



## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АНЕСТЕЗИИ ДЕСФЛУРАНОМ И СЕВОФЛУРАНОМ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ПОЗВОНОЧНО-СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМЫ У ДЕТЕЙ

© А.С. Козырев<sup>1</sup>, Ю.С. Александрович<sup>2</sup>, А.В. Залетина<sup>1</sup>, М.Д. Иванов<sup>1, 2</sup>,  
М.С. Павлова<sup>1</sup>, А.С. Стрельникова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург;

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург

Статья поступила в редакцию: 28.05.2018

Статья принята к печати: 30.08.2018

**Введение.** В настоящее время в педиатрической практике общепринятым является использование для поддержания анестезии ингаляционных анестетиков 3-го поколения — севофлурана и десфлурана. Сведения об эффективности и безопасности применения этих препаратов в ургентной анестезиологии у детей весьма ограничены, отсутствуют сравнительные исследования.

**Цель исследования** — провести сравнительную оценку применения десфлурана и севофлурана для поддержания анестезии при хирургической коррекции позвоночно-спинномозговой травмы у детей.

**Материал и методы.** В исследование включено 74 пациента в возрасте от 12 до 18 лет, которым была выполнена срочная хирургическая коррекция нестабильных переломов грудного и поясничного отделов позвоночника в период с 2015 по 2017 г. Все пациенты были разделены на две группы: группу Д, в которой поддержание анестезии осуществляли десфлураном (35 человек), и группу С, в которой анестезию поддерживали севофлураном (39 человек).

Исследовали следующие параметры: систолическое, диастолическое и среднее артериальное давление (АД), частоту сердечных сокращений (ЧСС), время восстановления самостоятельного дыхания, время до экстубации, время до выполнения команд, наличие осложнений интраоперационно и в течение 24 часов после оперативного вмешательства (выраженная интраоперационная гипотония, брадикардия и десатурация ( $SpO_2 < 95\%$ ) в пост-экстубационном периоде, агитация, тошнота, рвота, величина кровопотери).

**Результаты.** По результатам сравнительной оценки исследуемых параметров было установлено, что показатели систолического, диастолического и среднего АД и ЧСС в обеих группах не выходили за пределы допустимых значений. Данные интраоперационного мониторинга показателей капиллярной крови у всех пациентов находились в пределах нормальных значений и не отличались достоверно в обеих группах. Анализ показателей, отражающих скорость пробуждения, позволил установить, что в группе Д все этапы окончания анестезии осуществлялись быстрее. Количество эпизодов послеоперационной тошноты и рвоты в обеих группах было сопоставимо. В группе С отмечалась большая частота послеоперационной агитации. Сопутствующие нежелательные респираторные явления в группе Д отмечены не были, тогда как в группе С таковые зафиксированы у троих пациентов.

**Выводы.** Применение десфлурана и севофлурана обеспечивает благоприятный гемодинамический профиль интраоперационно и не сопровождается развитием клинически значимых побочных явлений. Десфлуран снижает вероятность некоторых нежелательных эффектов в ближайшем послеоперационном периоде, обеспечивает более быструю динамику пробуждения и возможность достоверной оценки неврологического статуса после оперативного вмешательства.

**Ключевые слова:** позвоночно-спинномозговая травма; дети; анестезия; севофлуран; десфлуран.

# COMPARATIVE EVALUATION OF DESFLURANE AND SEVOFLURANE ANESTHESIA DURING SURGICAL CORRECTION OF VERTEBRAL AND SPINAL CORD INJURY IN CHILDREN

© A.S. Kozyrev<sup>1</sup>, Yu.S. Alexandrovich<sup>2</sup>, A.V. Zaletina<sup>1</sup>, M.D. Ivanov<sup>1, 2</sup>, M.S. Pavlova<sup>1</sup>, A.S. Strelnikova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia;

<sup>2</sup>Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia

For citation: Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery. 2018;6(3):47-55

Received: 28.05.2018

Accepted: 30.08.2018

**Introduction.** Currently, inhaled third-generation anesthetic agents, such as sevoflurane and desflurane, are commonly used in pediatric practice. Their properties and efficiencies are studied in detail. Information about the effectiveness and safety of these drugs as emergency anesthesia in children is very limited; there are no comparative studies. The aim of this study was to conduct a comparative evaluation of desflurane and sevoflurane to maintain anesthesia during the surgical correction of vertebral and spinal cord injury in children.

**Material and methods.** This study included seventy-four 12–18-year-old patients (mean age, 14 years) who underwent immediate surgical correction of unstable fractures of the thoracolumbar and lumbar spine at the Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics between 2015 and 2017. The patients were categorized into two groups: group D, in which anesthesia was maintained with desflurane (35 patients), and group C, in which anesthesia was maintained with sevoflurane (39 patients). The following parameters were studied: systolic, diastolic, and average blood pressure (BP); heart rate (HR); respiratory recovery time; time to extubation; time to instruction completion; and presence of complications intraoperatively and within 24 h after surgery, including pronounced intraoperative hypotension, bradypnea, and desaturation ( $SpO_2 < 95\%$ ) in the postextubation period, agitation, nausea, vomiting, and measured blood loss.

**Results.** A comparative evaluation of the investigated parameters revealed that the systolic, diastolic, and average BP and HR in both groups did not exceed the limits of acceptable values. The results of the intraoperative monitoring of capillary blood parameters in all patients were within the reference range and did not differ significantly between groups. An analysis of the indicators reflecting the rate of awakening revealed that all stages of the termination of anesthesia were performed more quickly in group D. There was a comparable number of postoperative nausea and vomiting episodes in both groups. Group C displayed a high incidence of postoperative agitation. There were no related adverse respiratory effects in group D, whereas three patients reported such effects in group C.

**Conclusions.** The use of desflurane and sevoflurane provides a favorable hemodynamic profile intraoperatively and is not accompanied with the development of clinically significant side effects. Desflurane reduces the probability of certain adverse effects in the immediate postoperative period, provides a faster awakening, and has the possibility of reliable assessment of neurological status after surgery.

**Keywords:** vertebral and spinal cord injury; children; anesthesia; sevoflurane; desflurane.

## Введение

Актуальность своевременного хирургического лечения позвоночно-спинномозговой травмы у детей трудно переоценить. Несмотря на относительно небольшое количество случаев повреждений позвоночника в структуре изолированных и сочетанных травм опорно-двигательного аппарата (0,5–5,0 %), большая часть из них характеризуется механической и неврологической нестабильностью [1, 2]. Это определяет крайне высокий риск серьезных, часто необратимых неврологических осложнений, которые нередко приводят к инвалидности (11–30 %) и существенному ухудшению качества жизни [1]. Кроме того, присоединение стойкого неврологического

дефицита неминуемо влечет за собой развитие вторичных хронических осложнений, многие из которых, например тромбоэмболии, являются жизнеугрожающими.

Основными причинами позвоночно-спинномозговой травмы у детей являются автотравма — 39,0 %, кататравма — 34,6 %, падение на спину тяжелого предмета — 15,0 %, спортивная травма — 11,4 % [1].

Большая часть пациентов детского возраста с позвоночно-спинномозговой травмой (73,9 %) нуждается в хирургическом лечении [3]. Ранняя хирургическая коррекция сокращает сроки лечения в палате интенсивной терапии и общую длительность госпитализации [4]. Кроме того,

оперативное лечение, проведенное в течение первых 72 часов после получения травмы, уменьшает длительность респираторной поддержки, если таковая необходима, и снижает число инфекционных осложнений [5].

Принимая во внимание срочный характер необходимой хирургической помощи пациентам с позвоночно-спинномозговой травмой, возможности сбора анамнестических данных, предоперационного обследования и подготовки часто бывают ограничены. Кроме того, многие пациенты поступают в стационар для получения экстренной хирургической помощи в тяжелом состоянии, сопровождающемся явлениями, которые могут вносить существенные изменения в план анестезиологического обеспечения хирургического вмешательства.

Общепринятым в детской практике является планирование анестезиологического обеспечения срочных хирургических вмешательств при лечении пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой с учетом следующих критериев [1]:

- 1) быстрая последовательная внутривенная индукция при сочетании гипнотика (пропофол 3–5 мг/кг), наркотического анальгетика (фентанил 4–5 мкг/кг) и недеполяризующего миорелаксанта;
- 2) поддержание анестезии: тотальная внутривенная анестезия;
- 3) возможность использования ингаляционного анестетика в качестве основного средства для поддержания анестезии при восполненном дефиците объема циркулирующей крови (ОЦК) и стабильной гемодинамике;
- 4) техническая готовность к экстренной немедленной коррекции выраженных гемодинамических нарушений в ходе анестезии;
- 5) постоянный мониторинг и коррекция возможных отклонений газового и электролитного составов крови, нарушений гемостаза и кислородотранспортной функции крови;
- 6) поддержание нормотермии;
- 7) обеспечение (при возможности) максимально быстрой оценки неврологического статуса по окончании оперативного вмешательства.

В настоящее время широкое распространение в педиатрической практике получили ингаляционные анестетики третьего поколения — севофлуран и десфлуран [6]. Их свойства и эффективность подробно изучены, что отражено в большом количестве исследований, посвященных применению этих препаратов для анестезиологического обеспечения плановых оперативных вмешательств у детей [7–14].

Вместе с тем данные об эффективности и безопасности применения ингаляционных анестетиков третьего поколения в ургентной анестезиологии у детей весьма ограничены, отсутствуют сравнительные исследования этих препаратов, что и послужило основанием для выполнения настоящего исследования.

**Цель исследования** — сравнительная оценка применения десфлурана и севофлурана для поддержания анестезии при хирургической коррекции позвоночно-спинномозговой травмы у детей.

## Материал и методы

В исследование включено 74 пациента в возрасте от 12 до 18 лет (средний возраст — 14 лет), которым на базе ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» была выполнена срочная хирургическая коррекция нестабильных переломов грудного и поясничного отделов позвоночника в период с 2015 по 2017 г. Все пациенты были разделены на две группы: группу Д, в которой поддержание анестезии осуществляли десфлураном (35 человек), и группу С, в которой анестезию поддерживали севофлураном (39 человек).

Характеристика исследуемых детей представлена в табл. 1. По возрасту, весу тела и полу группы достоверно не отличались друг от друга.

Индукцию анестезии в обеих группах осуществляли внутривенным введением пропофола (4 мг/кг) и фентанила (2 мкг/кг). После миорелаксации в/в введением рокурония в дозе 0,5 мг/кг выполняли оротрахеальную интубацию.

Всем пациентам проводили искусственную вентиляцию легких с управлением по давлению и поддержанием нормовентиляции (аппараты

Таблица 1

Характеристика исследуемых пациентов по возрасту, весу тела и полу

Показатели	Группа Д (n = 35) M ± m	Группа С (n = 39) M ± m	Уровень достоверности
Возраст	14,53 ± 0,28	14,21 ± 0,26	0,163
Вес	48,4 ± 1,42	50,78 ± 1,45	0,224
Пол, муж/жен	13/22	15/24	

Datex Aestiva или Datex Avance GE Healthcare Technologies, США).

Анестезию осуществляли ингаляционным анестетиком (десфлураном в группе Д и севофлураном в группе С) с поддержанием 0,8–1,0 МАК. В обеих группах выполняли внутривенное микроструйное введение фентанила из расчета 3–5 мкг/кг/ч. При необходимости на этапе хирургического доступа в/в болюсно вводили рокурония бромид из расчета 0,5 мг/кг.

Интраоперационную инфузионную терапию проводили из расчета 10–12 мл/кг/ч. Выполняли в/в капельное введение кристаллоидных (раствор Рингера) и коллоидных («Гелофузин») растворов в соотношении 2 : 1.

В течение всей анестезии поддерживали нормотермию (электроподогрев операционного стола и вводимых инфузионных растворов).

В ходе анестезии осуществляли мониторинг систолического, диастолического и среднего артериального давления (АД) неинвазивным методом, частоты сердечных сокращений (ЧСС), SpO<sub>2</sub> капиллярной крови, концентрации O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, десфлурана и севофлурана на вдохе и выдохе, кожной температуры (анестезиологический монитор Datex-Ohmeda Cardiacap 5, GE Healthcare Technologies, США). Мониторировали следующие показатели капиллярной крови: pH, pO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub>, sO<sub>2</sub>, BE, pHCO<sub>2</sub>, cGlu, cLac, cK<sup>+</sup>, cNa<sup>+</sup>, cCa<sup>2+</sup>, cCl<sup>-</sup>, ctHb, Ht (газоанализатор ABL 835, Radiometer, Copenhagen).

Анестезиологическое пособие в обеих группах завершали по следующей схеме: за 15 мин до окончания хирургического вмешательства (кожный шов) прекращали введение фентанила. За 5 мин до окончания вмешательства ингаляционный компонент снижали до 0,6 МАК. Сразу после хирургического вмешательства полностью прекращали подачу ингаляционного анестетика.

После восстановления эффективного самостоятельного дыхания и элементарного сознания выполняли экстубацию трахеи. Дальнейшее наблюдение за пациентами осуществляли в палате ОАРИТ. В течение 30–40 мин после поступления из операционной пациентов обеспечивали оксигенацией через кислородную маску.

Объем интраоперационной кровопотери оценивали, суммируя количество крови в хирургическом электроаспираторе и результаты взвешивания салфеток, использованных в ходе вмешательства.

Исследовали следующие параметры: АД систолическое, диастолическое и среднее неинвазивным методом, ЧСС, время восстановления самостоятельного дыхания (минуты), время до открывания глаз (минуты), время до экстубации (минуты), время до выполнения команд (минуты), наличие осложнений интраоперационно и в течение 24 часов после оперативного вмешательства (выраженная интраоперационная гипотония, брадикардия и десатурация (SpO<sub>2</sub> < 95 %) в постэкстубационном периоде, ажитация, тошнота, рвота, величина кровопотери).

Статистическую обработку материала выполняли с помощью программного пакета Statistica 6.0. Вычисляли среднее значение (*M*), стандартное отклонение (*s*), ошибку средней величины (*m*). Для сравнения значений внутри группы использовали критерий Вилкоксона (*M* ± *m*), для сравнения двух групп — критерий Манна – Уитни. Различия признавали достоверным при *p* < 0,05.

## Результаты

Продолжительность хирургических вмешательств и объем интраоперационной кровопотери в обеих группах были сопоставимы (табл. 2).

Средняя продолжительность вмешательств составила 175 ± 5,05 мин в группе Д и 180 ± 5,22 мин в группе С. Статистически значимых различий по продолжительности вмешательства выявлено не было.

Средний объем кровопотери в обеих группах составил 650 мл (450–800 мл), что не превышало 20 % ОЦК. Такая величина кровопотери не требовала ни в одном из случаев интраоперационной коррекции компонентами донорской крови. В послеоперационном периоде фиксировали объем дренажной кровопотери и результаты клинических анализов крови. При снижении уровня гемоглобина ниже 70 г/л и появлении клинических

Таблица 2

Продолжительность хирургических вмешательств (минуты) и объем интраоперационной кровопотери (мл)

Исследуемые параметры	Группа Д ( <i>n</i> = 35) <i>M</i> ± <i>m</i>	Группа С ( <i>n</i> = 39) <i>M</i> ± <i>m</i>	Уровень достоверности
Продолжительность хирургического вмешательства	175 ± 5,05	180 ± 5,22	0,25
Средний объем интраоперационной кровопотери	640 ± 18,47	655 ± 18,90	0,4

Таблица 3

Динамика показателей ЧСС (уд/мин) и АД (мм рт. ст.)

Исследуемые параметры	Группа Д (n = 35) M ± m	Группа С (n = 39) M ± m	Уровень достоверности
ЧСС через 10 мин после включения ингаляционного компонента	96 ± 2,93	84 ± 2,56	<0,05
ЧСС через 30 мин после включения ингаляционного компонента	75 ± 2,29	74 ± 2,26	0,4
ЧСС в конце постановки металлоконструкции	73 ± 2,23	74 ± 2,20	0,56
АД систолическое через 10 мин после включения ингаляционного компонента	113 ± 3,45	104 ± 3,18	<0,05
АД систолическое через 30 мин после включения ингаляционного компонента	93 ± 2,84	91 ± 2,78	0,43
АД систолическое в конце постановки металлоконструкции	92 ± 2,81	89 ± 2,72	0,67
АД диастолическое через 10 мин после включения ингаляционного компонента	62 ± 1,90	53 ± 1,62	<0,05
АД диастолическое через 30 мин после включения ингаляционного компонента	55 ± 1,68	52 ± 1,59	0,27
АД диастолическое в конце постановки металлоконструкции	53 ± 1,60	50 ± 1,53	0,33
АД среднее через 10 мин после включения ингаляционного компонента	84 ± 2,49	73 ± 2,15	<0,05
АД среднее через 30 мин после включения ингаляционного компонента	72 ± 2,20	70 ± 2,14	0,78
АД среднее в конце постановки металлоконструкции	69 ± 2,10	68 ± 2,07	0,66

признаков недостаточности кислородотранспортной функции крови осуществляли трансфузию донорской эритроцитной взвеси. Всего выполнено 11 гемотрансфузий: 4 в группе Д и 7 в группе С.

Сравнительная оценка исследуемых параметров выявила, что показатели АД систолического, АД диастолического, АД среднего и ЧСС в обеих группах не выходили за пределы допустимых значений (с учетом возраста, исходного состояния, характера анестезии и оперативного вмешательства). В группе Д на начальных этапах введения десфлурана у большинства пациентов отмечалась умеренная «гипердинамия», характерная для этого анестетика и обусловленная активацией симпатoadреналовой системы. Это проявлялось тенденцией к повышению средних значений артериального давления и ЧСС. В течение 4–6 мин после достижения 0,8 МАК показатели центральной гемодинамики в группе Д стабилизировались и на дальнейших этапах анестезии достоверно не отличались в обеих группах. На основных этапах оперативного вмешательства средние значения АД составили в группе Д 69–72 мм рт. ст., в группе С — 68–70 мм рт. ст. при средних показателях

ЧСС 73–75 уд/мин. Таким образом, гемодинамический профиль обоих вариантов анестезии обеспечивал максимально благоприятные условия для снижения интраоперационной кровопотери и не создавал предпосылок для значимого снижения перфузионного давления в структурах центральной нервной системы (табл. 3).

Нельзя не упомянуть, что результаты интраоперационного мониторинга показателей капиллярной крови у всех пациентов были в пределах нормальных значений и достоверно не отличались в обеих группах.

Анализ показателей, отражающих скорость пробуждения, выявил, что в группе Д все этапы окончания анестезии осуществлялись быстрее. Следует отметить, что в абсолютных числах разница была не велика. Однако нами отмечено более четкое и адекватное понимание обращенной речи и просьб произвести те или иные действия у пациентов группы Д. Это в большинстве случаев позволяло максимально быстро и достоверно оценить чувствительные и двигательные функции в нижних конечностях. У всех пациентов группы Д полный послеоперационный неврологи-

Таблица 4

## Время пробуждения

Исследуемые параметры	Группа Д	Группа С	Уровень достоверности
Среднее время до восстановления самостоятельного дыхания (мин)	4,0 ± 0,24	7,0 ± 0,41	< 0,05
Среднее время до экстубации (мин)	6,0 ± 0,35	9,0 ± 0,53	< 0,05
Среднее время до открывания глаз (мин)	8,0 ± 0,47	12,0 ± 0,71	< 0,05
Среднее время до выполнения команд (мин)	8,0 ± 0,50	13,0 ± 0,76	< 0,05

Таблица 5

## Частота нежелательных эффектов

Показатели	Группа Д	Группа С	Уровень достоверности
Брадикардия	0 (0 %)	3 (7,69 %)	< 0,05
Десатурация (SpO <sub>2</sub> < 95 %)	0 (0 %)	3 (7,69 %)	< 0,05
Ажитация	8 (22,8 %)	12 (30,7 %)	< 0,05
Тошнота	9 (25,71 %)	10 (25,64 %)	0,31
Рвота	8 (22,86 %)	8 (20,51 %)	0,63

ческий статус удавалось определить сразу после пробуждения перед транспортировкой в палату ОАРИТ. У пациентов группы С достоверность оценки неврологического статуса часто вызывала сомнения ввиду нечеткого выполнения команд и затруднительного речевого контакта, что требовало повторных осмотров в ближайшем послеоперационном периоде (табл. 4).

Анализ частоты сопутствующих нежелательных эффектов и осложнений выявил, что количество эпизодов послеоперационной тошноты и рвоты в обеих группах сопоставимо (табл. 5).

В группе С отмечалась большая частота послеоперационной ажитации. Сопутствующие нежелательные респираторные явления в группе Д отмечены не были, тогда как в группе С таковые зафиксированы у троих пациентов.

## Обсуждение полученных результатов

В исследование были включены пациенты с исходными стабильными показателями ЧСС и АД и компенсированным ОЦК, объем предстоящего хирургического вмешательства у которых не предполагал массивной кровопотери.

В результате исследования было установлено, что применение ингаляционных анестетиков 3-го поколения для поддержания анестезии в ходе хирургической коррекции нестабильных переломов грудного и поясничного отделов позвоночника у детей не сопровождалось клини-

чески значимыми нежелательными эффектами. Вышеописанные варианты анестезии в сочетании со стандартной инфузионной терапией обеспечивали в целом благоприятный гемодинамический профиль. В свою очередь, адекватные анальгетический и гипнотический компоненты анестезии, стабильные показатели гемодинамики, нормотермия, лабораторный мониторинг и тщательный хирургический гемостаз являются неотъемлемыми компонентами интраоперационного кровосбережения.

Средняя кровопотеря в обеих группах была сопоставима и не превышала 20 % ОЦК. В группе пациентов с основным поддерживающим агентом десфлураном отмечена более выгодная динамика пробуждения применительно к характеру оперативного вмешательства и необходимости максимально быстро и точно оценить неврологический статус в нижних конечностях сразу после пробуждения. Быстрое и достоверное обнаружение чувствительных и двигательных нарушений является особенно критичным фактором после хирургической коррекции травматических повреждений структур позвоночника.

У пациентов с исходно нестабильной гемодинамикой, выраженным дефицитом ОЦК или высоким риском массивной интраоперационной кровопотери крайне велика вероятность инотропной и вазопрессорной поддержки как интраоперационно, так и в послеоперационном периоде. Нельзя не упомянуть, что сочетание ингаляционного

анестетика и катехоламинов может обладать потенциально аритмогенным эффектом. Применять ингаляционные анестетики как основной компонент поддержания анестезии на фоне введения катехоламинов, согласно рекомендациям производителей десфлурана и севофлурана, необходимо с осторожностью. Учитывая вышесказанное, в подобных клинических ситуациях целесообразно использование тотальной внутривенной анестезии.

Имеющиеся на сегодняшний день публикации сравнительных исследований применения десфлурана и севофлурана в плановой детской анестезиологии демонстрируют в целом схожие с полученными нами результаты. Так, например, P. Gupta et al. выполнили сравнительную оценку применения десфлурана и севофлурана при плановой хирургической коррекции *spina bifida* у детей младшей возрастной группы (средний возраст — 5,8 года). Полученные ими данные свидетельствуют о более быстрой динамике пробуждения, восстановления самостоятельного дыхания и сознания при применении десфлурана. Авторы также отметили стабильность исследованных ими показателей гемодинамики (АД и ЧСС) в послеоперационном периоде в обеих группах [15].

К похожему выводу пришли и Byung Gun Lim et al. Авторы провели метаанализ 14 сравнительных исследований применения десфлурана и севофлурана в плановой детской анестезиологии. В работу были включены 1196 пациентов, у 588 из которых поддержание анестезии осуществлялось десфлураном, а у 608 — севофлураном. Результаты анализа показывают более короткое время восстановления сознания и экстубации в группе с десфлураном. Следует отметить, что авторы не выявили достоверной разницы между группами в количестве эпизодов посленаркозного возбуждения [12]. Jeremy N. Driscoll et al. в сравнительном исследовании применения десфлурана и севофлурана в плановой оториноларингологии также не выявили достоверных различий в частоте посленаркозной ажитации (в группе с десфлураном — 12 (0–18), в группе с севофлураном — 12 (0–20);  $p = 0,79$ ) [16]. В нашем исследовании этот показатель составил в группе с десфлураном 8 (0–35), в группе с севофлураном — 12 (0–39);  $p < 0,05$ ). Резюмируя, следует сказать, что данные исследований, посвященных проблеме посленаркозной ажитации в плановой анестезиологии у детей и способам ее профилактики, свидетельствуют о том, что эпизоды психомоторного возбуждения в послеоперационном периоде достаточно частое сопутствующее явление у пациентов, перенесших анестезию с применением того или иного ингаляционного компонента. Часто достоверную связь

между частотой возникновения ажитации и конкретным ингаляционным анестетиком выявить не удастся. Однако установлены другие факторы, в том числе фармакологические, влияющие на частоту и выраженность этого осложнения. Так, например, включение в протокол анестезии однократного болюсного введения таких препаратов, как пропофол или дексмететомидин, снижает частоту развития посленаркозной ажитации [17]. Применение фентанила в качестве анальгетического компонента анестезии также снижает частоту и выраженность эпизодов посленаркозного возбуждения [18].

## Выводы

1. Применение десфлурана и севофлурана как основных компонентов анестезии при хирургической коррекции травматических повреждений позвоночника и спинного мозга у детей с исходно стабильными показателями гемодинамики обеспечивает благоприятный гемодинамический профиль и не сопровождается развитием клинически значимых побочных явлений.
2. Десфлуран снижает вероятность таких нежелательных эффектов, как брадикардия, десатурация после экстубации трахеи, а также ажитации в ближайшем послеоперационном периоде.
3. Использование десфлурана для поддержания анестезии при хирургической коррекции травматических повреждений позвоночника и спинного мозга у детей обеспечивает более быструю динамику пробуждения и возможность достоверной оценки неврологического статуса после оперативного вмешательства.

## Дополнительная информация

**Источник финансирования.** Работа осуществлена в соответствии с государственным контрактом на выполнение научно-исследовательской работы в рамках Союзного государства на тему «Разработка новых спинальных систем с использованием технологий прототипирования в хирургическом лечении детей с тяжелыми врожденными деформациями и повреждениями позвоночника».

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Этическая экспертиза.** Получено согласие пациентов и их законных представителей на участие в исследовании, обработку и публикацию персональных данных.

## Список литературы

1. Баиндурашвили А.Г., Виссарионов С.В., Александрович Ю.С., Пшениснов К.В. Позвоночно-спинномозговая травма у детей. – СПб.: Онли-Пресс, 2016. [Baindurashvili AG, Vissarionov SV, Aleksandrov YS, Pshenisnov KV. Pozvonochno-spinnomozgovaya travma u detey. Saint Petersburg: Onli-Press; 2016. (In Russ.)]
2. Виссарионов С.В., Павлов И.В., Гусев М.Г., Леин Г.А. Комплексное лечение пациента с множественными переломами позвонков в грудном отделе позвоночника // Травматология и ортопедия России. – 2012. – № 2. – С. 91–95. [Vissarionov SV, Pavlov IV, Gusev MG, Lein GA. Complex treatment of patient with multiple fractures of the vertebrae in the thoracic spine. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2012;(2):91-95. (In Russ.)]
3. Falavigna A, Righesso O, Guarise da Silva P, et al. Epidemiology and Management of Spinal Trauma in Children and Adolescents <18 Years Old. *World Neurosurg*. 2018;110:e479-e483. doi: 10.1016/j.wneu.2017.11.021.
4. Виссарионов С.В., Дроздецкий А.П., Кокушин Д.Н., Белянчиков С.М. Оперативное лечение пациентки с переломовывихом в грудном отделе позвоночника // Хирургия позвоночника. – 2011. – № 3. – С. 21–25. [Vissarionov SV, Drozdetsky AP, Kokushin DN, Belyanchikov SM. Surgical treatment of a patient with fracture-dislocation in the thoracic spine. *Spine surgery*. 2011;(3):21-25. (In Russ.)]
5. Dimar JR, Carreon LY, Riina J, et al. Early versus late stabilization of the spine in the polytrauma patient. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(21 Suppl):S187-192. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181f32bcd.
6. Александрович Ю.С., Пшениснов К.В., Гордеев В.И. Анестезия в педиатрии: Пособие для врачей. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2013. [Aleksandrovich YS, Pshenisnov KV, Gordeev VI. Anesteziya v pediatrii. Pособie dlya vrachev. Saint Petersburg: ELBI-SPb; 2013. (In Russ.)]
7. Isik Y, Goksu S, Kocoglu H, Oner U. Low flow desflurane and sevoflurane anaesthesia in children. *Eur J Anaesthesiol*. 2006;23(1):60-64. doi: 10.1017/S026502150500178X.
8. Kim JM, Lee JH, Lee HJ, Koo BN. Comparison of emergence time in children undergoing minor surgery according to anesthetic: desflurane and sevoflurane. *Yonsei Med J*. 2013;54(3):732-738. doi: 10.3349/ymj.2013.54.3.732.
9. Sethi S, Ghai B, Ram J, et al. Postoperative emergence delirium in pediatric patients undergoing cataract surgery — a comparison of desflurane and sevoflurane. *Paediatr Anaesth*. 2013;n/a-n/a. doi: 10.1111/pan.12260.
10. He J, Zhang Y, Xue R, et al. Effect of Desflurane versus Sevoflurane in Pediatric Anesthesia: A Meta-Analysis. *J Pharm Pharm Sci*. 2015;18(2):199. doi: 10.18433/j31882.
11. No HJ, Koo BW, Oh AY, et al. Retrospective cohort investigation of perioperative upper respiratory events in children undergoing general anesthesia via a supraglottic airway: A comparison of sevoflurane and desflurane. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(28):e4273. doi: 10.1097/MD.0000000000004273.
12. Lim BG, Lee IO, Ahn H, et al. Comparison of the incidence of emergence agitation and emergence times between desflurane and sevoflurane anesthesia in children: A systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(38):e4927. doi: 10.1097/MD.0000000000004927.
13. Kim EH, Song IK, Lee JH, et al. Desflurane versus sevoflurane in pediatric anesthesia with a laryngeal mask airway: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(35):e7977. doi: 10.1097/MD.0000000000007977.
14. Driscoll JN, Bender BM, Archilla CA, et al. Comparing incidence of emergence delirium between sevoflurane and desflurane in children following routine otolaryngology procedures. *Minerva Anesthesiol*. 2017;83(4):383-391. doi: 10.23736/S0375-9393.16.11362-8.
15. Gupta P, Rath GP, Prabhakar H, Bithal PK. Comparison between sevoflurane and desflurane on emergence and recovery characteristics of children undergoing surgery for spinal dysraphism. *Indian J Anaesth*. 2015;59(8):482-487. doi: 10.4103/0019-5049.162985.
16. Driscoll JN, Bender BM, Archilla CA, et al. Comparing incidence of emergence delirium between sevoflurane and desflurane in children following routine otolaryngology procedures. *Minerva Anesthesiol*. 2017;83(4):383-391. doi: 10.23736/S0375-9393.16.11362-8.
17. Makkar JK, Bhatia N, Bala I, et al. A comparison of single dose dexmedetomidine with propofol for the prevention of emergence delirium after desflurane anaesthesia in children. *Anaesthesia*. 2016;71(1):50-57. doi: 10.1111/anae.13230.
18. Cohen IT, Finkel JC, Hannallah RS, et al. The Effect of Fentanyl on the Emergence Characteristics After Desflurane or Sevoflurane Anesthesia in Children. *Anesth Analg*. 2002;94(5):1178-1181. doi: 10.1097/0000539-200205000-00023.

## Сведения об авторах

**Александр Сергеевич Козырев** — канд. мед. наук, врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург.

**Alexander S. Kozyrev** — MD, PhD, Anesthesiologist-Resuscitator of the Department of Anesthesiology, Resuscitation and Intensive Care. The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia.



**Юрий Станиславович Александрович** — д-р мед наук, профессор, заведующий кафедрой анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии ФП и ДПО ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России, главный внештатный детский анестезиолог-реаниматолог Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга, главный внештатный детский анестезиолог-реаниматолог МЗ РФ в Северо-Западном Федеральном округе.

**Анна Владимировна Залетина** — канд. мед. наук, руководитель научно-организационного отдела, врач травматолог-ортопед отделения № 11 ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9838-2777>. E-mail: [omoturner@mail.ru](mailto:omoturner@mail.ru).

**Марат Дмитриевич Иванов** — врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России. Ассистент кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России.

**Мария Сергеевна Павлова** — врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург.

**Ангелина Сергеевна Стрельникова** — клинический ординатор кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России.

**Yuriy S. Aleksandrovich** — MD, PhD, Professor, Chief of the Department of Anesthesiology, Resuscitation and Emergency Pediatrics, the Faculty of Postgraduate and Additional Professional Education of Saint Petersburg State Pediatric Medical University, the Chief Visiting Pediatric Anesthesiologist of the Committee on Health of Saint Petersburg, the Chief Visiting Pediatric Anesthesiologist-Resuscitator of the Ministry of Health of the Russian Federation in the North-Western Federal District.

**Anna V. Zaletina** — MD, PhD, Head of the Scientific-Organizational Department, Orthopedic and Trauma Surgeon of the Department No 11. The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9838-2777>. E-mail: [omoturner@mail.ru](mailto:omoturner@mail.ru).

**Marat D. Ivanov** — MD, Anesthesiologist and Resuscitator of the Department of Anesthesiology, Resuscitation and Intensive Care of The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Assistant of the Chair of Anesthesiology, Resuscitation and Emergency Pediatrics of Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Russia.

**Maria S. Pavlova** — MD, Anesthesiologist and Resuscitator of the Department of Anesthesiology, Resuscitation and Intensive Care. The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia.

**Angelina S. Strelnikova** — MD, Clinical Resident of the Department of Anesthesiology, Resuscitation and Emergency pediatrics of Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Russia.