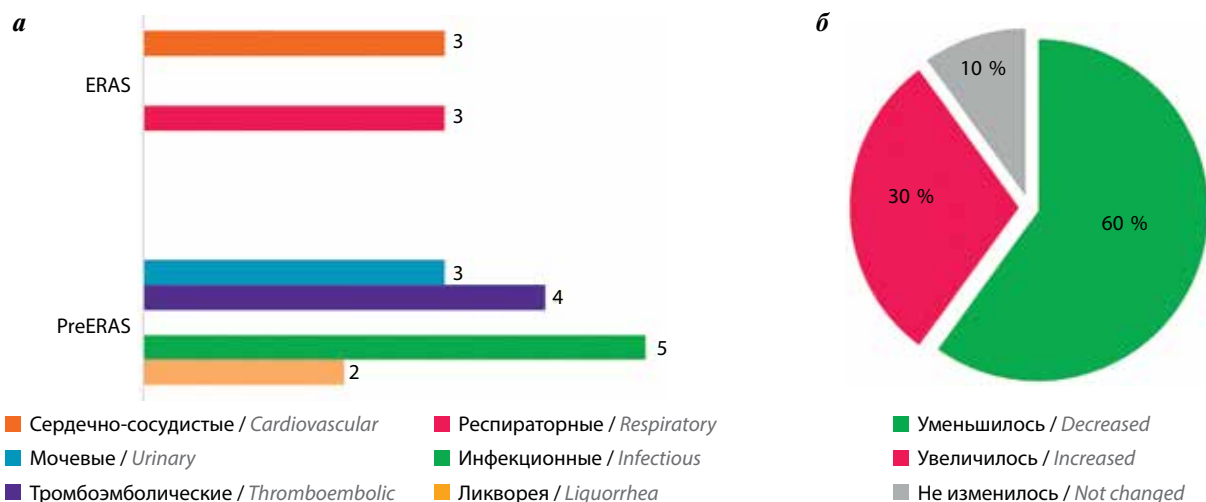


Рис. 4. Осложнения в спинальной хирургии и ERAS: а – характерные осложнения для ERAS- и preERAS-групп; б – число осложнений после ERAS
Fig. 4. Complications in spinal surgery and ERAS: а – typical complications for ERAS and preERAS groups; б – number of complications after ERAS

и оборудованием, каких-либо закономерностей не выявлено (рис. 4).

Некоторые результаты применения ERAS в хирургии позвоночника. Внедрение в клиническую практику ERAS-программы позволило, по сравнению с группой контроля, достичь следующих результатов:

- снизить выраженность болевого синдрома в 38 % исследований [16, 17, 21, 26, 27], а также использование опиоидов и связанных с ними побочных эффектов [16, 18, 22, 26, 27];
- снизить статистически значимо количество необходимых противорвотных средств после операции [22];
- снизить время операции на 29 мин, кровопотери – на 188 мл [20, 23];
- обеспечить более быстрое и качественное восстановление, увеличение функциональной активности и мобилизации [18, 25, 27];
- снизить сроки госпитализации (рис. 5) на 1,77 дня (от 0,17 [22] до 3,2 сут [24]), в том числе статистически значимо [24];
- повысить удовлетворенность пациентов [15, 19, 27] и медперсонала [15] результатами лечения;
- снизить общую стоимость лечения на 1 тыс. 444 долл. (от 146 до 3 тыс. 444 долл.) [15, 20, 23, 27].

Также отмечают разнородные эффекты от применения ERAS-программы по сравнению с обычной практикой (группа контроля): снижение [15, 18], повышение [26] или сопоставимая частота повторных госпитализаций [16, 17, 24] в ходе 30-дневного периода наблюдения.

ОБСУЖДЕНИЕ

ERAS в лечении дегенеративных заболеваний позвоночника. В большинстве анализируемых нами исследований изучались преимущества протокола ERAS при

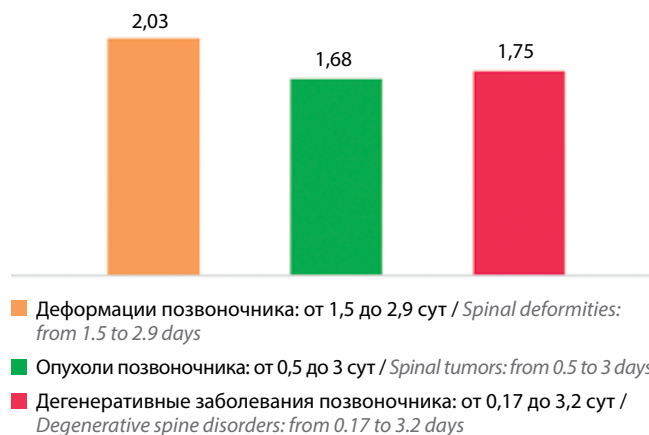


Рис. 5. Сокращение сроков госпитализации после ERAS в зависимости от нозологии (дни)
Fig. 5. Average reduction of stay length after ERAS depending on nosology (days)

хирургическом лечении дегенеративной патологии позвоночника. В систематическом обзоре М. Elsarrag и соавт. (2019) объясняют это тем, что дегенеративные заболевания позвоночника – наиболее часто встречающаяся патология в спинальной хирургии, в связи с чем абсолютное большинство исследований по эффективности технологии ERAS затрагивает именно эту категорию пациентов [4]. Применение ERAS в хирургическом лечении грыж диска пояснично-крестцового отдела позвоночника (см. табл. 3) приводит к более быстрому и качественному восстановлению с улучшением функциональной активности, снижению сроков госпитализации на 39 %, большей удовлетворенности и меньшей выраженности болевого синдрома в послеоперационном периоде: уровень убедительности доказательств (УУД) – 2b [25].

Проведение декомпрессии и межтелового спондилодеза с фиксацией в лечении дегенеративной

патологии поясничного отдела позвоночника при использовании ERAS позволяет снизить сроки госпитализации [18, 20, 23, 24] и стоимость лечения [20, 23]. В группах ERAS отмечается более раннее восстановление и реабилитация [18], статистически достоверное снижение приема противорвотных средств после операции [22], а также снижение времени операции и кровопотери (УУД — 2b, 3b) [20, 23].

При лечении многоуровневого стеноза шейного отдела путем ламинопластики по Хирабаяши (K. Hirabayashi) снизились сроки пребывания в больнице почти на 2 сут, отмечен лучший контроль над болью и уменьшение частоты развития мочевой инфекции при сопоставимом уровне осложнений (УУД — 3b) [21]. В лечении шейных радикулопатий отмечено снижение в 2 раза сроков госпитализации с незначительным увеличением числа осложнений и с сохранением удовлетворенности пациентов результатами лечения [19] (УУД — 2b).

Данные позволяют сделать вывод, что технология ERAS эффективна и позволяет улучшать результаты лечения при дегенеративных заболеваниях позвоночника при включении ее в хирургический протокол.

Применение ERAS в хирургии деформаций позвоночника. Концепция ERAS легко применима к таким заболеваниям, как межпозвонковая грыжа поясничного диска или стеноз позвоночного канала, но кажется более трудной для применения на практике, когда дело доходит до сложных случаев [6]. Тем не менее, в лечении идиопатического подросткового сколиоза протокол ERAS позволил сократить сроки госпитализации без увеличения повторных госпитализаций, при лучшем контроле над болью [16, 17], снизить частоту побочных эффектов, связанных с опиоидами, вызвал более быструю мобилизацию и раннее прекращение пациент-контролируемой анальгезии (УУД — 2b, 3b) [16].

Технология ERAS зарекомендовала себя не только в лечении идиопатического сколиоза у детей и подростков [16, 17], но и у взрослых, в том числе со сложными деформациями [15]. В исследовании M. Angus (2019) в группе пациентов, которые проходили лечение по протоколу ERAS, выявили большую удовлетворенность лечением, снижение сроков госпитализации в среднем на 3 дня без риска возможных повторных госпитализаций в ближайшем послеоперационном периоде, экономическую эффективность, а также более высокие оценки персоналом проводимого лечения пациентов [15] (УУД — 2b).

ERAS в хирургии опухолевых поражений позвоночника и спинного мозга. Применение ERAS наиболее актуально у онкологических больных. В случае необходимости проведения операции на позвоночнике и спинном мозге с использованием ERAS такие пациенты быстрее проходят реабилитацию и успешнее восстанавливаются после операции для проведения дальнейшей терапии. Стоит акцентировать внимание, что методы

MISS теперь настоятельно рекомендуются для больных с онкологическим поражением позвоночника [5].

Так, в одном из первых исследований о применении ERAS в хирургии метастатических поражений позвоночника и спинного мозга R.M. Gras и соавт. [26] (см. табл. 3) продемонстрировали эффективность данной технологии в контроле послеоперационного болевого синдрома на фоне снижения потребления опиоидов. Однако наряду с сопоставимыми сроками госпитализации в группе ERAS отмечались несколько большая частота повторных госпитализаций на протяжении 1-го месяца после выписки (14,6 % против 8,9 % контрольной группы), а также более высокий уровень послеоперационных осложнений (31,7 % против 17,9 % контрольной группы). Авторы связывают данные факты с тяжестью и неконтролируемостью основного онкологического заболевания [26] (УУД — 3b).

В недавнем проспективном рандомизированном контролируемом исследовании B. Liu и соавт. [27] исследователи пришли к выводу, что внедрение протокола ERAS в хирургическое лечение интраспинальных опухолей эффективно и безопасно — проходит без увеличения частоты осложнений и необходимости проведения повторной операции (см. табл. 3). При этом сокращение сроков госпитализации связано и коррелировало с рядом факторов, к которым относятся: предоперационная углеводная «загрузка» (углеводный напиток за 2 ч перед операцией), использование рассасывающегося материала при ушивании раны, избегание использования дренажей, раннее удаление мочевых катетеров, энтеральная нагрузка и мобилизация пациента (УУД — 3b). Перечисленные меры, включая комплексный периоперационный уход, способствуют снижению стресс-реакции на операцию, поддержанию гомеостаза и закономерно приводят к улучшению клинических результатов [1].

ERAS: ключевые элементы и периоды. В рассматриваемых публикациях среднее число применяемых ключевых элементов протокола ERAS составило 13,7 (от 5 до 24). Такой разброс может быть обусловлен тем, что до сих пор нет единого протокола ERAS в спинальной хирургии, а также тем, что в популяции пациентов существуют большие различия в хирургии позвоночника, что диктует необходимость создания разных протоколов ERAS в зависимости от типа заболевания [5]. Так V.E. Staartjes и соавт. сообщили о наибольшем расхождении в сроках госпитализации пациентов с грыжей диска (98 % из них выписаны через 1 день) и прооперированных в технике Mi-TLIF (только 22 % пациентов выписаны через 1 день) [28]. Реализация различных элементов ERAS осуществляется в рамках пред-, интра- и послеоперационного периодов [6, 29–32].

Предоперационный период. Предоперационные элементы протокола ERAS направлены на подготовку

физического и функционального статусов пациента, а также включают в себя ознакомление с планируемым оперативным лечением и дальнейшим восстановлением [32].

Интраоперационный период. Прилагаются интраоперационные усилия для уменьшения негативного ответа на хирургическое лечение, а именно: использование малоинвазивной техники, местная регионарная или внутривенная анестезия (отказ от общей), адекватное комбинированное обезболивание с ограничением (или отказом) от применения опиоидов, избегание катетеризации мочевого пузыря [5]. Стресс, возникающий в ответ на серьезное хирургическое вмешательство, характеризуется фундаментальными метаболическими изменениями, которые приводят к иммуносупрессии, гиперкоагуляции, воспалительным реакциям, усилению катаболических процессов и выработке свободных радикалов и цитокинов. Данные патофизиологические изменения обусловлены изменением работы внутренних органов и приводят к нежелательным послеоперационным осложнениям, выраженному болевому синдрому, истощению, длительному восстановлению, а также возможному развитию у части пациентов синдрома послеоперационной когнитивной дисфункции, который связан с повышенным риском смертности в послеоперационном периоде [5, 24, 33]. Очевидно, что мероприятия, направленные на уменьшение хирургического стресса, чрезвычайно важны.

Послеоперационный период и амбулаторное наблюдение. В послеоперационном периоде цель ERAS состоит в том, чтобы помочь пациенту восстановить нормальный уровень активности. В это время крайне важен командный подход в реализации протокола лечения ERAS обученными специалистами, которые играют существенную роль в послеоперационном уходе за пациентом, включающем раннюю мобилизацию и работу с реабилитологом, уход за раной и удаление дренажа, адекватное обезболивание и ограниченное применение опиоидов, раннюю энтеральную нагрузку и профилактику кишечной непроходимости, а также активное амбулаторное наблюдение [5, 15, 20, 32, 34].

Обзорные работы, посвященные технологии ERAS в спинальной нейрохирургии. На момент литературного поиска выявлено 6 обзорных работ, посвященных технологии ERAS в спинальной нейрохирургии [3–6, 35, 36]. Из них только 4 представляют систематические обзоры литературы [3–5, 35].

Отличительная черта нашей работы по сравнению с рассматриваемыми — создание сводной таблицы по ключевым элементам ERAS в рамках периоперационного периода (см. табл. 2), которая синтезирована на основе анализа опубликованной литературы. Анализ рассматриваемых протоколов ERAS и их эффективности проводился в зависимости от раздела спинальной нейрохирургии (деформации, дегенеративные и опухолевые заболевания позвоночника). Отдельное внимание в нашем обзоре уделено рассмотрению

влияния технологии ERAS на осложнения и их структуру по сравнению с группой контроля.

Насколько известно, данный систематический обзор литературы — первый в отечественной литературе, который посвящен технологии ERAS в спинальной нейрохирургии.

Ограничения данного обзора. У проведенного систематического обзора существует несколько ограничений:

- риск систематической ошибки и, возможно, неполный объем выявленных публикаций, так как авторы анализировали только статьи, размещенные в базе данных PubMed, eLibrary, и не проводили поиск в Cochrane databases, Embase, MEDLINE и др.;
- на первоначальном этапе литературный поиск и отбор публикаций вел один исследователь, что может повлиять на риск систематической ошибки;
- у 5 публикаций [37–41], формально подходящих по содержанию абстракта, не удалось найти в силу разных причин полнотекстовые варианты статьи, в связи с чем они не включены в анализ;
- сводная таблица (см. табл. 2) по ключевым элементам ERAS может не учитывать какие-либо элементы, так как авторы основывались на анализе рассматриваемых публикаций и доступной литературы.

Несмотря на это, данный обзор, анализирующий публикации по рассматриваемой тематике, может стать основой для проведения дальнейших стандартизированных исследований, а также помочь организаторам здравоохранения в принятии решения о внедрении в клиническую практику протокола ERAS в спинальной нейрохирургии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные проведенного систематического обзора литературы убедительно демонстрируют, что технология ERAS в спинальной нейрохирургии — многообещающий эффективный инструмент. Внедрение в клиническую практику ERAS-программы показывает позитивные результаты:

- сокращение сроков госпитализации и реабилитации на фоне сохранения или повышения у пациентов и медперсонала удовлетворенности результатами лечения;
- сокращение времени операции и кровопотери;
- снижение выраженности послеоперационного болевого синдрома и лучший контроль над болью;
- уменьшение использования опиоидов и связанных с ними побочных эффектов, приема противорвотных средств;
- снижение частоты мочевых, инфекционных и тромбоэмболических осложнений;
- уменьшение общей стоимости лечения.

Текущие сведения о применении технологии ERAS в хирургии позвоночника в абсолютном большинстве ограничиваются ретроспективными

нерандомизированными наборами данных. В связи с этим необходимы дальнейшие проспективные рандомизированные исследования для объективизации

полученных данных и разработки эффективных научно-обоснованных протоколов ERAS для различных разделов спинальной нейрохирургии.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Ljungqvist O., Scott M., Fearon K.C. Enhanced recovery after surgery: A review. *JAMA Surg* 2017;152(3):292–8. DOI: 10.1001/jamasurg.2016.4952.
2. Kehlet H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation. *Br J Anaesth* 1997;78(5):606–17. DOI: 10.1093/bja/78.5.606.
3. Burgess L.C., Arundel J., Wainwright T.W. The effect of preoperative education on psychological, clinical and economic outcomes in elective spinal surgery: A systematic review. *Healthcare (Basel)* 2019;7(1):48. DOI: 10.3390/healthcare7010048.
4. Elsarrag M., Soldozy S., Patel P. et al. Enhanced recovery after spine surgery: A systematic review. *Neurosurg Focus* 2019;46(4):E3. DOI: 10.3171/2019.1.FOCUS18700.
5. Dietz N., Sharma M., Adams S. et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) for spine surgery: A systematic review. *World Neurosurg* 2019;130:415–26. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.06.181.
6. Corniola M.V., Debono B., Joswig H. et al. Enhanced recovery after spine surgery: Review of the literature. *Neurosurg Focus* 2019;46(4):E2. DOI: 10.3171/2019.1.FOCUS18657.
7. Debono B., Sabatier P., Garnault V. et al. Outpatient lumbar microdiscectomy in France: From an economic imperative to a clinical standard—an observational study of 201 cases. *World Neurosurg* 2017;106:891–7. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.07.065.
8. Chin K.R., Ricchetti E.T., Yu W.D. et al. Less exposure surgery for multilevel anterior cervical fusion using 2 transverse incisions. *J Neurosurg Spine* 2012;17(3):194–8. DOI: 10.3171/2012.5.SPINE111112.
9. Carr D.A., Saigal R., Zhang F. et al. Enhanced perioperative care and decreased cost and length of stay after elective major spinal surgery. *Neurosurg Focus* 2019;46(4):E5. DOI: 10.3171/2019.1.FOCUS18630.
10. Wang M.Y., Lerner J., Lesko J., McGirt M.J. Acute hospital costs after minimally invasive versus open lumbar interbody fusion: Data from a US national database with 6106 patients. *J Spinal Disord Tech* 2012;25(6):324–8. DOI: 10.1097/BSD.0b013e318220be32.
11. Nasser R., Yadla S., Maltenfort M.G. et al. Complications in spine surgery. *J Neurosurg Spine* 2010;13(2):144–57. DOI: 10.3171/2010.3.SPINE09369.
12. Carreon L.Y., Puno R.M., Dimar J.R. 2nd et al. Perioperative complications of posterior lumbar decompression and arthrodesis in older adults. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85(11):2089–92. DOI: 10.2106/00004623-200311000-00004.
13. Yadla S., Maltenfort M.G., Ratliff J.K., Harrop J.S. Adult scoliosis surgery outcomes: A systematic review. *Neurosurg Focus* 2010;28(3):E3. DOI: 10.3171/2009.12.FOCUS09254.
14. Moher D., Liberati A., Tetzlaff J. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Med* 2009;6(7): e1000097. DOI: 10.1371/journal.pmed.1000097.
15. Angus M., Jackson K., Smurthwaite G. et al. The implementation of enhanced recovery after surgery (ERAS) in complex spinal surgery. *J Spine Surg* 2019;5(1):116–23. DOI: 10.21037/jss.2019.01.07.
16. Gornitzky A.L., Flynn J.M., Muhly W.T., Sankar W.N. A rapid recovery pathway for adolescent idiopathic scoliosis that improves pain control and reduces time to inpatient recovery after posterior spinal fusion. *Spine Deform* 2016;4(4):288–95. DOI: 10.1016/j.jspd.2016.01.001.
17. Muhly W.T., Sankar W.N., Ryan K. et al. Rapid recovery pathway after spinal fusion for idiopathic scoliosis. *Pediatrics* 2016;137(4) e20151568. DOI: 10.1542/peds.2015-1568.
18. Ali Z.S., Flanders T.M., Ozturk A.K. et al. Enhanced recovery after elective spinal and peripheral nerve surgery: Pilot study from a single institution. *J Neurosurg* 2019;30(4):532–40. DOI: 10.3171/2018.9.SPINE18681.
19. Debono B., Sabatier P., Boniface G. et al. Implementation of enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol for anterior cervical discectomy and fusion: A propensity score-matched analysis. *Eur Spine J* 2021; 30(2):560–7. DOI: 10.1007/s00586-020-06445-0.
20. Feng C., Zhang Y., Chong F. et al. Establishment and implementation of an enhanced recovery after surgery (ERAS) pathway tailored for minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion surgery. *World Neurosurg* 2019;129:e317–23. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.05.139.
21. Li J., Li H., Xu Z.K. Enhanced recovery care versus traditional care following laminoplasty: A retrospective case-cohort study. *Medicine (Baltimore)* 2018;97(48):e13195. DOI: 10.1097/MD.00000000000013195.
22. Smith J., Probst S., Calandra C. et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) program for lumbar spine fusion. *Perioper Med (Lond)* 2019;8:4. DOI: 10.1186/s13741-019-0114-2.
23. Wang M.Y., Chang H.K., Grossman J. Reduced acute care costs with the ERAS® minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion compared with conventional minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion. *Neurosurgery* 2018;83(4):827–34. DOI: 10.1093/neuros/nyx400.
24. Wang P., Wang Q., Kong C. et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) program for elderly patients with short-level lumbar fusion. *J Orthop Surg Res* 2020;15(1):299. DOI: 10.1186/s13018-020-01814-3.
25. Nazarenko A.G., Kononov N.A., Krutko A.V. et al. Postoperative applications of the fast track technology in patients with herniated intervertebral discs of the lumbosacral spine. *Zh Vopr Neirokhir Im N N Burdenko* 2016;80(4):5–12. DOI: 10.17116/neiro20168045-12.
26. Grasu R.M., Cata J.P., Dang A.Q. et al. Implementation of an enhanced recovery after spine surgery program at a large cancer center: A preliminary analysis. *J Neurosurg Spine* 2018;29(5):588–98. DOI: 10.3171/2018.4.SPINE171317.
27. Liu B., Liu S., Wang Y. et al. Enhanced recovery after intraspinal tumor surgery: A single-institutional randomized controlled study. *World Neurosurg* 2020;136:e542–52. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.01.067.
28. Staartjes V.E., de Wispelaere M.P., Schröder M.L. Improving recovery after elective degenerative spine surgery: 5-year experience with an enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol. *Neurosurg Focus* 2019;46(4):E7. DOI: 10.3171/2019.1.FOCUS18646.
29. Mesfin F.B., Hoang S., Ortiz Torres M.J. et al. Retrospective data analysis and literature review for a development of enhanced recovery after surgery pathway for anterior cervical discectomy and fusion. *Cureus* 2020;12(2):e6930. DOI: 10.7759/cureus.6930.

30. Turchini M., Del Naja C, Tancredi A. Enhanced recovery after surgery: A patient centered process. *J Vis Surg* 2018;4(2):40. DOI: 10.21037/jovs.2018.01.20.
31. Wang M.Y., Chang P.Y., Grossman J. Development of an enhanced recovery after surgery (ERAS) approach for lumbar spinal fusion. *J Neurosurg Spine* 2017;26(4):411–8. DOI: 10.3171/2016.9.SPINE16375.
32. Ali Z.S., Ma T.S., Ozturk A.K. et al. Pre-optimization of spinal surgery patients: Development of a neurosurgical enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol. *Clin Neurol Neurosurg* 2018;164:142–53. DOI: 10.1016/j.clineuro.2017.12.003.
33. 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;31(6):894–901. DOI: 10.3171/2019.4.SPINE184.
34. Brusko G.D., Kolcun J.P.G., Heger J.A. et al. Reductions in length of stay, narcotics use, and pain following implementation of an enhanced recovery after surgery program for 1- to 3-level lumbar fusion surgery. *Neurosurg Focus* 2019;46(4):E4. DOI: 10.3171/2019.1.FOCUS18692.
35. Tong Y., Fernandez L., Bendo J.A., Spivak J.M. Enhanced recovery after surgery trends in adult spine surgery: A systematic review. *Int J Spine Surg* 2020;14(4):623–40. DOI: 10.14444/7083.
36. Wainwright T.W., Immins T., Middleton R.G. Enhanced recovery after surgery (ERAS) and its applicability for major spine surgery. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2016;30(1):91–102. DOI: 10.1016/j.bpa.2015.11.001.
37. Adeyemo E.A., Aoun S.G., Barrie U. et al. Enhanced recovery after surgery reduces postoperative opioid use and 90-day readmission rates after open thoracolumbar fusion for adult degenerative deformity. *Neurosurgery* 2021;88(2):295–300. DOI: 10.1093/neuros/nyaa399.
38. Flanders T.M., Ifrach J., Sinha S. et al. Reduction of postoperative opioid use after elective spine and peripheral nerve surgery using an enhanced recovery after surgery program. *Pain Med* 2020;21(12):3283–91. DOI: 10.1093/pm/pnaa233.
39. Yang Y., Wu X., Wu W. et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) pathway for microendoscopy-assisted minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion. *Clin Neurol Neurosurg* 2020;196:106003. DOI: 10.1016/j.clineuro.2020.106003.
40. Ifrach J., Basu R., Joshi D.S. et al. Efficacy of an enhanced recovery after surgery (ERAS) pathway in elderly patients undergoing spine and peripheral nerve surgery. *Clin Neurol Neurosurg* 2020;197:106115. DOI: 10.1016/j.clineuro.2020.106115.
41. d'Astorg H., Fiere V., Dupasquier M. et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol reduces LOS without additional adverse events in spine surgery. *Orthop Traumatol Surg Res* 2020;106(6):1167–73. DOI: 10.1016/j.otsr.2020.01.017.

Вклад авторов:

А.П. Сайфуллин: сбор и обработка материала, анализ данных, разработка концепции и дизайна исследования, статистическая обработка данных, научное редактирование статьи;

А.Я. Алейник: разработка дизайна исследования, анализ данных, научное редактирование статьи;

А.Е. Боков: научное редактирование статьи, анализ данных;

Ю.А. Израелян: научное редактирование статьи, анализ данных;

С.Г. Млявях: разработка дизайна исследования, анализ данных, научное редактирование статьи.

Authors' contributions

A.P. Sayfullin: obtaining data for analysis, performed data analysis, research idea and design, statistical analysis, scientific editing of the article;

A.Ya. Aleynik: research design, performed data analysis, scientific editing of the article;

A.E. Bokov: scientific editing of the article, performed data analysis;

Yu.A. Israelyan: scientific editing of the article, performed data analysis;

S.G. Mlyavykh: research design, performed data analysis, scientific editing of the article.

ORCID авторов / ORCID of authors

А.П. Сайфуллин / A.P. Sayfullin: <https://orcid.org/0000-0003-0108-398X>

А.Я. Алейник / A.Ya. Aleynik: <https://orcid.org/0000-0002-1761-1022>

А.Е. Боков / A.E. Bokov: <https://orcid.org/0000-0002-5203-0717>

Ю.А. Израелян / Yu.A. Israelyan: <https://orcid.org/0000-0002-4480-1884>

С.Г. Млявях / S.G. Mlyavykh: <https://orcid.org/0000-0002-6310-4961>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Статья поступила: 21.12.2020. Принята к публикации: 26.10.2021.

Article submitted: 21.12.2020. Accepted for publication: 26.10.2021.