



# ТЕХНОЛОГИЯ УСКОРЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ В СПИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

## Систематический обзор литературы

А.П. Сайфуллин, А.Е. Боков, А.Я. Алеиник, Ю.А. Израелян, С.Г. Млявях

Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Россия

**Цель исследования.** Систематический обзор литературы, рассматривающей применение технологии ускоренного восстановления (ERAS) после операции в спинальной хирургии детей и подростков, для определения существующих доказательств и эффективности внедрения ERAS в клиническую практику.

**Материал и методы.** Авторы провели систематический обзор литературы по ERAS в хирургии позвоночника и спинного мозга у детей и подростков, отобранной в базах данных медицинской литературы и поисковых ресурсов PUBMED/MEDLINE, Google Scholar, Cochrane Library и eLibrary согласно рекомендациям PRISMA и критериям включения и исключения PICOS.

**Результаты.** Проанализировано 12 публикаций, содержащих информацию о лечении 2145 детей, средний возраст которых составил 14,0 лет (от 7,2 до 16,1). В рассматриваемых публикациях среднее количество ключевых элементов программы ERAS составило 9 (от 2 до 20), а всего выделено 23 элемента, которые применяются в спинальной хирургии у детей и подростков. Наиболее часто применяемыми элементами стали предоперационное обучение и консультирование, профилактика инфекционных осложнений и кишечной непроходимости, мультимодальная анальгезия, отказ от рутинного использования дренажей, назогастральных зондов и мочевых катетеров, стандартизированный протокол анестезии, ранняя мобилизация и энтеральная нагрузка. Внедрение в клиническую практику ERAS-протокола позволило, по сравнению с группой контроля, снизить уровень осложнений на 8,2 % (от 2 до 19 %), объем кровопотери — на 230 мл (от 75 до 427 мл), время операции — на 83 мин (от 23 до 144 мин), сроки госпитализации — на 1,5 дня (от 0,5 до 3 сут) и общую стоимость лечения — на 2258,5 доллара (от 860 до 5280 долларов). ERAS-программа была реализована в детских клиниках США (75 %), Франции (8 %) и Канады (17 %).

**Заключение.** По данным проведенного систематического обзора литературы мы пришли к мнению, что технология ускоренного восстановления после операции (ERAS) является многообещающей технологией, улучшающей результаты хирургического лечения и применимой в детской практике. Существует ощутимая нехватка опубликованных исследований, оценивающих внедрение ERAS в детскую хирургическую практику в целом, и в хирургии позвоночника в частности, в связи с чем требуются дальнейшие проспективные рандомизированные исследования для оценки ERAS в спинальной хирургии детей и подростков.

**Ключевые слова:** технологии ускоренного восстановления после операции, дети, fast track, спинальная нейрохирургия, вертебрология, хирургия позвоночника.

Для цитирования: Сайфуллин А.П., Боков А.Е., Алеиник А.Я., Израелян Ю.А., Млявях С.Г. Технология ускоренного восстановления в спинальной хирургии у детей и подростков: систематический обзор литературы // Хирургия позвоночника. 2021. Т. 18. № 4. С. 6–27.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2021.4.6-27>.

## ENHANCED RECOVERY AFTER SURGERY IN PEDIATRIC SPINE SURGERY: SYSTEMATIC REVIEW

A.P. Saifullin, A.E. Bokov, A.Ya. Aleynik, Yu.A. Israelyan, S.G. Mlyavykh

Privalzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

**Objective.** To conduct a systematic review of the literature on the use of enhanced recovery after surgery (ERAS) protocols in spinal surgery of children and adolescents to determine the existing evidence of the effectiveness of ERAS implementation in clinical practice.

**Material and Methods.** The authors conducted a systematic review of the literature on ERAS in spinal and spinal cord surgery in children and adolescents selected in the databases of medical literature and search resources of PUBMED/MEDLINE, Google Scholar, Cochrane Library and eLibrary according to the PRISMA guidelines and the PICOS inclusion and exclusion criteria.

**Results.** A total of 12 publications containing information on the treatment of 2,145 children, whose average age was 14.0 years (from 7.2 to 16.1), were analyzed. In the reviewed publications, the average number of key elements of the ERAS program was 9 (from 2 to 20), and a total of 23 elements used in spinal surgery in children and adolescents were identified. The most commonly used elements were preoperative education and counseling, prevention of infectious complications and intestinal obstruction, multimodal analgesia, refusal of routine use of drains, nasogastric probes and urinary catheters, standardized anesthesia protocol, early mobilization and enteral loading. The introduction of the ERAS protocol into clinical practice allowed to reduce the complication rate in comparison with the control group by 8.2 %

(from 2 to 19 %), the volume of blood loss by 230 ml (from 75 to 427 ml), the operation time by 83 minutes (from 23 to 144 minutes), the duration of hospitalization by 1.5 days (from 0.5 to 3 days) and the total cost of treatment by 2258.5 dollars (from 860 to 5280 dollars). The ERAS program was implemented in pediatric clinics in the USA (75 %), France (8 %) and Canada (17 %).

**Conclusion.** The conducted systematic review of the literature allows us to conclude that the technology of enhanced recovery after surgery is a promising technology that improves surgical outcomes and is applicable in pediatric practice. There is a significant shortage of published studies evaluating the implementation of ERAS in pediatric surgical practice in general, and in spinal surgery in particular, which requires further prospective randomized studies to evaluate ERAS in spinal surgery in children and adolescents.

**Key Words:** enhanced recovery after surgery, ERAS, fast-track, spinal neurosurgery, spine surgery, children, vertebrology.

Please cite this paper as: Saifullin AP, Bokov AE, Aleynik AY, Israelyan YuA, Mlyavikh SG. Enhanced recovery after surgery in pediatric spine surgery: systematic review. *Hir. Pozvonoc.* 2021;18(4):6–27. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2021.4.6-27>.

Технология ускоренного восстановления после операции (Enhanced Recovery After Surgery – ERAS), более известная ранее как Fast track surgery, Accelerated recovery или Rapid Recovery Pathway, – это современная мультимодальная концепция периоперационного ведения пациентов, основанная на научно-обоснованных практиках. ERAS-программа (протокол) включает в себя следующее [1–4]:

- информирование, обучение и активное вовлечение пациента на всех этапах лечения, достижение высокого уровня комплаенса;
- минимизация метаболических последствий и осложнений в ответ на хирургический стресс за счет адекватного контроля боли и активной реабилитации со стремлением достижения физической автономности пациента;
- планирование и организация выписки, а также активное послеоперационное наблюдение.

Объединение научно-обоснованных практик (элементов программы ERAS) в единую структуру дает возможность организовать целую систему оказания медицинской помощи, что позволяет достичь лучших функциональных результатов, повысить удовлетворенность результатами лечения и качество оказания медицинской помощи, сократить сроки госпитализации и осложнений на 30–50 %, свести к минимуму различия в оказании периоперационной помощи в различных медицинских учреждениях, снизить расходы на здравоохранение [1, 2, 5–11].

Концепция ERAS была разработана и введена датским профессором

Henrik Kehlet, который еще в 1997 г. заложил и обосновал принципы Fast Track в колоректальной хирургии [12]. В 2010 г. было создано ERAS® Society (<https://erassociety.org>), которое занимается разработкой научно-обоснованных ERAS-протоколов. Они уже активно внедрены во многих направлениях хирургии в странах Европы и США. Для хирургии позвоночника ERAS является относительно новой парадигмой, в связи с чем в последние годы отмечается рост публикаций по этой теме [7, 8, 13]. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что ERAS-программа безопасна и эффективна для взрослых и детей [2, 4–6, 14]. В 2021 г. был опубликован первый утвержденный ERAS-протокол для спинальной хирургии у взрослых по проведению межтелового спондилодеза поясничного отдела позвоночника [2]. Однако количество работ, посвященных реализации ERAS-программы в спинальной хирургии у детей, крайне ограничено. Это обуславливает необходимость дальнейших исследований, чтобы определить, может ли ERAS быть востребована и полезна в детской спинальной хирургии.

Цель исследования – проведение систематического обзора литературы, рассматривающей применение технологии ускоренного восстановления после операции в спинальной хирургии детей и подростков, для определения существующих доказательств и эффективности внедрения ERAS в клиническую практику.

Дизайн исследования – систематический обзор литературы.

Уровень доказательности исследования – 2а.

## Материал и методы

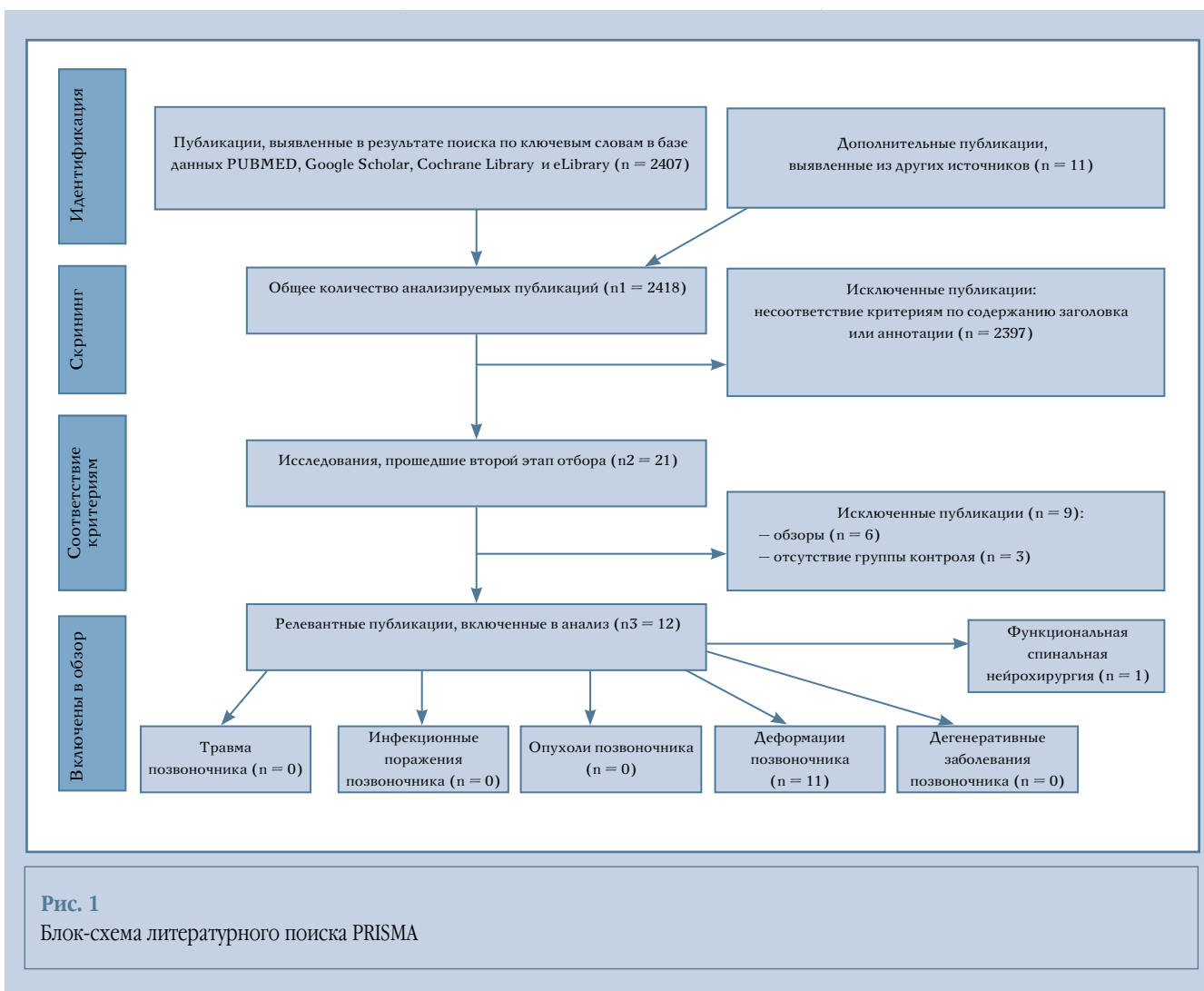
Авторы провели систематический обзор источников по ERAS в хирургии позвоночника и спинного мозга у детей и подростков с использованием основных баз данных медицинской литературы и поисковых ресурсов PUBMED/MEDLINE, Google Scholar, Cochrane Library и eLibrary (табл. 1) согласно рекомендациям PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) [15].

На первом этапе информационный поиск (рис. 1) проводили с использованием следующих ключевых слов: «enhanced recovery after surgery», «ERAS», «spine/neurosurgery», «children», «технология ускоренного восстановления после операции», «fast track», «дети», «спинальная хирургия/хирургия позвоночника». Последний отбор публикаций был проведен 4 марта 2021 г. Рассматривали статьи только на русском и английском языках. Были учтены списки литературы в отобранных статьях. На первом этапе поиска было найдено 2418 статей за 1993–2021 гг. На втором этапе провели анализ по названиям и резюме публикаций на соответствие критериям включения и исключения PICOS, а также исключение дублирующих работ. На третьем этапе изучали и анализировали отобранные полнотекстовые статьи. В отечественной литературе публикаций по рассматриваемой тематике найдено не было.

Таблица 1

PICOS — критерии включения и исключения

Элементы PICOS	Критерии включения	Критерии исключения
Участники	Дети и подростки младше 18 лет после операции на позвоночнике	Взрослые старше 18 лет; пациенты с травмой без операции
Вмешательство	Операции на шейном, грудном и пояснично-крестцовом уровнях позвоночника; ERAS в хирургии деформаций, онкологических, дегенеративных и инфекционных и травматических поражений позвоночника, а также функциональная спинальная нейрохирургия	Не менее двух элементов ERAS
Сравнение	Группа ERAS и контрольная группа	
Результат	Клиническая (оценка боли, осложнения и др.) и экономическая (сроки госпитализации, расходы и др.); применение ERAS в спинальной хирургии у взрослых и детей	
Дизайн исследования	Рандомизированные и нерандомизированные; проспективные и ретроспективные	Клинические случаи; исторические исследования
Публикации	Публикации на английском и русском языках; полнотекстовые	Неопубликованные исследования; протоколы; тезисы



## Результаты

Согласно критериям включения и исключения было проанализировано 12 публикаций (табл. 2), рассматривающих применение технологии ERAS в хирургии деформаций позвоночника ( $n = 11$ ) и в функциональной спинальной нейрохирургии ( $n = 1$ ). Статей, посвященных применению ERAS в хирургии инфекционных, опухолевых и дегенеративных поражений, а также травме позвоночника, на момент литературного поиска найдено не было.

Данные исследования содержали информацию о лечении 2145 детей, средний возраст которых (рис. 2) на момент проведения хирургического лечения составил 14,0 лет (от 7,2 до 16,1). ERAS-протокол применяли в лечении детей с подростковым идиопатическим сколиозом [16–25], а также с нервно-мышечным сколиозом [26] и детским церебральным параличом [26, 27]. Выбранной хирургической тактикой лечения стала дорсальная селективная ризотомия [27] в одном исследовании, а во всех остальных – коррекция деформации позвоночника, спондилодез и транспедикулярная фиксация.

Все рассматриваемые публикации носили нерандомизированный характер и были опубликованы в последние 7 лет (с 2014 по 2021 г.). Большинство исследований были ретроспективными, с 3b-уровнем убедительности доказательств (рис. 3). ERAS-программа была реализована в большинстве случаев в детских клиниках США [17–21, 23–27], а также Франции [22] и Канады [16, 19].

**Ключевые элементы ERAS.** В рассматриваемых публикациях среднее количество ключевых элементов протокола ERAS составило 9 (от 2 до 20). Всего было выделено 24 элемента (предоперационный период – 6, интра- – 9, пост- – 9), которые применяются в спинальной хирургии у детей и подростков (рис. 4, табл. 2). Самыми применяемыми элементами (табл. 3) стали следующие:

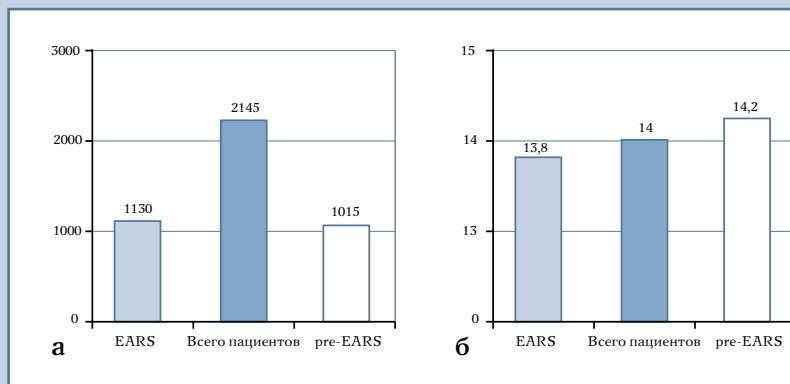
- предоперационный период: предоперационное обучение

- и консультирование (58 %), профилактика инфекционных осложнений (25 %) и превентивная мультимодальная анальгезия – ММА (25 %);

- интраоперационный период: отказ от рутинного использования дренажей, назогастральных зондов и мочевых катетеров (83 %), ММА (83 %) и стандартизированный протокол анестезии (50 %);

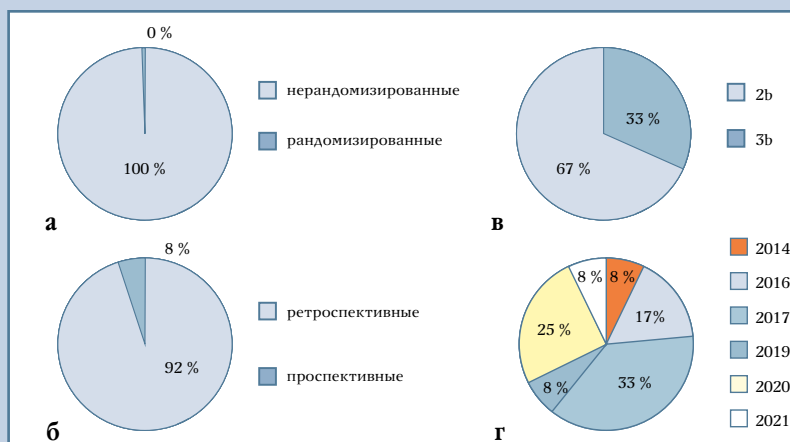
- послеоперационный период: ранняя мобилизация (83 %), послеоперационная ММА (83 %), ранняя энтеральная нагрузка и профилактика кишечной непроходимости (67 %).

**Влияние применения ERAS на осложнения.** Абсолютное большинство исследователей получило меньший уровень осложнений в группе ERAS по сравнению с контрольной pre-ERAS-группой [17, 18, 20, 22–26] на 8,2 % – от 2 % [24] до 19 % [26], в том числе статистически значимое уменьшение [18]. В структуре осложнений для ERAS-групп были менее характерны легочные [26] и желудочно-кишечные осложнения [22, 24]. В отношении раневой инфекции половина авторов получила сопоставимый уровень осложнений в сравниваемых группах



**Рис. 2**

Распределение популяции: **а** – по группам (человек); **б** – по среднему возрасту в группе (лет)



**Рис. 3**

Распределение исследований: **а** – по рандомизации; **б** – по методу сбора данных; **в** – по уровню убедительности доказательств; **г** – по годам

Таблица 2

Сводная таблица исследований, реализующих протокол ERAS в спинальной хирургии у детей и подростков

Авторы	Год, страна	Характеристика исследования	Количество человек (группа)	Возраст пациентов, лет	Анализируемая патология	Проведенные операции	Элементы протокола ERAS, n
Bellaire et al. [26]	2019, США	Ретроспективное нерандомизированное исследование «случай-контроль» — 3b	n = 29 (pre-ERAS)	12,7 ± 3,1	Нервно-мышечный сколиоз, детский церебральный паралич (ДЦП)	Коррекция деформации позвоночника, спондилодез, транспедикулярная фиксация (ТПФ)	9
			n = 42 (ERAS)	12,8 ± 3,1			
DeVries et al. [16]	2020, Канада	Ретроспективное нерандомизированное исследование «случай-контроль» — 3b	n = 113 (pre-ERAS)	15,2 ± 2,0	Подростковый идиопатический сколиоз	Коррекция деформации позвоночника, спондилодез, ТПФ	9
			n = 131 (ERAS)	15,3 ± 1,9			
Fletcher et al. [17]	2014, США	Ретроспективное нерандомизированное исследование «случай-контроль» — 3b	n = 125 (pre-ERAS)	14,7 ± 2,3	Подростковый идиопатический сколиоз	Коррекция деформации позвоночника, спондилодез, ТПФ	9
			n = 154 (ERAS)	14,4 ± 1,9			
Fletcher et al. [18]	2017, США	Ретроспективное нерандомизированное исследование «случай-контроль» — 3b	n = 45 (pre-ERAS)	14,9 ± 1,8	Подростковый идиопатический сколиоз	Коррекция деформации позвоночника, спондилодез, ТПФ	14
			n = 105 (ERAS)	14,1 ± 1,6			
Fletcher et al. [19]	2021, США, Канада	Проспективное двухцентровое нерандомизированное когортное исследование — 2b	n = 73 (pre-ERAS)	16,1 ± 2,1	Подростковый идиопатический сколиоз	Коррекция деформации позвоночника, спондилодез, ТПФ	6
			n = 203 (ERAS)	14,3 ± 2,1			
Gornitzky et al. [21]	2016, США	Ретроспективное нерандомизированное когортное исследование — 2b	n = 80 (pre-ERAS)	15,0 ± 2,3	Подростковый идиопатический сколиоз	Коррекция деформации позвоночника, спондилодез, ТПФ	7
			n = 58 (ERAS)	14,8 ± 2,3			
Julien-Marsollier et al. [22]	2020, Франция	Ретроспективное нерандомизированное когортное исследование — 2b	n = 81 (pre-ERAS)	15,0 ± 2,0	Подростковый идиопатический сколиоз	Коррекция деформации позвоночника, спондилодез, ТПФ	20
			n = 82 (ERAS)	15,3 ± 1,8			

Госпитализация, дни	Количество и структура осложнений, %	Другие результаты	Стоимость лечения
4,9 ± 1,4	Всего 33 % в ERAS против 52 % в pre-ERAS группе, в том числе легочные — 21 % против 38 % соответственно. Не было различий в раневых осложнениях и реоперациях	Статистически значимое снижение сроков госпитализации на 19 % в группе ERAS. Повышение частоты регоспитализации в 30-дневный период в группе ERAS (23,8 % против 7,0 %). Снижение кровопотери в группе ERAS (526 мл против 850 мл)	Нет данных
4,0 ± 1,5			Нет данных
5,2	Не было различий по частоте раневых осложнений (ERAS 3,05% против 2,65%), 30-дневных реопераций и госпитализаций между группами (p > 0,05)	Меньшая кровопотеря в группе ERAS (806 ± 418 мл против 994 ± 606 мл) на фоне большей проведенной коррекции (ERAS 45,8° ± 13,8° против 38,2° ± 12,1°)	Нет данных
3,4			Нет данных
4,3 ± 1,1	15,59 % (ERAS) против 10,4 % (pre-ERAS)	Уменьшение времени операции в группе ERAS (220 ± 45 против 312 ± 68 мин, p < 0,0001). Достоверное снижение кровопотери в группе ERAS (336 ± 313 мл против 763 ± 556 мл, p < 0,0001). Меньшее количество остеотомий (5,2 против 30,1 %, p = 0,03) и имплантатов в группе ERAS. Уменьшение общих затрат на лечение на 33 % в группе ERAS	\$2779
2,9 ± 0,7			\$1885
4,2	7,6 % (ERAS) против 20,0 % (pre-ERAS) — статистически значимо. Сопоставимый уровень раневых инфекций (1,1 % в группе ERAS против 2,2 %) и медицинских осложнений	Меньшее время операции в группе ERAS (187 мин против 235 мин) и объема кровопотери (275 мл против 350 мл соответственно)	Нет данных
2,2			Нет данных
4,8	Раневые осложнения — ERAS 1,5 % против 1,4 % в группе pre-ERAS	Меньшая продолжительность операции (ERAS 2,8 ч против 4,8 ч, p < 0,001) и объем кровопотери (ERAS 240 мл против 500 мл, p < 0,001), при меньшей величине дуги (ERAS 54° против 62°, p < 0,001), протяженности фиксации (ERAS 10,1 ± 2,6 против 11,4 ± 1,6, p < 0,001) и частоты остеотомий (ERAS 46 % против 94 %). Меньший уровень болевого синдрома (ERAS 2,0 против 4,0 по ВАШ). Сопоставимые по качеству восстановления, по срокам возвращения в школу (ERAS 20,0 против 20,5), а родителей детей на работу (ERAS 10,0 против 10,0)	Нет данных
2,2			Нет данных
5,0 ± 0,8	Снижение частоты побочных эффектов в группе ERAS, связанных с опиоидами	В группе ERAS имели 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 аналгезии произошло на 34 % раньше. В группе ERAS удалили мочевые катетеры на 26 % раньше. Отсутствие разницы по регоспитализации в течение первых 30 дней	Нет данных
3,5 ± 0,8			Нет данных
7,0	Частота послеоперационной тошноты и рвоты не различалась между двумя группами, а частота запоров немного снизилась, но значительно в группе ERAS на 3-й день (56,8 % против 70,2 %). Частота раневых инфекций в течение 30 дней после операции была чуть меньше в группе ERAS — 4,9 % против 7,3 %	Интенсивность боли в покое и движении ниже в группе ERAS на 2-й и 3-й день на фоне меньшего потребления опиоидов (на 25 % и 35 % на 2-е и 3-и сут соответственно)	Нет данных
4,0			Нет данных



## Окончание таблицы 2

Авторы	Год, страна	Характеристика исследования	Количество человек (группа)	Возраст пациентов, лет	Анализируемая патология	Проведенные операции	Элементы протокола ERAS, n
Muhly et al. [20]	2016, США	Ретроспективное нерандомизированное исследование «случай-контроль» — 3b	n = 134 (pre-ERAS)	15,0	Подростковый идиопатический сколиоз	Коррекция деформации позвоночника, спондилодез, ТПФ	7
			n = 84 (ERAS)	14,0			
Rao et al. [23]	2017, США	Ретроспективное нерандомизированное исследование «случай-контроль» — 3b	n = 51 (pre-ERAS)	15,0	Подростковый идиопатический сколиоз	Коррекция деформации позвоночника, спондилодез, ТПФ	15
			n = 100 (ERAS-1)	14,9			
			n = 39 (ERAS-2)	13,5			
Raudenbush et al. [24]	2017, США	Ретроспективное нерандомизированное исследование «случай-контроль» — 3b	n = 50 (pre-ERAS)	15	Подростковый идиопатический сколиоз	Коррекция деформации позвоночника, спондилодез, ТПФ	4
			n = 30 (ERAS)	14			
Sanders et al. [25]	2017, США	Ретроспективное нерандомизированное исследование «случай-контроль» — 3b	n = 194 (pre-ERAS)	14,0	Подростковый идиопатический сколиоз	Коррекция деформации позвоночника, спондилодез, ТПФ	7
			n = 90 (ERAS)	14,3			
Shao et al. [27]	2020, США	Ретроспективное нерандомизированное когортное исследование — 2b	n = 40 (pre-ERAS)	7,2 ± 3,6	ДЦП	Дорсальная селективная ризотомия	2
			n = 12 (ERAS)	7,8 ± 5,1			

[16, 18, 19, 24, 25], а также меньший в группе ERAS [22].

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

- снижения объема кровопотери на 230 мл – от 75 мл [18] до 427 мл [17], в том числе статистически значимо [17];

- снижения времени операции на 83 мин – от 23 мин [25] до 144 мин [19];

- обеспечения меньшего [19, 20, 22] или сопоставимого уровня боли (разница менее 1 балла по ВАШ) [20, 23, 25];

- снижение потребления опиоидов [21, 22], в том числе статистически значимо [27], а также связанных с ними побочных эффектов [20, 22];

- снижения сроков госпитализации на 1,5 дня – от 0,5 [27] до 3 сут [22] на фоне статистически незначимого повышения в группе ERAS [25, 26] или сопоставимом уровне регоспитализации [16, 20, 21];

- снижения общей стоимости лечения в среднем на 2258,5 доллара – от 860 [27] до 5280 долларов [25];

- обеспечения большей удовлетворенности и комфорта [23], а также сопоставимой по качеству и срокам

Госпитализация, дни	Количество и структура осложнений, %	Другие результаты	Стоимость лечения
5,7	Сопоставимые оценки болевого синдрома с улучшением в 0 (3,8 против 4,9) и 1 (3,8 против 5) ПОД.	Отсутствие разницы по частоте регоспитализации в течение первых 30 дней	Нет данных
4,0	Нет данных		Нет данных
98,4 ± 27,8 ч	Уменьшение количества осложнений (pre-ERAS: ERAS-1: ERAS-2 = 12:1:3 %)	Средние оценки боли сопоставимы, но чуть ниже в группе ERAS (>1 балла по ВАШ). Большая удовлетворенность комфорт в группах ERAS-1 и ERAS-2 по сравнению с pre-ERAS. Увеличение времени операции (pre-ERAS 2,9 ± 3,7 мин против 4,7 ± 1,0 мин ERAS)	Нет данных
ERAS-1 = 97,4 ± 27,8 ч			Нет данных
ERAS-2 = 84,3 ± 27,7 ч			
4,2	Сопоставимый уровень осложнений: ERAS — 20 % (6 кейсов), из которых больших — 3,3 % (1 глубокая инфекция раны) и малых — 16,7 % (2 прогрессирования неструктуральной дуги, 1 имплант-ассоциированная и 2 поверхностных инфекции раны). В группе контроля — 22 % (11 кейсов), из которых больших осложнений — 6 % (1 гидропневмоторакс, 1 глубокая инфекция раны и 1 синдром верхней мезентеральной артерии), малых — 16 % (1 инфекция мочевыводящих путей, 5 поверхностных инфекций раны (гранулемы) и 2 имплант-ассоциированных инфекции)		Снижение общих средних затрат на 9 % или на 2000\$/случай
3,3			
5,0	Снижение частоты осложнений (ERAS 12,9 % против 5,6 %, p = 0,060). Сопоставимый уровень раневых осложнений (ERAS 3,3 % против 3,6 %, p = 0,91).	Не было статистически значимой разницы по повторной госпитализации (ERAS 4,4 % против 1,5 %, p = 0,213), но отмечаются более частые реоперации в контрольной группе (9,29 % против ERAS 2 %). Не было значимых различий (>1 балла по ВАШ) в оценке уровня болевого синдрома между группами. Уменьшение времени операции (ERAS 275 мин против 252 мин, p = 0,0398). Уменьшение кровопотери (ERAS 479 мл против 586 мл, p = 0,0281)	\$23640
3,7	Частота ранних осложнений в ERAS 2,2 % против 5,2 % в pre-ERAS и поздних осложнений — 3,3 % и 7,7 % соответственно		\$18360
3,5	Статистически значимое снижение потребления опиоидов без увеличения общей стоимости лечения. Не было продемонстрировано статистически значимых различий в дозах противорвотных препаратов, необходимости в опиоидах при выписке, сроках госпитализации и общей стоимости лечения		\$25050 ± 4564
3,0			\$24190 ± 2476

социальной реабилитации детей и их родителей [19].

## Обсуждение

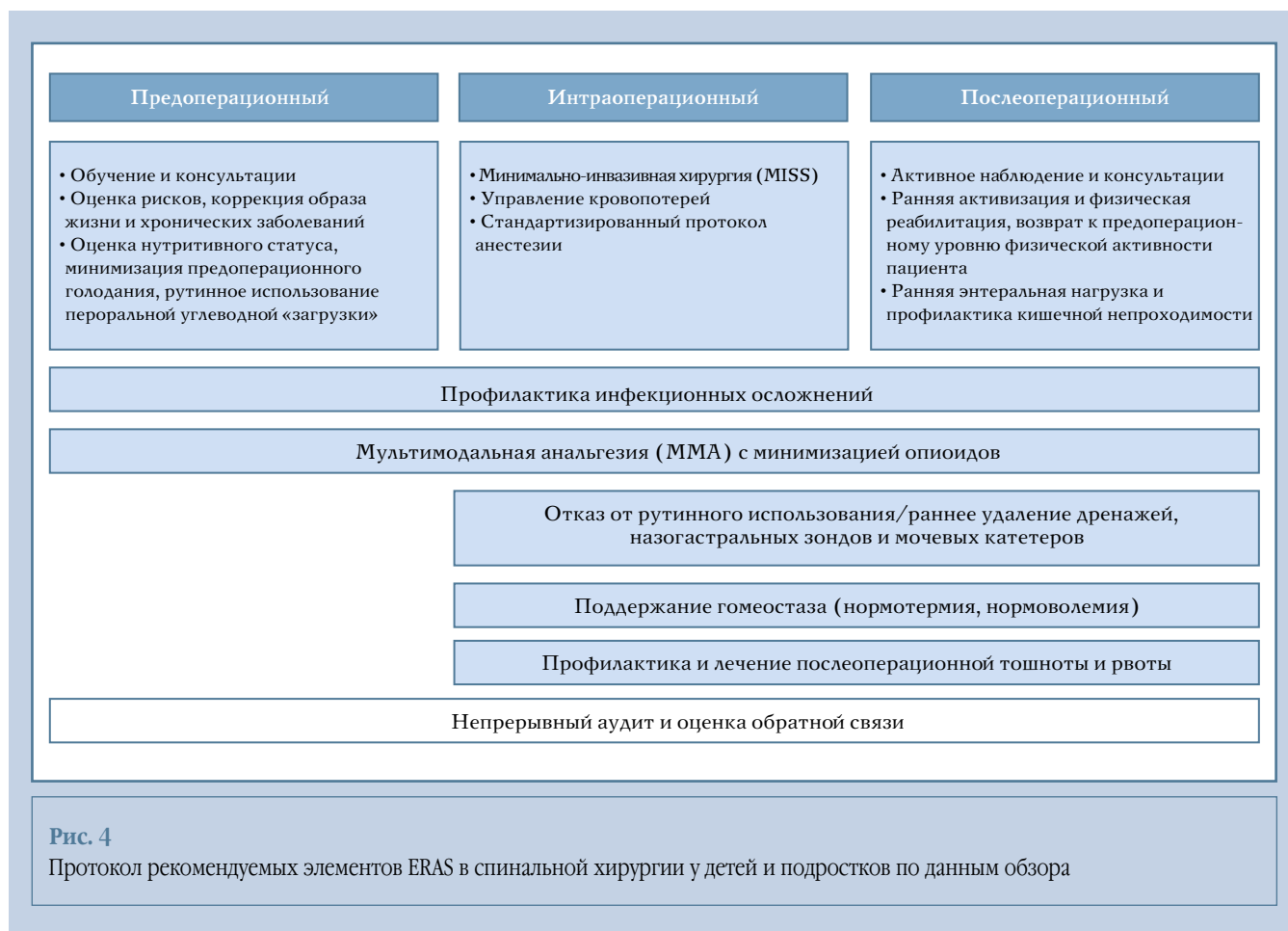
Выявлено только 12 исследований, посвященных реализации протокола ускоренного восстановления (ERAS) в спинальной хирургии у детей и подростков. Более того, на момент литературного поиска нам не удалось найти ни одного обзора в мировой

литературе, в котором был бы проведен анализ по оценке внедрения протокола ERAS в спинальной хирургии у детей. Исключением является работа Pennington et al. [28], в которой проанализированы работы по ERAS только при хирургическом лечении деформаций позвоночника у детей. Авторами выявлено, что внедрение программы ERAS связано со снижением сроков госпитализации на 1,1 сут, меньшим количеством послеоперационных

осложнений, более низкими оценками уровня боли, а также с более ранним прекращением пациент-контролируемой анальгезии [28]. Внедрение программы ускоренного восстановления ERAS при лечении деформаций позвоночника у детей представляет собой еще один шаг в эволюции лечения этой сложной категории пациентов.

В детской хирургии количество публикаций по ERAS-программе также невелико, что многие авторы связыва-





ют с задержкой признания ERAS в данной хирургической отрасли [5, 6, 14, 29]. Несмотря на небольшое количество исследований, посвященных ERAS, существующие данные, что эта программа в детской хирургической практике осуществима, безопасна и эффективна, а также способствует повышению удовлетворенности пациентов и их родителей результатами лечения [2, 4–6, 14, 30].

В 2021 г. целым коллективом авторов во главе с Debono [2] впервые в спинальной хирургии у взрослых были опубликованы официальные рекомендации ERAS®Society для операций с проведением спондилодеза на поясничном отделе позвоночника. В рамках данного консенсуса не только были определены 22 элемента и их рекомендации к включению в протокол, но и представлено качество доказательств и уровень рассматриваемой рекомендации по системе GRADE [31].

В связи с тем что до сих пор ERAS®Society (<https://erassociety.org>) не утвердило ни одного протокола для детской спинальной хирургии, в результате анализа литературы впервые синтезировали таблицу (табл. 3), включающую в себя периоперационные периоды, элементы ERAS-протокола, их обоснование и частоту включения у детей [5–7, 14, 29, 32, 33]. Всего выявлено 24 элемента программы ERAS, которые на текущий момент применяются в спинальной хирургии у детей и подростков по данным проведенного анализа. Стоит обратить внимание, что часть элементов (профилактика инфекционных осложнений, аудит, мультимодальная анальгезия и др.) дублируются в рамках разных периодов оказания медицинской помощи.

По данным нашего обзора, в среднем ERAS-программа включала в себя 9 элементов. В спинальной хирургии у взрослых – 13–19 элементов [9, 34,

35]. Дети и взрослые значительно различаются по типу и возможному объему хирургии, что обусловлено анатомо-физиологическими особенностями, а также разным коморбидным фоном и возможными функциональными нарушениями. Неоднородность возраста и стадии физиологического и неврологического развития детей еще больше затрудняют прямое сравнение и экстраполяцию опыта внедряемых технологий у взрослых в детскую практику. Понимание этих различий позволит наилучшим образом определить и адаптировать «взрослые» протоколы ускоренного восстановления ERAS [5]. Важно понимать, что описанные выше особенности обуславливают необходимость разработки нескольких ERAS-программ в зависимости от возраста ребенка и рассматриваемой патологии [9].

Большее число элементов в протоколах ERAS для взрослых характер-

Таблица 3

Рекомендуемые элементы протокола ERAS в хирургии позвоночника у взрослых и детей [2, 5–7, 14, 29, 32, 33]

Элемент протокола ERAS	Обоснование необходимости элемента	Рекомендации ERAS® Society [2] для взрослых ( $\geq 18$ лет), поясничный спондилодез	Частота включения у детей (по данным обзора)
<i>Предоперационный период</i>			
Предоперационное обучение и консультации	Предоперационное консультирование — базовый элемент ERAS, в ходе которого пациенты получают информацию о предстоящем хирургическом лечении и подготовке к нему, факторах риска и возможных осложнениях, а также об особенностях протекания послеоперационного периода. Все это позволяет подготовить эмоционально пациента, уменьшить предоперационную тревогу и тяжесть послеоперационной боли. Хорошо информированный пациент имеет наиболее благоприятный результат, поэтому реалистичные ожидания должны быть установлены до операции, чтобы избежать последующей неудовлетворенности [34, 39]. Детям нужно предоставлять конкретную информацию, в том числе ожидаемый уровень боли [40]. Предписывающая модель Блаунта рекомендует доносить детям соответствующую информацию перед планированием процедуры и сводить к минимуму новую информацию в день/во время процедуры. Оптимальное время доставки информации очень важно для уменьшения беспокойства и негативных фантазий. Дети старше шести лет должны получать информацию более чем за пять дней, а дети младшего возраста — ближе к началу манипуляции [5]. Поскольку беспокойство родителей в день операции коррелирует с повышенной тревожностью ребенка, важно включить родителей в предоперационный образовательный процесс [41]. Родители подписывают информированное согласие и согласие на участие в программе ERAS. Разъясняются критерии планируемой выписки — полный возврат к прежнему уровню питания, отправления естественных потребностей, успешная мобилизация пациента и контроль болевого синдрома с помощью пероральных анальгетиков [14]	Рекомендуется предоперационное обучение пациентов. Уровень убедительности доказательств (УУД) — низкий. Уровень рекомендаций (УР) — сильный	58 % (7 из 12) [16–18, 22, 23, 25, 26]
Оценка рисков, коррекция образа жизни и хронических заболеваний	Важным является оценка коморбидного статуса, образа жизни и компенсация хронических заболеваний для предотвращения послеоперационных осложнений. К примеру, сахарный диабет у пациента после операции на позвоночнике и спинном мозге коррелирует с высокой частотой инфекционных и иных осложнений, большими медицинскими расходами и повторными госпитализациями в раннем послеоперационном периоде [42]. Предоперационная анемия связана с повышенным риском переливания крови, увеличением сроков госпитализации и частоты регоспитализаций, инфекционных и иных осложнений, а также общей стоимости лечения [43, 44]. В отношении курения и алкоголя следует провести беседу с пациентом с целью отказа от данных привычек, так как это ассоциировано с лучшим заживлением ран, улучшением отдаленных результатов, снижением количества осложнений и смертности. У таких пациентов следует рассмотреть возможность обязательного прекращения курения и потребления алкоголя за 4 недели до и после операции с использованием соответствующих вспомогательных средств и проведением консультации [2, 45]. Продолжение курения после операции на позвоночнике коррелирует с учащением рецидивов грыж диска, повышенным потреблением опиоидов и псевдоартрозом [46, 47]	Пациентам перед проведением поясничного спондилодеза — оценка и коррекция анемии (УУД — низкий, УР — сильный). Рекомендуется комбинированная терапия для отказа от курения, как минимум, за 4 недели до операции (УУД — средний, УР — сильный). Отказ от алкоголя за 4–8 недель перед операциями могут уменьшить послеоперационные осложнения (УУД — средний, УР — сильный)	8 % (1 из 12) [22]

## Продолжение таблицы 3

Элемент протокола ERAS	Обоснование необходимости элемента	Рекомендации ERAS® Society [2] для взрослых ( $\geq 18$ лет), поясничный спондилодез	Частота включения у детей (по данным обзора)
Оптимизация нутритивного статуса, минимизация предоперационного голодания, рутинное использование пероральной углеводной «загрузки»	Оптимизация питания — важный компонент предоперационной подготовки, в ходе которого необходимо провести оценку нутритивного статуса. Недоедание, низкий уровень альбумина, трансферрина и лимфоцитов связаны с повышенным риском инфекций в области хирургического вмешательства, послеоперационных осложнений, увеличением сроков госпитализации, 30-дневной регоспитализации и смертности после операции на позвоночнике [2]. Продолжительное голодание перед операцией усиливает метаболические и иммунные реакции, которые вызывают катаболическое состояние, повышающее инсулинорезистентность и потенциально уменьшающее внутрисосудистый объем. Голодание с полуночи до введения общей анестезии направлено на уменьшение объема и кислотности содержимого желудка во время операции, что снижает риск аспирации легких. Однако эта догма не получила своего эмпирического подтверждения, что было доказано во многих рандомизированных клинических исследованиях [2, 30, 48]. Предоперационная пероральная углеводная терапия (углеводная загрузка) снижает чувство тревоги, голода, инсулинорезистентность, распад белка и частоту послеоперационных осложнений. Углеводный напиток (к примеру, Gatorade или Pedialyte) поддерживает запас гликогена, способствует заживлению ран, повышению общей мышечной силы, более раннему восстановлению функции кишечника и ускоряет выздоровление. Рекомендуется последний прием пищи за 6 ч и жидкости, в том числе углеводного напитка, за 2–3 ч до операции с целью поддержания резервов организма и уменьшения физического напряжения, связанного с длительным наркозом (от 10 мл/кг, но до 200–350 мл) [6, 13, 14, 32, 49, 50]	Пациентам перед проведением поясничного спондилодеза следует пройти предоперационную оценку питания на предмет добавления в рацион пищевых добавок (УУД — низкий, УР — сильный). Для пациентов с низким ИМТ — предоперационная коррекция питания (УУД — низкий, УР — сильный). Вода должна быть разрешена за 2 ч, а твердая пища за 6 ч до индукции общей анестезии (УУД — высокий, УР — сильный). В отношении углеводной загрузки доказательств недостаточно	17 % (2 из 12) [22, 26]
Избегание рутинной механической подготовки кишечника	Сообщаются противоречивые результаты в отношении подготовки кишечника, но исследователи приходят к мнению, что следует избегать гиперосмотической клизмы и проводить изоосмотическую клизму в сочетании с периоперационной антибиотикопрофилактикой, что сводит к минимуму риск инфекционных осложнений без ухудшения выздоровления [51]. Несмотря на то что подобный результат еще не был воспроизведен по данным литературы в педиатрии, нет никаких очевидных причин, по которым его нельзя экстраполировать в детской практике [5]. В отношении предоперационной подготовки кишечника именно в спинальной хирургии также нет однозначного мнения. Liu et al. [52] включили предоперационную подготовку кишечника в свой протокол, проводя глицериновую клизму при хроническом запоре или отсутствии дефекации более 2 дней. Другие авторы отказываются от проведения клизм перед операцией на позвоночнике и приходят к выводу, что подготовка кишечника имеет отрицательный эффект для восстановления [53, 54]	Элемент не включен в протокол на данном этапе	Данный элемент не встретился в рассматриваемых публикациях

## Продолжение таблицы 3

Элемент протокола ERAS	Обоснование необходимости элемента	Рекомендации ERAS® Society [2] для взрослых ( $\geq 18$ лет), поясничный спондилодез	Частота включения у детей (по данным обзора)
Профилактика инфекционных осложнений	Инфекция в области хирургического вмешательства — одно из наиболее часто встречающихся осложнений в детской хирургии, особенно в колоректальной и спинальной хирургии [55]. Научно обоснованными путями решения этой проблемы являются поддержание нормотермии, антисептическая повязка (хлоргексединовая ванна) накануне операции, предоперационные пероральные или внутривенные антибиотики за 60 мин до разреза и каждые 4 ч при длительных операциях, а также методичная обработка операционного поля хлоргекседином и этапная смена перчаток [6, 29, 32, 56]	Антисептическая повязка накануне операции (УУД — низкий, УР — средний). Введение антибиотика широкого спектра действия (охватывающего <i>S. aureus</i> ) с повторным введением при длительных операциях (УУД — высокий, УР — сильный)	25 % (3 из 12) [18, 22, 23]
Избегание рутинного использования седативных препаратов	Пациентам не следует регулярно принимать седативные или анксиолитические препараты перед операцией, поскольку это замедляет выздоровление, может вызвать нейрокогнитивные нарушения и другие побочные эффекты [2, 6, 32, 57]	Не рекомендуется рутинный прием седативных препаратов для снижения тревожности перед операцией (УУД — низкий, УР — сильный)	Данный элемент не встретился в рассматриваемых публикациях
Тромбопрофилактика	В отношении детей младше 10 лет нет единого консенсуса по поводу тромбопрофилактики, но детям в возрасте от 10 до 17 лет предлагается проводить тромбопрофилактику при процедурах более 60 мин и при высоком риске венозных тромбоэмболических осложнений (ВТЭ) — с $\geq 1$ фактора риска (возраст $\geq 14$ лет, неврологический дефицит, ВТЭ, онкология и состояние после операций по поводу травм и деформаций позвоночника в анамнезе, ИМТ $> 30$ ). Таким пациентам следует использовать компрессионные чулки и проводить периодическое пневматическое сжатие нижних конечностей, а также назначать антикоагулянтную терапию [5, 6, 32, 58–60]	Элемент не включен в протокол на данном этапе	Данный элемент не встретился в рассматриваемых публикациях
Превентивная мультимодальная анальгезия (ММА) с минимизацией опиоидов	Оптимизация периоперационного обезболивания за счет включения ММА является стандартом лечения в протоколах ERAS. Этапность ММА в рамках предоперационного (превентивная или упреждающая), интраоперационного и послеоперационного периодов доказала свою эффективность для восстановления в хирургии позвоночника. ММА позволяет сделать пациента более функциональным, готовым к ранней мобилизации и физической реабилитации в послеоперационном периоде [12, 13, 61, 62]. Использование неопиоидных анальгетиков и регионарной анальгезии до индукции наркоза коррелирует со снижением уровня болевого синдрома и необходимости обезболивания. Детям из неопиоидных анальгетиков назначают ацетаминофен, мидозолам, габапентин, лидокаин, кетамин и НПВС. Предпочтительнее внутривенное введение ацетаминофена (максимальная дозировка — 75 мг/кг/сут) по сравнению с ректальным (ненадежная абсорбция и чрезмерно высокие дозы — 35–45 мг/кг). В зависимости от хирургической процедуры и риска послеоперационного кровотечения можно рассмотреть возможность внутривенного введения кеторолака. Его анальгетическая эффективность сопоставима с эффективностью морфина, одновременно он снижает частоту послеоперационной тошноты и рвоты, связанных с опиоидами [6, 13, 32, 63, 64]. Стоит отметить, что в настоящий момент нет убедительных доказательств отрицательного влияния НПВС на заживление костей, а также известно, что краткосрочное использование НПВС в течение 2 недель не влияет на формирование костного блока [65]. См. Интраоперационный период	Рекомендуется рутинное предоперационное введение парацетамола, НПВС и габапентиноидов в рамках ММА (УУД — средний, УР — сильный)	25 % (3 из 12) [20–22]

## Продолжение таблицы 3

Элемент протокола ERAS	Обоснование необходимости элемента	Рекомендации ERAS® Society [2] для взрослых ( $\geq 18$ лет), поясничный спондилодез	Частота включения у детей (по данным обзора)
Предоперационная реабилитация	Предоперационная реабилитация (Prehabilitation) — повышение функциональной способности организма перед операцией для ускорения восстановления функций после операции. В хирургии Prehabilitation включает в себя комплекс упражнений, диетотерапию и психологическую подготовку. Было доказано, что данный элемент способствует восстановлению в общей хирургии [66, 67]	Доказательств недостаточно, чтобы рекомендовать всем пациентам	Данный элемент не встретился в рассматриваемых публикациях
Непрерывный аудит и оценка обратной связи	Мониторинг и регулярная оценка обратной связи на всех этапах лечения помогают оценить удовлетворенность результатом, выраженность болевого синдрома и функциональные возможности пациентов [9, 34, 35, 68], а также обеспечивают успешность внедрения протокола ERAS [69, 70]. Медицинский персонал положительно относится к внедрению ERAS, но считает этот процесс трудным [71], в связи с чем рекомендуется внедрять ERAS мультидисциплинарной командой, придерживаясь строгого соблюдения рекомендаций ERAS для непрерывного повышения качества оказания медицинской помощи [4, 72–75]	Регулярный аудит и оценка обратной связи необходимы для внедрения протоколов ERAS и улучшения качества оказания медицинской помощи (УУД — низкий, УР — сильный)	8 % (1 из 12) [23]
<b>Интраоперационный период</b>			
Минимально-инвазивная хирургия (MISS), современные технологии	Использование методов MISS помогает в быстром восстановлении пациентов после операции и является одним из ключевых элементов программы ERAS. Использование стандартного заднего срединного доступа со скелетированием позвоночника обеспечивает прямой доступ к его задней колонне, однако это способствует развитию мышечной атрофии и формированию длительного локального болевого синдрома в послеоперационном периоде, что приводит к ухудшению функциональных результатов и увеличивает риск осложнений [34, 76]	Хирургическая техника должна определяться в каждом конкретном случае с учетом целей операции, опыта хирурга и технического оснащения стационара (УУД — низкий, УР — сильный)	42 % (5 из 12) [16, 18, 22, 23, 25]
Интраоперационная ММА	См. Преоперационный период. ММА позволяет свести к минимуму потребление опиоидов в послеоперационном периоде, что коррелирует с уменьшением сроков госпитализации, финансовых затрат, количества осложнений и побочных эффектов (тошнота и рвота, зуд, гипералгезия, запоры и послеоперационная кишечная непроходимость, острая толерантность к опиоидам, дыхательная недостаточность и др.). Тем не менее внутривенное введение опиоидов в рамках пациент-контролируемой анальгезии (ПКА) по-прежнему является основой послеоперационной анальгезии, поэтому в случаях, когда все-таки необходимо использование опиоидов, могут быть предприняты попытки включить опиоиды короткого действия (суфентанил) [13, 33, 61, 62]. Более эффективной альтернативой внутривенному введению опиоидов в отношении обезболивания, его длительности и восстановления являются эпидуральный (ЕП) и интратекальный (ИТ) способы введения. У младенцев и детей раннего возраста устанавливают каудальные катетеры, а детям старше 6 лет — эпидуральные, что связано с анатомическим положением крестца по отношению к поясничным позвонкам. Для ЕП через эпидуральный катетер болюсно вводят 10–20 г/кг гидроморфона с последующей инфузией 20 г/мл гидроморфона и 0,1 % бупивакаина с начальной скоростью 0,1–0,2 мл/кг/ч [6, 32, 77]. Cohen et al. [78] для ЕП вводили эпидуральный морфин с пролонгированным высвобождением (EREM) 150 мкг/кг. Для ИТ также применяют морфин после индукции наркоза перед разрезом в дозировке 2–19 мкг/кг (в среднем 14 мкг/кг) с длительностью эффекта до 12,0–18,8 ч. Есть убедительные доказательства, что ИТ введение опиоидов может значительно снизить интраоперационную кровопотерю, хотя данный механизм остается неясным [33, 79].	Для снижения выраженности послеоперационного болевого синдрома следует применять интратекальное введение морфина, эпидуральную анальгезию, локальные блокады или инфильтрацию раны местными анестетиками длительного действия (УУД — высокий, УР — сильный)	83 % (10 из 12) [16–24, 27]

Продолжение таблицы 3

Элемент протокола ERAS	Обоснование необходимости элемента	Рекомендации ERAS® Society [2] для взрослых ( $\geq 18$ лет), поясничный спондилодез	Частота включения у детей (по данным обзора)
	Добавление налоксона может повысить эффективность ИТ инъекции морфина и уменьшить количество осложнений [80]. Кроме того, локальная инфильтрация хирургического разреза местными анестетиками (ропивакаин, бупивакаин) снижает болевой синдром и ускоряет восстановление [7, 54, 81, 82]. Подробные научно-обоснованные рекомендации использования мультимодальной анестезии и ее компонентов с дозировками в спинальной хирургии у детей представлены в недавнем обзоре Lee et al. [12]		
Поддержание гомеостаза (нормотермия, нормоволемия)	Интраоперационное поддержание гомеостаза коррелирует с уменьшением послеоперационных осложнений и с лучшим восстановлением организма [4]. Нормотермия и нормоволемия позволяют сократить послеоперационные респираторные, сердечно-сосудистые и кишечные осложнения, раневые инфекции и сроки госпитализации, а также улучшить функцию дыхания и пищеварения после операции. Нормотермия поддерживается различными способами в диапазоне от 36 до 38 °C (подогретая жидкость для инфузий, одеяла, устройства подогрева циркулирующего воздуха), а нормоволемия — ранний энтеральный прием жидкостей и ограничение внутривенного введения путем проведения целенаправленной жидкостной терапии (GDFT — goaldirected fluid therapy) в сочетании с гемодинамическим мониторингом. Цель GDFT — достижение эуволемии, то есть нулевого жидкостного баланса в периоперационном периоде с целью уменьшения осложнений и длительности госпитализации. Общий объем внутривенных инфузий — от 3 до 7 мл/кг/ч под контролем гемодинамических показателей [6, 13, 32, 52, 54, 83–88]	Нормотермия должна поддерживаться в периоперационном периоде путем активного согревания пациентов интраоперационно (УУД — высокий, УР — сильный). Внутривенные инфузии должны стремиться и поддерживать эуволемию (УУД — средний, УР — сильный). GDFT не требуется для 1–2 уровня поясничного спондилодеза, следует рассмотреть при наличии серьезных сопутствующих заболеваний (УУД — низкий, УР — сильный)	17 % (2 из 12) [22, 26]
Управление кровопотерей	Минимизация кровопотери позволяет снизить риск гипотонии, повреждения органов-мишеней и развития коагулопатии, а также осложнений, связанных с переливанием крови. Для контроля над кровопотерей и профилактики сопутствующих осложнений интраоперационно используют транексамовую кислоту, предоперационную артериальную эмболизацию при опухолях с высоким риском кровотечения, аутогемотрансфузию, а также дотацию препаратами железа пациентам с анемией в предоперационном периоде [5, 35, 89]	Элемент не включен в протокол на данном этапе	25 % (3 из 12) [16, 22, 26]
Отказ от рутинного использования дренажей, назогастральных зондов и мочевых катетеров	Длительное использование хирургических дренажей ассоциировано с развитием инфекционных осложнений [35, 52], а сама установка дренажа не приводит к снижению частоты раневой инфекции и послеоперационной эпидуральной гематомы [90–94]. Однако Mirzai et al. [95] сообщают, что установка дренажа снижает как частоту, так и размер гематомы в первый послеоперационный день, что важно для предотвращения послеоперационного фиброза и улучшения результатов хирургического вмешательства. Применение назогастрального зонда связано с медленным восстановлением функции кишечника [6, 32], а катетеризация мочевого пузыря — с послеоперационной задержкой мочи, инфекциями мочевыводящих путей, риском сепсиса, травмами уретры, мочевого пузыря и почек, появлением псевдополипов. Сознательное ограничение дренажей, зондов и катетеров может свести к минимуму побочные эффекты, облегчить мобилизацию пациента и снизить затраты на лечение [54, 61, 96–98]	Не рекомендуется рутинное использование мочевых катетеров, а в случае его применения — удаление в течение нескольких часов после операции (УУД — средний, УР — слабый)	83 % (10 из 12) [16–23, 25, 26]



## Продолжение таблицы 3

Элемент протокола ERAS	Обоснование необходимости элемента	Рекомендации ERAS® Society [2] для взрослых ( $\geq 18$ лет), поясничный спондилодез	Частота включения у детей (по данным обзора)
Профилактика инфекционных осложнений	См. Предоперационный период. Время обработки кожи очень важно. Было доказано, что количество бактерий на коже значительно снижается в случае использования повидон-йода, если дать препарату высохнуть в течение нескольких минут перед операцией на позвоночнике [99]	Обработка кожи с использованием спиртового раствора йода или хлоргексидина (УУД — высокий, УР — сильный)	См. Предоперационный период
Профилактика и лечение послеоперационной тошноты и рвоты (ПОТР)	Профилактика и лечение ПОТР необходимы для пациентов после любого оперативного лечения, так как ПОТР приводит к обезвоживанию, отсрочке возврата к адекватному питанию, увеличению объема внутривенного введения жидкости, увеличению сроков госпитализации и затрат на здравоохранение. ПОТР возникает у 50 % пациентов после операции, а до 80 % — имеют высокий риск развития ПОТР. Основные факторы риска ПОТР у женского пола, лиц с ПОТР или укачиванием в анамнезе, некурящих, использующих летучие анестетики, закиси азота и опиоидов [100–102]. Следует использовать мультимодальный подход к профилактике послеоперационной тошноты и рвоты [6]. Для этого используют интраоперационно ондасетрон и дексаметазон [14]. Smith et al. [68] получили достоверное снижение приема противорвотных препаратов в послеоперационном периоде, используя у взрослых интраоперационное введение дексаметазона (8 мг) и ондасетрона (4 мг). Кроме того, для пациентов из группы высокого риска назначалось 40 мг апрепитанта	Рекомендуется оценка риска ПОТР и рутинное использование средств мультимодальной профилактики на основе данной оценки, лечение ПОТР с помощью различных классов противорвотных средств (УУД — высокий, УР — сильный)	33 % (4 из 12) [22, 23, 25, 27]
Стандартизированный протокол анестезии	В спинальной хирургии существуют противоречивые высококачественные исследования, в которых сравниваются различные методы анестезии. Wahood et al. [103] не выявили разницы между общей и другими методами анестезии в отношении осложнений, сроков госпитализации и частоты регоспитализаций. Yoshimoto et al. [104] выявили значительное улучшение гемодинамической стабильности, выраженности кровопотери и купирования боли с помощью местной анестезии. Использование анестетиков короткого действия (например, севофлуран) позволяет оптимально управлять наркозом и создавать условия для скорейшего восстановления после операции со снижением количества побочных эффектов и осложнений анестезии, а также снижать в первые послеоперационные сутки уровень боли [7, 54, 105]. Нервно-мышечные блокады снижают давление в дыхательных путях и риск повреждения мышц, связанный с длительной ретракцией в хирургии позвоночника [106]. В рандомизированных клинических исследованиях было доказано, что сочетание дексмететомидина и кетамина обеспечивает улучшенный контроль боли, а назначение дексмететомидина или клонидина связано с более низкой частотой развития ПОТР и увеличением длительности действия местных анестетиков при инфильтрации раны [107–110]	Современная общая анестезия, включающая нервно-мышечные блокады и нейроаксиальные техники, должна использоваться как часть мультимодальной анестезиологической стратегии в соответствии с доступностью и местными организационными особенностями (УУД — средний, УР — сильный)	50 % (6 из 12) [16, 18, 22–24, 26]
Тромбопрофилактика	См. Предоперационный период	Элемент не включен в протокол на данном этапе	См. Предоперационный период
Непрерывный аудит	См. Предоперационный период	См. Предоперационный период	См. Предоперационный период

Продолжение таблицы 3

Элемент протокола ERAS	Обоснование необходимости элемента	Рекомендации ERAS® Society [2] для взрослых (≥18 лет), поясничный спондилодез	Частота включения у детей (по данным обзора)
<i>Послеоперационный период</i>			
Ранняя активизация и физическая реабилитация, возврат к предоперационному уровню физической активности пациента	Ранняя мобилизация — важнейший элемент ERAS, коррелирующий с ранней выпиской. Под ранней мобилизацией понимается вертикализация пациента в день проведения операции или на следующий день, но чаще может быть введена через 2 ч после операции на позвоночнике под руководством специалиста. Она может включать в себя физическую реабилитацию и трудотерапию. Ранняя мобилизация сокращает сроки госпитализации с уменьшением частоты и выраженности болевого синдрома и развития осложнений (тромбозы, пневмония, ИМВП, сепсис, инфаркты, инсульты и др.) [6, 111, 112]	Рекомендуется ранняя мобилизация (УУД — низкий, УР — сильный)	83 % (10 из 12) [16–23, 25, 26]
Ранняя энтеральная нагрузка и профилактика кишечной непроходимости	Общепринятый элемент в протоколе ERAS в различных хирургических специальностях. Пациентам рекомендуется начать есть и пить в течение нескольких часов после операции, что приводит к более быстрому восстановлению функции кишечника и короткому сроку госпитализации, более низкому уровню инфекционных осложнений, более высокой удовлетворенности от лечения и уменьшению вероятности развития послеоперационной кишечной непроходимости по сравнению с поздним энтеральным или парентеральным питанием [34, 35, 54]	Рекомендуется скорейшее возвращение к обычному режиму питания (УУД — низкий, УР — средний)	67 % (8 из 12) [17–19, 21–23, 25, 26]
Послеоперационная ММА	См. Предоперационный и интраоперационный периоды. Плохой послеоперационный контроль боли наблюдается у 57 % пациентов после плановой операции на позвоночнике [113]. Неадекватный контроль острой боли связан с развитием хронической боли и значительной системной воспалительной реакцией, ведущей к нарушению функции внутренних органов и боли [114]. Стандартный периоперационный ММА протокол приводит к адекватному послеоперационному обезболиванию и улучшению результатов [4]	Рекомендуется рутинное использование ММА для улучшения контроля боли и снижения потребления опиоидов (УУД — средний, УР — сильный)	83 % (10 из 12) [16–24, 27]
Поддержание гомеостаза	См. Интраоперационный период	См. Интраоперационный период	См. Интраоперационный период
Лечение ПОТР	См. Интраоперационный период	См. Интраоперационный период	См. Интраоперационный период
Раннее удаление дренажей и катетеров, назогастральных зондов	См. Интраоперационный период	При проведении поясничного спондилодеза на нескольких сегментах не рекомендуется использование дренажей (УУД — средний, УР — сильный)	См. Интраоперационный период
Профилактика инфекций	См. Предоперационный и интраоперационный периоды	См. Предоперационный и интраоперационный периоды	См. Предоперационный период
Контроль уровня глюкозы крови	Гипергликемия является фактором риска осложнений (См. Предоперационный период) и ее следует избегать у взрослых пациентов в спинальной хирургии. У детей это вызывает меньшее беспокойство, в связи с чем в рутинной практике всем пациентам регулярный мониторинг глюкозы крови не проводится [6, 32, 42]	См. Предоперационный период	Данный элемент не встретился в рассматриваемых публикациях

Окончание таблицы 3

Элемент протокола ERAS	Обоснование необходимости элемента	Рекомендации ERAS® Society [2] для взрослых ( $\geq 18$ лет), поясничный спондилодез	Частота включения у детей (по данным обзора)
Тромбопрофилактика	См. Предоперационный период	Всем пациентам после операции на позвоночнике рекомендована ранняя мобилизация и использование средств механической профилактики (чулки и др.), (УУД – средний, УР – сильный). Антикоагулянтная терапия – для лиц из групп риска. В отношении ее рутинного применения рекомендации нет (УУД – низкий, УР – сильный)	См. Предоперационный период
Непрерывный аудит. Активное послеоперационное наблюдение и консультации	В настоящее время нет единых критериев, определяющих раннюю выписку после операции на позвоночнике. Если никаких осложнений не возникает, то пациент мобилизуется и быстро выписывается домой. Однако безопасность должна стоять на первом месте, поэтому выписка в день операции не должна быть определяющим приоритетом в принципах ERAS [9, 34, 35, 68]	См. Предоперационный период	67 % (8 из 12) [16–21, 23, 26]

но не только для спинальной хирургии. Shinnick et al. [29] в своем обзоре выявили, что среднее количество элементов ERAS в детской хирургии – 5,6 против 23,8 в хирургических протоколах у взрослых. Это может быть обусловлено тем, что элементы ERAS у взрослых, к примеру тромбопрофилактика, считаются менее применимыми в педиатрии.

В нашем исследовании все авторы сообщили об одном из главных результатов – о снижении сроков госпитализации в среднем на 1,5 дня. Сокращение сроков госпитализации имеет много возможных преимуществ, включая более короткое воздействие нозокомиальной инфекции, скорейшее возвращение детей к домашним условиям пребывания и их родителей на работу. Полагаем, что эти результаты должны побудить более активно внедрять протоколы ERAS в хирургию позвоночника у детей [18, 22, 36, 37].

Между тем следует обратить внимание на исследование Bellaire et al.

[26], в ходе которого было установлено, что ERAS, как и любая медицинская технология, не является панацеей и будет реализуема для 90 % пациентов. Остальные 10 % нуждаются в более индивидуализированном подходе. Полагаем, что в детской хирургии в целом, и в хирургии позвоночника в частности, необходимо координировать усилия, а также разрабатывать и внедрять научно-обоснованные элементы ERAS-программы в реальную хирургическую практику. Это особенно интересно, сложно и важно для всех разделов спинальной хирургии у детей и подростков [38].

Ограничения и перспективы исследования. У проведенного нами систематического обзора есть несколько ограничений:

- риск систематической ошибки и возможно неполный объем выявленных публикаций, так как анализировали только статьи, размещенные в основных базах дан-

ных – PUBMED/MEDLINE, Google Scholar, Cochrane Library и eLibrary;

- среди анализируемых публикаций не было рандомизированных контролируемых исследований;

- на первоначальном этапе литературного поиска процесс осуществлял один исследователь, что может повлиять на риск систематической ошибки.

Несмотря на это, в нашем систематическом обзоре анализируются имеющиеся публикации по изучаемой проблеме. В ходе анализа была создана сводная таблица научно-обоснованных элементов протокола ERAS, применяемых в хирургии позвоночника у взрослых и детей. Эти рекомендации важны для обобщения разнородных исследований в спинальной хирургии у детей, где внедрение ERAS находится в зачаточном состоянии.

Наша работа может помочь создать основу для дальнейших стандартизированных исследований, а также помочь организаторам здравоохране-

ния в принятии решения о внедрении в клиническую практику протокола ERAS в спинальной хирургии у детей и подростков.

## Заключение

По данным проведенного систематического обзора литературы, мы пришли к мнению, что технология ускоренного восстановления после операции (ERAS) является многообещающей технологией, улучшающей результа-

ты хирургического лечения и применимой в детской практике.

Существует ощутимая нехватка исследований с высокой степенью убедительности доказательств, которые оценивают внедрение ERAS в детской хирургической практике в целом, и в хирургии позвоночника в частности. В связи с этим требуются дальнейшие проспективные рандомизированные исследования для оценки ERAS в спинальной хирургии детей и подростков.

*Благодарность.* Коллектив авторов выражает свою признательность за помощь в подготовке статьи канд. мед. наук Е.А. Галовой, заместителю директора по науке университетской клиники ПИМУ.

*Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов*

## Литература/References

- Garin C. Enhanced recovery after surgery in pediatric orthopedics (ERAS-PO). Orthop Traumatol Surg Res. 2020;106(1S):S101–S107. DOI: 10.1016/j.otsr.2019.05.012.
- Debono B, Wainwright TW, Wang MY, Sigmundsson FG, Yang MMH, Smid-Nanninga H, Bonnal A, Le Huec JC, Fawcett WJ, Ljungqvist O, Lonjon G, de Boer HD. Consensus statement for perioperative care in lumbar spinal fusion: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations. Spine J. 2021;21:729–752. DOI: 10.1016/j.spinee.2021.01.001.
- Liu VX, Rosas E, Hwang J, Cain E, Foss-Durant A, Clopp M, Huang M, Lee DC, Mustille A, Kipnis P, Parodi S. Enhanced recovery after surgery program implementation in 2 surgical populations in an integrated health care delivery system. JAMA Surg. 2017;152:e171032. DOI: 10.1001/jamasurg.2017.1032.
- Ljungqvist O, Scott M, Fearon KC. Enhanced recovery after surgery: a review. JAMA Surg. 2017;152:292–298. DOI: 10.1001/jamasurg.2016.4952.
- George JA, Koka R, Gan TJ, Jelin E, Boss EF, Strockbine V, Hobson D, Wick EC, Wu CL. Review of the enhanced recovery pathway for children: perioperative anesthetic considerations. Can J Anaesth. 2018;65:569–577. DOI: 10.1007/s12630-017-1042-6.
- Rove KO, Edney JC, Brockel MA. Enhanced recovery after surgery in children: Promising, evidence-based multidisciplinary care. Paediatr Anaesth. 2018;28:482–492. DOI: 10.1111/pan.13380.
- Licina A, Silvers A, Laughlin H, Russell J, Wan C. Proposed pathway for patients undergoing enhanced recovery after spinal surgery: protocol for a systematic review. Syst Rev. 2020;9:39. DOI: 10.1186/s13643-020-1283-2.
- Venkata HK, van Dellen JR. A perspective on the use of an enhanced recovery program in open, non-instrumented day surgery for degenerative lumbar and cervical spinal conditions. J Neurosurg Sci. 2018;62:245–254. DOI: 10.23736/S0390-5616.16.03695-x.
- Dietz N, Sharma M, Adams S, Alhourani A, Ugiliweneza B, Wang D, Nino M, Drazin D, Boakye M. Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) for spine surgery: a systematic review. World Neurosurg. 2019;130:415–426. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.06.181.
- Debono B, Sabatier P, Garnault V, Hamel O, Bousquet P, Lescure JP, Plas JY. Outpatient lumbar microdiscectomy in France: from an economic imperative to a clinical standard – an observational study of 201 cases. World Neurosurg. 2017;106:891–897. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.07.065.
- Carr DA, Saigal R, Zhang F, Bransford RJ, Bellabarba C, Dagal A. Enhanced perioperative care and decreased cost and length of stay after elective major spinal surgery. Neurosurg Focus. 2019;46:E5. DOI: 10.3171/2019.1.FOCUS18630.
- Kehlet H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation. Br J Anaesth. 1997;78:606–617. DOI: 10.1093/bja/78.5.606.
- Grasu RM, Cata JP, Dang AQ, Tatsui CE, Rhines LD, Hagan KB, Bhavsar S, Raty SR, Arunkumar R, Potylchansky Y, Lipski I, Arnold BA, McHugh TM, Bird JE, Rodriguez-Restrepo A, Hernandez M, Popat KU. Implementation of an Enhanced Recovery After Spine Surgery program at a large cancer center: a preliminary analysis. J Neurosurg Spine. 2018;29:588–598. DOI: 10.3171/2018.4.SPINE171317.
- Modrzyk A, Pasierbek MJ, Korlacki W, Grabowski A. Introducing enhanced recovery after surgery protocol in pediatric surgery. Adv Clin Exp Med. 2020;29:937–942. DOI: 10.17219/acem/121931.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. PLoS Med. 2009;6:e1000097. DOI: 10.1371/journal.pmed.1000097.
- DeVries Z, Barrowman N, Smit K, Mervitz D, Moroz P, Tice A, Jarvis JG. Spine Deform. 2020;8:1223–1229. DOI: 10.1007/s43390-020-00146-w.
- Fletcher ND, Shourbaji N, Mitchell PM, Oswald TS, Devito DP, Bruce RW. Clinical and economic implications of early discharge following posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis. J Child Orthop. 2014;8:257–263. DOI: 10.1007/s11832-014-0587-y.
- Fletcher ND, Andras LM, Lazarus DE, Owen RJ, Geddes BJ, Cao J, Skaggs DL, Oswald TS, Bruce RW Jr. Use of a novel pathway for early discharge was associated with a 48 % shorter length of stay after posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis. J Pediatr Orthop. 2017;37:92–97. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000601.
- Fletcher ND, Murphy JS, Austin TM, Bruce RW Jr, Harris H, Bush P, Yu A, Kusumoto H, Schmitz M, Devito DP, Fabregas JA, Miyanji F. Short term outcomes of an enhanced recovery after surgery (ERAS) pathway versus a traditional discharge pathway after posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis. Spine Deform. 2021. DOI: 10.1007/s43390-020-00282-3.
- Muhly WT, Sankar WN, Ryan K, Norton A, Maxwell LG, DiMaggio T, Farrell S, Hughes R, Gornitzky A, Keren R, McCloskey JJ, Flynn JM. Rapid recovery pathway after spinal fusion for idiopathic scoliosis. Pediatrics. 2016;137:e20151568. DOI: 10.1542/peds.2015-1568.
- Gornitzky AL, Flynn JM, Muhly WT, Sankar WN. 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;4:288–295. DOI: 10.1016/j.jspd.2016.01.001.
- Julien-Marsollier F et al. Enhanced recovery after surgical correction of adolescent idiopathic scoliosis. Paediatr Anaesth. 2020;30:1068–1076. DOI: 10.1111/pan.13988.
- Rao RR, Hayes M, Lewis C, Hensinger RN, Farley FA, Li Y, Caird MS. Mapping the road to recovery: shorter stays and satisfied patients in posterior spinal fusion. J Pediatr Orthop. 2017;37:e536–e542. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000773.

24. **Raudenbush BL, Gurd DP, Goodwin RC, Kuivila TE, Ballock RT.** Cost analysis of adolescent idiopathic scoliosis surgery: early discharge decreases hospital costs much less than intraoperative variables under the control of the surgeon. *J Spine Surg.* 2017;3:50–57. DOI: 10.21037/jss.2017.03.11.
25. **Sanders AE, Andras LM, Sousa T, Kissinger C, Cucchiaro G, Skaggs DL.** Accelerated discharge protocol for posterior spinal fusion patients with adolescent idiopathic scoliosis decreases hospital postoperative charges. *Spine.* 2017;42:92–97. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001666.
26. **Bellaire LL, Bruce RW Jr, Ward LA, Bowman CA, Fletcher ND.** Use of an accelerated discharge pathway in patients with severe cerebral palsy undergoing posterior spinal fusion for neuromuscular scoliosis. *Spine Deform.* 2019;7:804–811. DOI: 10.1016/j.jspd.2019.02.002.
27. **Shao B, Tariq AA, Goldstein HE, Alexiades NG, Mar KM, Feldstein NA, Anderson RCE, Giordano M.** Opioid-sparing multimodal analgesia after selective dorsal rhizotomy. *Hosp Pediatr.* 2020;10:84–89. DOI: 10.1542/hpeds.2019-0016.
28. **Pennington Z, Cottrill E, Lubelski D, Ehresman J, Lehner K, Groves ML, Sponseller P, Sciubba DM.** Clinical utility of enhanced recovery after surgery pathways in pediatric spinal deformity surgery: systematic review of the literature. *J Neurosurg Pediatr.* 2020;27:225–238. DOI: 10.3171/2020.7.PEDS20444.
29. **Shinnick JK, Short HL, Heiss KF, Santore MT, Blakely ML, Raval MV.** Enhancing recovery in pediatric surgery: a review of the literature. *J Surg Res.* 2016;202:165–176. DOI: 10.1016/j.jss.2015.12.051.
30. **Smith I, Kranke P, Murat I, Smith A, O'Sullivan G, Soreide E, Spies C, in't Veld B.** Perioperative fasting in adults and children: guidelines from the European Society of Anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol.* 2011;28:556–569. DOI: 10.1097/EJA.0b013e3283495ba1.
31. **Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falk-Ytter Y, Alonso-Coello P, Schunemann HJ.** GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ.* 2008;336:924–926. DOI: 10.1136/bmj.39489.470347.AD.
32. **Rove KO, Brockel MA, Saltzman AF, Donmez MI, Brodie KE, Chalmers DJ, Caldwell BT, Vemulakonda VM, Wilcox DT.** Prospective study of enhanced recovery after surgery protocol in children undergoing reconstructive operations. *J Pediatr Urol.* 2018;14:252.e1–252.e9. DOI: 10.1016/j.jpuro.2018.01.001.
33. **Lee CS, Merchant S, Chidambaram V.** Postoperative pain management in pediatric spinal fusion surgery for idiopathic scoliosis. *Paediatr Drugs.* 2020;22:575–601. DOI: 10.1007/s40272-020-00423-1.
34. **Corniola MV, Debono B, Joswig H, Lemee JM, Tessitore E.** Enhanced recovery after spine surgery: review of the literature. *Neurosurg Focus.* 2019;46:E2. DOI: 10.3171/2019.1.FOCUS18657.
35. **Tong Y, Fernandez L, Bendo JA, Spivak JM.** Enhanced recovery after surgery trends in adult spine surgery: a systematic review. *Int J Spine Surg.* 2020;14:623–640. DOI: 10.14444/7083.
36. **Master DL, Poe-Kochert C, Son-Hing J, Armstrong DG, Thompson GH.** Wound infections after surgery for neuromuscular scoliosis: risk factors and treatment outcomes. *Spine.* 2011;36:E179–185. DOI: 10.1097/BRS.0b013e32818db7afe.
37. **Omeis IA, Dhir M, Sciubba DM, Gottfried ON, McGirt MJ, Attenello FJ, Wolinsky JP, Gokaslan ZL.** Postoperative surgical site infections in patients undergoing spinal tumor surgery: incidence and risk factors. *Spine.* 2011;36:1410–1419. DOI: 10.1097/BRS.0b013e328181f48fa9.
38. **Subramanyam R, Muhly WT, Goobie SM.** Enhanced recovery: The evolution of pediatric spinal fusion care. *Paediatr Anaesth.* 2020;30:1066–1067. DOI: 10.1111/pan.13976.
39. **Burgess LC, Arundel J, Wainwright TW.** The effect of preoperative education on psychological, clinical and economic outcomes in elective spinal surgery: a systematic review. *Healthcare (Basel).* 2019;7:48. DOI: 10.3390/healthcare7010048.
40. **Fortier MA, Chorney JM, Rony RY, Perret-Karimi D, Rinehart JB, Camilon FS, Kain ZN.** Children's desire for perioperative information. *Anesth Analg.* 2009;109:1085–1090. DOI: 10.1213/ane.0b013e328181dd48.
41. **Chorney JM, Kain ZN.** Family-centered pediatric perioperative care. *Anesthesiology.* 2010;112:751–755. DOI: 10.1097/ALN.0b013e32818cb5ade.
42. **Epstein NE.** Predominantly negative impact of diabetes on spinal surgery: A review and recommendation for better preoperative screening. *Surg Neurol Int.* 2017;8:107. DOI: 10.4103/sni.sni\_101\_17.
43. **Nouri A, Matur A, Pennington Z, Elson N, Ahmed AK, Huq S, Patel K, Jeong W, Nasser R, Tessitore E, Sciubba D, Cheng JS.** Prevalence of anemia and its relationship with neurological status in patients undergoing surgery for degenerative cervical myelopathy and radiculopathy: A retrospective study of 2 spine centers. *J Clin Neurosci.* 2020;72:252–257. DOI: 10.1016/j.jocn.2019.11.027.
44. **Kansagra AJ, Stefan MS.** Preoperative anemia: evaluation and treatment. *Anesthesiol Clin.* 2016;34:127–141. DOI: 10.1016/j.jancin.2015.10.011.
45. **Mesfin FB, Hoang S, Ortiz Torres M, Ngnitewe Massa'a R, Castillo R.** Retrospective data analysis and literature review for a development of enhanced recovery after surgery pathway for anterior cervical discectomy and fusion. *Cureus.* 2020;12:e6930. DOI: 10.7759/cureus.6930.
46. **Hofler RC, Swong K, Martin B, Wemhoff M, Jones GA.** Risk of pseudoarthrosis after spinal fusion: analysis from the Healthcare Cost and Utilization Project. *World Neurosurg.* 2018;120:e194–e202. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.08.026.
47. **Jackson KL 2nd, Devine JG.** The effects of smoking and smoking cessation on spine surgery: a systematic review of the literature. *Global Spine J.* 2016;6:695–701. DOI: 10.1055/s-0036-1571285.
48. **Practice Guidelines for Preoperative Fasting and the Use of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration: Application to Healthy Patients Undergoing Elective Procedures: An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Preoperative Fasting and the Use of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration.** *Anesthesiology.* 2017;126:376–393. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001452.
49. **Bohl DD, Shen MR, Mayo BC, Massel D, H, Long WW, Modi KD, Basques BA, Singh K.** Malnutrition predicts infectious and wound complications following posterior lumbar spinal fusion. *Spine.* 2016;41:1693–1699. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001591.
50. **Wang P, Wang Q, Kong C, Teng Z, Li Z, Zhang S, Sun W, Feng M, Lu S.** Enhanced recovery after surgery (ERAS) program for elderly patients with short-level lumbar fusion. *J Orthop Surg Res.* 2020;15:299. DOI: 10.1186/s13018-020-01814-3.
51. **Holubar SD, Hedrick T, Gupta R, Kellum J, Hamilton M, Gan TJ, Mythen MG, Shaw AD, Miller TE.** American Society for Enhanced Recovery (ASER) and Perioperative Quality Initiative (POQI) joint consensus statement on prevention of postoperative infection within an enhanced recovery pathway for elective colorectal surgery. *Perioper Med (Lond).* 2017;6:4. DOI: 10.1186/s13741-017-0059-2.
52. **Liu B, Liu S, Wang Y, Zhao L, Zheng T, Chen L, Zhang Y, Xue Y, Lu D, Ma T, Zhao B, Gao G, Qu Y, He S.** Enhanced recovery after intraspinal tumor surgery: a single-institutional randomized controlled study. *World Neurosurg.* 2020;136:e542–e552. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.01.067.
53. **Olsen U, Brox JI, Bjork IT.** Preoperative bowel preparation versus no preparation before spinal surgery: A randomised clinical trial. *Int J Orthop Trauma Nurs.* 2016;23:3–13. DOI: 10.1016/j.ijotn.2016.02.001.
54. **Li J, Li H, XvZK, Wang J, Yu QF, Chen G, Li FC, Ren Y, Chen QX.** Enhanced recovery care versus traditional care following laminoplasty: A retrospective case-cohort study. *Medicine (Baltimore).* 2018;97:e13195. DOI: 10.1097/MD.00000000000013195.
55. **Floccari IV, Milbrandt TA.** Surgical site infections after pediatric spine surgery. *Orthop Clin North Am.* 2016;47:387–394. DOI: 10.1016/j.ocl.2015.09.001.



56. Ryan SL, Sen A, Staggars K, Luerssen TG, Jea A. A standardized protocol to reduce pediatric spine surgery infection: a quality improvement initiative. *J Neurosurg Pediatr.* 2014;14:259–265. DOI: 10.3171/2014.5.PEDS1448.
57. Gaulton TG, Wunsch H, Gaskins LJ, Leonard CE, Hennessy S, Ashburn M, Brensinger C, Newcomb C, Wijesundera D, Bateman BT, Bethell J, Neuman MD. Preoperative sedative-hypnotic medication use and adverse postoperative outcomes. *Ann Surg.* 2021;274:e108–e114. DOI: 10.1097/SLA.0000000000003556.
58. Groot OQ, Ogink PT, Paulino Pereira NR, Ferrone ML, Harris MB, Lozano-Calderon SA, Schoenfeld AJ, Schwab JH. High risk of symptomatic venous thromboembolism after surgery for spine metastatic bone lesions: a retrospective study. *Clin Orthop Relat Res.* 2019;477:1674–1686. DOI: 10.1097/CORR.0000000000000733.
59. Fidelia I, Lamba N, Papatheodorou SI, Yunusa I, O'Neil K, Chun S, Wilson J, Maher T, Tafel I, Smith TR, Aglio LS, Mekary RA, Zaidi HA. Adult spinal deformity surgery: a systematic review of venous thromboprophylaxis and incidence of venous thromboembolic events. *Neurosurg Rev.* 2020;43:923–930. DOI: 10.1007/s10143-019-01095-3.
60. Mosenthal WP, Landy DC, Boyajian HH, Idowu OA, Shi LL, Ramos E, Lee MJ. Thromboprophylaxis in spinal surgery. *Spine.* 2018;43:E474–E481. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002379.
61. Wang MY, Chang TY, Grossman J. Development of an Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) approach for lumbar spinal fusion. *J Neurosurg Spine.* 2017;26:411–418. DOI: 10.3171/2016.9.SPINE16375.
62. Martini ML, Nistal DA, Deutsch BC, Caridi JM. Characterizing the risk and outcome profiles of lumbar fusion procedures in patients with opioid use disorders: a step toward improving enhanced recovery protocols for a unique patient population. *Neurosurg Focus.* 2019;46:E12. DOI: 10.3171/2019.1.FOCUS18652.
63. Hong JY, Kim WO, Koo BN, Cho JS, Suk EH, Kil HK. Fentanyl-sparing effect of acetaminophen as a mixture of fentanyl in intravenous parent-/nurse-controlled analgesia after pediatric ureteroneocystostomy. *Anesthesiology.* 2010;113:672–677. DOI: 10.1097/ALN.0b013e3181e2c34b.
64. Rusy LM, Hainsworth KR, Nelson TJ, Czarnecki ML, Tassone JC, Thometz JG, Lyon RM, Berens RJ, Weisman SJ. Gabapentin use in pediatric spinal fusion patients: a randomized, double-blind, controlled trial. *Anesth Analg.* 2010;110:1393–1398. DOI: 10.1213/ANE.0b013e3181d41dc2.
65. Sivaganesan A, Chotai S, White-Dzuro G, McGirt MJ, Devin CJ. The effect of NSAIDs on spinal fusion: a cross-disciplinary review of biochemical, animal, and human studies. *Eur Spine J.* 2017;26:2719–2728. DOI: 10.1007/s00586-017-5021-y.
66. Santa Mina D, Clarke H, Ritvo P, Leung YW, Matthew AG, Katz J, Trachtenberg J, Alibhai SMH. Effect of total-body prehabilitation on postoperative outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy.* 2014;100:196–207. DOI: 10.1016/j.physio.2013.08.008.
67. Carli F, Scheede-Bergdahl C. Prehabilitation to enhance perioperative care. *Anesthesiol Clin.* 2015;33:17–33. DOI: 10.1016/j.jandclin.2014.11.002.
68. Smith J, Probst S, Calandra C, Davis R, Sugimoto K, Nie L, Gan TJ, Bennett-Guerrero E. Enhanced recovery after surgery (ERAS) program for lumbar spine fusion. *Perioper Med (Lond).* 2019;84. DOI: 10.1186/s13741-019-0114-2.
69. Ripolles-Melchor J, Ramirez-Rodriguez JM, Casans-Frances R, Aldecoa C, Abad-Motos A, Logrono-Egea M, Garcia-Erce JA, Camps-Cervantes A, Ferrando-Ortola C, Suarez de la Rica A, Cuellar-Martinez A, Marmana-Mezquita S, Abad-Gurumeta A, Calvo-Vecino JM. Association between use of enhanced recovery after surgery protocol and postoperative complications in colorectal surgery: The Postoperative Outcomes Within Enhanced Recovery After Surgery Protocol (POWER) Study. *JAMA Surg.* 2019;154:725–736. DOI: 10.1001/jamasurg.2019.0995.
70. Hu QL, Liu JY, Hobson DB, Cohen ME, Hall BL, Wick EC, Ko CY. Best practices in data use for achieving successful implementation of enhanced recovery pathway. *J Am Coll Surg.* 2019;229:626–632.e1. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2019.08.1448.
71. Cohen R, Gooberman-Hill R. Staff experiences of enhanced recovery after surgery: systematic review of qualitative studies. *BMJ Open.* 2019;9:e022259. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-022259.
72. Currie A, Soop M, Demartines N, Fearon K, Kennedy R, Ljungqvist O. Erratum to: Enhanced recovery after surgery interactive audit system: 10 years' experience with an international web-based clinical and research perioperative care database. *Clin Colon Rectal Surg.* 2019;32:e1. DOI: 10.1055/s-0039-1678573.
73. Verrier JF, Paget C, Perlier F, Demesmay F. How to introduce a program of Enhanced Recovery after Surgery? The experience of the CAPIO group. *J Visc Surg.* 2016;153:S33–S39. DOI: 10.1016/j.jvisurg.2016.10.001.
74. Ljungqvist O, Thanh NX, Nelson G. ERAS-Value based surgery. *J Surg Oncol.* 2017;116:608–612. DOI: 10.1002/jso.24820.
75. Elsarrag M, Soldozy S, Patel P, Norat P, Sokolowski JD, Park MS, Tyrdik P, Kalani YS. Enhanced recovery after spine surgery: a systematic review. *Neurosurg Focus.* 2019;46:E3. DOI: 10.3171/2019.1.FOCUS18700.
76. Goldstein CL, Macwan K, Sundararajan K, Rampersaud YR. Comparative outcomes of minimally invasive surgery for posterior lumbar fusion: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472:1727–1737. DOI: 10.1007/s11999-014-3465-5.
77. Milbrandt TA, Singhal M, Minter C, McClung A, Talwalkar VR, Iwinski HJ, Walker J, Beimesch C, Montgomery C, Sucato DJ. A comparison of three methods of pain control for posterior spinal fusions in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2009;34:1499–1503. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181a90ceb.
78. Cohen M, Zuk J, McKay N, Erickson M, Pan Z, Galinkin J. Intrathecal morphine versus extended-release epidural morphine for postoperative pain control in pediatric patients undergoing posterior spinal fusion. *Anesth Analg.* 2017;124:2030–2037. DOI: 10.1213/ANE.0000000000002061.
79. Ibach BW, Loeber C, Shukry M, Hagemann TM, Harrison D, Johnson PN. Duration of intrathecal morphine effect in children with idiopathic scoliosis undergoing posterior spinal fusion. *J Opioid Manag.* 2015;11:295–303. DOI: 10.5055/jom.2015.0278.
80. Firouzian A, Baradari AG, Ehteshami S, Zamani Kiasari A, Shafizad M, Shafiei S, Younesi Rostami F, Alipour A, Ala S, Darvishi-Khezri H, Haddadi K. The effect of ultra-low-dose intrathecal naloxone on pain intensity after lumbar laminectomy with spinal fusion: a randomized controlled trial. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2020;32:70–76. DOI: 10.1097/ANA.0000000000000537.
81. Ali ZS, Flanders TM, Ozturk AK, Malhotra NR, Leszinsky L, McShane BJ, Gardiner D, Rupich K, Chen HI, Schuster J, Marcotte PJ, Kallan MJ, Grady MS, Fleisher LA, Welch WC. Enhanced recovery after elective spinal and peripheral nerve surgery: pilot study from a single institution. *J Neurosurg Spine.* 2019;1–9. DOI: 10.3171/2018.9.SPINE18681.
82. Ortega-Garcia FJ, Garc a-Del-Pino I, Aunon-Martin I, Carrascosa-Fernandez AJ. Utility of percutaneous catheters for local anaesthetics infusion for postoperative pain control in lumbar arthrodesis. A prospective cohort study. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol (Engl Ed).* 2018;62:365–372. DOI: 10.1016/j.recot.2018.01.007.
83. Lechat JP, Van der Linden P. Fluid therapy in the intraoperative setting. *Transfus Apher Sci.* 2019;58:408–411. DOI: 10.1016/j.transci.2019.06.016.
84. Koraki E, Stachtari C, Stergiouda Z, Stamatopoulou M, Gkiouliava A, Sifaki F, Chatzopoulos S, Trikoupi A. Blood and fluid management during scoliosis surgery: a single-center retrospective analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2020;30:809–814. DOI: 10.1007/s00590-020-02637-y.
85. Munch JL, Zusman NL, Lieberman EG, Stucke RS, Bell C, Philipp TC, Smith S, Ching AC, Hart RA, Yoo JU. A scoring system to predict postoperative medical complications in high-risk patients undergoing elective thoracic and lumbar arthrodesis. *Spine J.* 2016;16:694–699. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.07.442.



86. Thiele RH, Raghunathan K, Brudney CS, Lobo DN, Martin D, Senagore A, Cannesson M, Gan TJ, Mythen MMG, Shaw AD, Miller TE. Correction to: American Society for Enhanced Recovery (ASER) and Perioperative Quality Initiative (POQI) joint consensus statement on perioperative fluid management within an enhanced recovery pathway for colorectal surgery. *Perioper Med (Lond)*. 2018;7:5. DOI: 10.1186/s13741-018-0085-8.
87. Guest JD, Vanni S, Silbert L. Mild hypothermia, blood loss and complications in elective spinal surgery. *Spine J*. 2004;4:130–137. DOI: 10.1016/j.spinee.2003.08.027.
88. Pearse R, Dawson D, Fawcett J, Rhodes A, Grounds RM, Bennett ED. Early goal-directed therapy after major surgery reduces complications and duration of hospital stay. A randomised, controlled trial [ISRCTN38797445]. *Crit Care*. 2005;9:R687–R693. DOI: 10.1186/cc3887.
89. Chakravarthy VB, Yokoi H, Coughlin DJ, Manlapaz MR, Krishnaney AA. Development and implementation of a comprehensive spine surgery enhanced recovery after surgery protocol: the Cleveland Clinic experience. *Neurosurg Focus*. 2019;46:E11. DOI: 10.3171/2019.1.FOCUS18696.
90. Kanayama M, Oha F, Togawa D, Shigenobu K, Hashimoto T. Is closed-suction drainage necessary for single-level lumbar decompression?: review of 560 cases. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468:2690–2694. DOI: 10.1007/s11999-010-1235-6.
91. Lai Q, Song Q, Guo R, Bi H, Liu X, Yu X, Zhu J, Dai M, Zhang B. Risk factors for acute surgical site infections after lumbar surgery: a retrospective study. *J Orthop Surg Res*. 2017;12:116. DOI: 10.1186/s13018-017-0612-1.
92. Adogwa O, Elsamadicy AA, Sergesketter AR, Shammam RL, Vatsia S, Vuong VD, Khalid S, Cheng J, Bagley CA, Karikari IO. Post-operative drain use in patients undergoing decompression and fusion: incidence of complications and symptomatic hematoma. *J Spine Surg*. 2018;4:220–226. DOI: 10.21037/jss.2018.05.09.
93. Liu JM, Chen WZ, Fu BQ, Chen JW, Liu ZL, Huang SH. The use of closed suction drainage in lumbar spinal surgery: Is it really necessary? *World Neurosurg*. 2016;90:109–115. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.02.091.
94. Patel SB, Griffiths-Jones W, Jones CS, Samartzis D, Clarke AJ, Khan S, Stokes OM. The current state of the evidence for the use of drains in spinal surgery: systematic review. *Eur Spine J*. 2017;26:2729–2738. DOI: 10.1007/s00586-017-4983-0.
95. Mirzai H, Eminoglu M, Orguc S. Are drains useful for lumbar disc surgery? A prospective, randomized clinical study. *J Spinal Disord Tech*. 2006;19:171–177. DOI: 10.1097/01.bsd.0000190560.20872.a7.
96. Baldini G, Bagry H, Aprikian A, Carli F. Postoperative urinary retention: anesthetic and perioperative considerations. *Anesthesiology*. 2009;110:1139–1157. DOI: 10.1097/ALN.0b013e31819f7aea.
97. Altschul D, Kobets A, Nakhla J, Jada A, Nasser R, Kinon MD, Yassari R, Houten J. Postoperative urinary retention in patients undergoing elective spinal surgery. *J Neurosurg Spine*. 2017;26:229–234. DOI: 10.3171/2016.8.SPINE151371.
98. Jackson J, Davies P, Leggett N, Nugawela MD, Scott LJ, Leach V, Richards A, Blacker A, Abrams P, Sharma J, Donovan J, Whiting P. Systematic review of interventions for the prevention and treatment of postoperative urinary retention. *BJS Open*. 2019;3:11–23. DOI: 10.1002/bjs5.50114.
99. Yasuda T, Hasegawa T, Yamato Y, Kobayashi S, Togawa D, Arima H, Matsuyama Y. Optimal timing of preoperative skin preparation with povidone-iodine for spine surgery: a prospective, randomized controlled study. *Asian Spine J*. 2015;9:423–426. DOI: 10.4184/asj.2015.9.3.423.
100. Nathan N. Management of postoperative nausea and vomiting: The 4th Consensus Guidelines. *Anesth Analg*. 2020;131:410. DOI: 10.1213/ANE.0000000000004996.
101. Gan TJ, Diemunsch P, Habib AS, Kovac A, Kranke P, Meyer TA, Watcha M, Chung F, Angus S, Apfel CC, Bergese SD, Candiotti KA, Chan MT, Davis PJ, Hooper VD, Lagoo-Deenadayalan S, Myles P, Nezat G, Philip BK, Tramer MR. Consensus guidelines for the management of postoperative nausea and vomiting. *Anesth Analg*. 2014;118:85–113. DOI: 10.1213/ANE.0000000000000002.
102. Sarin P, Urman RD, Ohno-Machado L. An improved model for predicting postoperative nausea and vomiting in ambulatory surgery patients using physician-modifiable risk factors. *J Am Med Inform Assoc*. 2012;19:995–1002. DOI: 10.1136/amiajnl-2012-000872.
103. Wahood W, Yolcu Y, Alvi MA, Goyal A, Long TR, Bydon M. Assessing the differences in outcomes between general and non-general anesthesia in spine surgery: Results from a national registry. *Clin Neurol Neurosurg*. 2019;180:79–86. DOI: 10.1016/j.clineuro.2019.03.021.
104. Yoshimoto H, Nagashima K, Sato S, Hyakumachi T, Yanagibashi Y, Masuda T. A prospective evaluation of anesthesia for posterior lumbar spine fusion: the effectiveness of preoperative epidural anesthesia with morphine. *Spine*. 2005;30:863–869. DOI: 10.1097/01.brs.0000158879.26544.69.
105. Konstantopoulos K, Makris A, Moustaka A, Karmanioliou I, Konstantopoulos G, Mela A. Sevoflurane versus propofol anesthesia in patients undergoing lumbar spondylodesis: a randomized trial. *J Surg Res*. 2013;179:72–77. DOI: 10.1016/j.jss.2012.09.038.
106. Brown CH 4th, Jones EL, Lin C, Esmaili M, Gorashi Y, Skelton RA, Kaganov D, Colantuoni EA, Yanek LR, Neufeld KJ, Kamath V, Sieber FE, Dean CL, Edwards CC 2nd, Hogue CW. Shaping anesthetic techniques to reduce post-operative delirium (SHARP) study: a protocol for a prospective pragmatic randomized controlled trial to evaluate spinal anesthesia with targeted sedation compared with general anesthesia in older adults undergoing lumbar spine fusion surgery. *BMC Anesthesiol*. 2019;19:192. DOI: 10.1186/s12871-019-0867-7.
107. Song Y, Shim JK, Song JW, Kim EK, Kwak YL. Dexmedetomidine added to an opioid-based analgesic regimen for the prevention of postoperative nausea and vomiting in highly susceptible patients: A randomized controlled trial. *Eur J Anaesthesiol*. 2016;33:75–83. DOI: 10.1097/EJA.0000000000000327.
108. Hwang W, Lee J, Park J, Joo J. Dexmedetomidine versus remifentanyl in postoperative pain control after spinal surgery: a randomized controlled study. *BMC Anesthesiol*. 2015;15:21. DOI: 10.1186/s12871-015-0004-1.
109. Li J, Yang JS, Dong BH, Ye JM. The effect of dexmedetomidine added to preemptive ropivacaine infiltration on postoperative pain after lumbar fusion surgery: a randomized controlled trial. *Spine*. 2019;44:1333–1338. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003096.
110. Abdel Hay J, Kobaiter-Maarrawi S, Tabet P, Moussa R, Rizk T, Nohra G, Okais N, Samaha E, Maarrawi J. Bupivacaine field block with clonidine for postoperative pain control in posterior spine approaches: a randomized double-blind trial. *Neurosurgery*. 2018;82:790–798. DOI: 10.1093/neuros/nyx313.
111. Epstein NE. A review article on the benefits of early mobilization following spinal surgery and other medical/surgical procedures. *Surg Neurol Int*. 2014;5(Suppl 3):S66–S73. DOI: 10.4103/2152-7806.130674.
112. Staartjes VE, de Wispelaere MP, Schroder ML. Improving recovery after elective degenerative spine surgery: 5-year experience with an enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol. *Neurosurg Focus*. 2019;46:E7. DOI: 10.3171/2019.1.FOCUS18646.
113. Yang MMH, Riva-Cambrin J, Cunningham J, Jette N, Sajobi TT, Soroceanu A, Lewkonja P, Jacobs WB, Casha S. Development and validation of a clinical prediction score for poor postoperative pain control following elective spine surgery. *J Neurosurg Spine*. 2020;15:1–10. DOI: 10.3171/2020.5.SPINE20347.
114. Walker CT, Gullotti DM, Prendergast V, Radosevich J, Grimm D, Cole TS, Godzik J, Patel AA, Whiting AC, Little A, Uribe JS, Kakaria UK, Turner JD. Implementation of a standardized multimodal postoperative analgesia protocol improves pain control, reduces opioid consumption, and shortens length of hospital stay after posterior lumbar spinal fusion. *Neurosurgery*. 2020;87:130–136. DOI: 10.1093/neuros/nyz312.

**Адрес для переписки:**

Сайфуллин Александр Петрович  
603005, Россия, Нижний Новгород,  
пл. Минина и Пожарского, 10/1,  
Приволжский исследовательский медицинский университет,  
sayfullin-a.p@mail.ru

Статья поступила в редакцию 24.05.2021

Рецензирование пройдено 12.06.2021

Подписано в печать 18.06.2021

**Address correspondence to:**

Saifullin Aleksandr Petrovich  
Privolzhsky Research Medical University,  
10/1 Minina I Pozharskogo sq., Nizhny Novgorod, 603005, Russia,  
sayfullin-a.p@mail.ru

Received 24.05.2021

Review completed 12.06.2021

Passed for printing 18.06.2021

Александр Петрович Сайфуллин, нейрохирург-ординатор, Приволжский исследовательский медицинский университет, Россия, 603005, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1, ORCID: 0000-0003-0108-398X, sayfullin-a.p@mail.ru;

Андрей Евгеньевич Бокков, канд. мед. наук, заведующий отделением онкологии и нейрохирургии, Приволжский исследовательский медицинский университет, Россия, 603005, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1, ORCID: 0000-0002-5203-0717, andrei\_bokov@mail.ru;

Александр Яковлевич Алейник, канд. мед. наук, нейрохирург отделения онкологии и нейрохирургии, Приволжский исследовательский медицинский университет, Россия, 603005, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1, ORCID: 0000-0002-1761-1022, aaleynik23@gmail.com;

Юлия Александровна Израэлян, канд. мед. наук, доцент кафедры медицинской реабилитации, Приволжский исследовательский медицинский университет, Россия, 603005, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1, ORCID: 0000-0002-4480-1884, ija07@yandex.ru;

Сергей Геннадьевич Млявух, канд. мед. наук, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и нейрохирургии им. М.В. Колокольцева, руководитель Института травматологии и ортопедии, Приволжский исследовательский медицинский университет, Россия, 603005, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1, ORCID: 0000-0002-6310-4961, serg.mlyavukh@gmail.com.

Aleksandr Petrovich Saifullin, resident of neurosurgery, Privolzhsky Research Medical University, 10/1 Minina I Pozharskogo sq., Nizhny Novgorod, 603005, Russia, ORCID: 0000-0003-0108-398X, sayfullin-a.p@mail.ru;

Andrei Eugenievich Bokov, MD, PhD, Head of the Department of Oncology and Neurosurgery, Privolzhsky Research Medical University, 10/1 Minina I Pozharskogo sq., Nizhny Novgorod, 603005, Russia, ORCID: 0000-0002-5203-0717, andrei\_bokov@mail.ru;

Alexander Yakovlevich Aleynik, MD, PhD, neurosurgeon, Department of Oncology and Neurosurgery, Privolzhsky Research Medical University, 10/1 Minina I Pozharskogo sq., Nizhny Novgorod, 603005, Russia, ORCID: 0000-0002-1761-1022, aaleynik23@gmail.com;

Yulia Alexandrovna Israelyan, MD, PhD, associate professor of the Department of Medical Rehabilitation, Privolzhsky Research Medical University, 10/1 Minina I Pozharskogo sq., Nizhny Novgorod, 603005, Russia, ORCID: 0000-0002-4480-1884, ija07@yandex.ru;

Sergey Gennadevich Mlyavukh, MD, PhD, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery n.a. M.V. Kolokoltsev, Director of the Institute of Traumatology and Orthopedics, Privolzhsky Research Medical University, 10/1 Minina I Pozharskogo sq., Nizhny Novgorod, 603005, Russia, ORCID: 0000-0002-6310-4961, serg.mlyavukh@gmail.com.