

ИНГАЛЯЦИОННАЯ АНЕСТЕЗИЯ У ДЕТЕЙ В АМБУЛАТОРНОЙ СТОМАТОЛОГИИ: КСЕНОН ИЛИ СЕВОФЛУРАН?

© В.В. Лазарев¹, Д.М. Халиуллин ✉²

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва;

² ООО «Дентал Форте Элит», Набережные Челны, Республика Татарстан

■ **Для цитирования:** Лазарев В.В., Халиуллин Д.М. Ингаляционная анестезия у детей в амбулаторной стоматологии: ксенон или севофлуран? // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. — 2020. — Т. 10. — № 4. — С. 435–443. <https://doi.org/10.17816/psaic721>

Поступила: 19.09.2020

Одобрена: 30.10.2020

Опубликована: 10.12.2020

Введение. Выбор оптимального анестетика в амбулаторной стоматологической практике — важнейший этап составления плана лечения детям, которым необходима санация полости рта в условиях общей анестезии. Работ посвященных сравнительной характеристике севофлурана и ксенона мало.

Цель — сравнить эффекты ингаляционной анестезии ксеноном и севофлураном на этапе поддержания анестезии в амбулаторной стоматологической практике.

Материалы и методы. В рандомизированное, контролируемое, в параллельных группах со случайной выборкой исследование включено 103 пациента обоих полов в возрасте от 2 до 12 лет. Дети были разделены на 2 группы: 1-я группа (35 детей) — анестезия севофлураном, 2-я группа (68 детей) — анестезия ксеноном. В каждой группе и между группами на этапах анестезии мониторировали данные BIS-индекса, частоты сердечных сокращений, артериального давления, показателей вентиляции легких, глюкозы, кислотно-щелочного состояния и ионного состава венозной крови.

Результаты. Достоверные различия между группами были отмечены в значениях BIS-индекса на этапе завершения анестезии, свидетельствующие о более быстром пробуждении пациентов при анестезии ксеноном. Показатели артериального давления и частоты сердечных сокращений в группе ксенона исходно и в конце исследования статистически не значимы, по сравнению с группой севофлурана. Остальные показатели не имели значимых различий между группами.

Заключение. Использование севофлурана и ксенона при проведении общей анестезии в амбулаторной стоматологической практике характеризуется стабильностью кислотно-щелочного состояния, ионного состава, концентрации глюкозы, позволяет обеспечить адекватные условия для спонтанной вентиляции легких с аппаратной поддержкой давлением.

Ключевые слова: ксенон; севофлуран; амбулаторная анестезия; стоматология; дети.

INHALATION ANESTHESIA IN CHILDREN IN OUTPATIENT DENTISTRY: XENON OR SEVOFLURANE?

© V.V. Lazarev¹, D.M. Khaliullin ✉²

¹ N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia;

² LC “Dental Forte Elit”, Naberezhnye Chelny, Russia

■ **For citation:** Lazarev VV, Khaliullin DM. Inhalation anesthesia in children in outpatient dentistry: xenon or sevoflurane? *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2020;10(4):435–443. <https://doi.org/10.17816/psaic721>

Received: 19.09.2020

Accepted: 30.10.2020

Published: 10.12.2020

Abstract. The choice of optimal anesthetic in outpatient dental practice is an important stage in treatment plan preparation for children who need oral sanitation under general anesthesia. Few works were devoted to the comparative characterization of sevoflurane and xenon, especially in conditions of outpatient dental practice.

Aim. This study aimed to compare the characteristics of xenon and sevoflurane inhalation anesthesia at the stage of maintaining anesthesia in outpatient dental practice.

Materials and methods. This is an open, comparative, and randomized study, in parallel groups with random sampling. A total of 103 patients of both sexes aged 2–12 years were included. Children were divided into 2 groups: group 1 (35 children), with sevoflurane anesthesia and group 2 (68 children), with xenon anesthesia. In each and between groups at stages of anesthesia, data from the bispectral (BIS) index, heart rate, blood pressure, lung ventilation, glucose, acid-base status, and ionic composition of venous blood were monitored.

Results. Significant differences between groups were observed in the BIS-index values at the end of anesthesia, indicating a faster awakening of patients under xenon anesthesia. Blood pressure and heart rate indicators in the xenon group at the beginning and end of the study are not statistically significant compared to the sevoflurane group. Remaining indicators did not show significant differences between groups.

Conclusion. The use of sevoflurane and xenon during general anesthesia in outpatient dental practice characterized by the stability of the acid-base state, ion composition, and glucose concentration allows adequate conditions for spontaneous ventilation with pressure support. However, a faster awakening of the patient at the end was observed when using xenon. Diastolic blood pressure and heart rate in the xenon group after the end of anesthesia are close to baseline values.

Keywords: xenon; children; sevoflurane; ambulatory anesthesia; dentistry.

ВВЕДЕНИЕ

Выбор оптимального анестетика в амбулаторной стоматологической практике — важнейший этап составления плана лечения детям, которым необходима санация полости рта в условиях общей анестезии. Анестетики, используемые для амбулаторной анестезии должны иметь следующие характеристики: быстрая индукция, легко контролируемая глубина анестезии, быстрое восстановление после анестезии и малое количество неблагоприятных реакций после общей анестезии [1].

В амбулаторной стоматологии ингаляционные анестетики занимают лидирующие позиции. В детской стоматологии анестезия с применением ингаляции севофлурана по частоте достигла высоких показателей [2], которые увеличиваются практически до 99 % при внутривенном введении мидазолама и фентанила [3]. Севофлуран самый предпочитаемый анестетик в стоматологической практике сегодня [4]. Продемонстрированы хорошие результаты применения севофлурана с дексметомидином. Во время стоматологического лечения у детей достигнуты стабильные гемодинамические показатели и сниженное влияние на дыхание при сравнении с применением только севофлурана [5].

В детской стоматологии преимущества севофлурана значимы ввиду возможности быстрой индукции анестезии и быстрого восстановления. Однако эти свойства отмечены при коротких по продолжительности стоматологических вмешательствах [6].

Нельзя не отметить одно из проявлений анестезии севофлураном у педиатрических

пациентов, как возбуждение при пробуждении, отмечающееся в 10–80 % случаев. Постнаркотическое возбуждение признается одним из факторов риска развития значительных осложнений, таких как тревожность, расстройства питания и сна, а также энурез, наряду с устойчивым вторичным изменением эмоционального и когнитивного развития [7, 8].

Ксенон можно рассматривать как альтернативный ингаляционный анестетик в амбулаторной стоматологической практике, ввиду характерных для него свойств: кардиопротективного, нейропротективного, анальгетического, антистрессорного, седативного, кардиотонического [9–12].

Применение ксенона в амбулаторной стоматологии у детей практически не изучено, хотя имеются данные о положительных результатах. Продемонстрированы стабильные показатели гемодинамики, вентиляции, кислотно-щелочного состояния, динамики BIS-индекса при стоматологическом лечении детей [13]. Имеются данные по безопасному применению ксенона у детей с различными хирургическими заболеваниями [14]. Работ, посвященных сравнительной характеристике севофлурана и ксенона, мало. В одной из таких работ продемонстрировано, что анестезия с применением ксенона обеспечивает лучшую гемодинамическую стабильность в ходе плановых операций у детей. Также убедительно доказано, что ксенон и севофлуран обладают высоким уровнем антистрессорной активности при плановых операциях у детей [15].

Цель исследования — сравнить эффекты ингаляционной анестезии ксеноном и севофлураном в амбулаторной стоматологической практике на этапе поддержания анестезии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В открытое, сравнительное, рандомизированное, в параллельных группах со случайной выборкой исследование было включено 103 пациента обоих полов в возрасте от 2 до 12 лет (табл. 1). Дети были разделены на 2 группы: 1-я группа — 35 человек, получавших лечение под анестезией севофлураном, 2-я группа — 68 детей, с анестезией ксеноном. Все дети при оценке по шкале классификации анестезиологического риска ASA (Американского общества анестезиологов) соответствовали I–II классу. Исследование осуществлялось на базе ООО «Дентал Форте» (Набережные Челны), с оформлением информированного согласия (ИС) на участие пациента в исследовании. Разрешение локального этического комитета № 1/2018 от 01.12.2018. Включенным в исследование детям проводилось стоматологическое лечение под двумя различными видами анестезии: на основе севофлурана или ксенона.

Критериями включения в исследование принимались: возраст детей в пределах 2–12 лет, выполнение стоматологического вмешательства продолжительностью не менее 60 мин, отсутствие у пациента нейромышечных заболеваний, согласие родителей на участие в исследовании.

К критериям исключения отнесли: индивидуальную непереносимость лекарственных средств, используемых в исследовании, наличие инфекционного процесса любой этиологии, за исключением наличия кариеса или пульпита, наличие острой и хронической патологии со стороны легких и сердечно-сосудистой системы, отказ от участия в исследовании.

Во всех случаях анестезию проводили без премедикации. Индукцию анестезии в обеих группах осуществляли севофлураном (Sev) в потоке 6 л/мин 100 % O_2 по описанной ранее методике [16]. Затем концентрацию Sev снижали до 4–6 об% и поддерживали на таком уровне до наступления хирургической стадии наркоза, при которой биспектральный индекс (BIS-индекс) снижался до 60 условных единиц (у.е.). Далее осуществляли венозный доступ, при котором значения BIS-индекса значительно не менялись. С целью снижения саливации

и мышечного тонуса внутривенно вводили атропин в дозе 0,01 мг/кг и мидазолам в дозе 0,3 мг/кг, после чего производили интубацию трахеи и далее поддержание спонтанного дыхания пациента через наркозно-дыхательную аппаратуру (НДА) в режиме PSV (pressure support ventilation — вентиляция поддержкой давлением).

Врач-стоматолог перед началом и в процессе лечения в обеих группах поэтапно проводил инфльтрационную анестезию согласно рекомендованным методикам¹.

Поддержание анестезии в группе ксенона (Xe) выполняли ингаляцией препарата с момента начала санации ротовой полости, при этом подачу Sev прекращали. Заполнение контура ксеноном проводили при спонтанном дыхании через НДА с респираторной поддержкой в режиме PSV. Значения параметров вентиляции были заданы исходя из антропометрических данных ребенка. Общий поток свежего газа составлял 2,5 л/мин, клапан APL переводили в положение 30 см вод. ст., FiO_2 устанавливали 0,3, а Xe — соответственно 70 % в ингалируемой смеси. Времени до наступления равновесной концентрации Xe в потоке O_2 в соотношении 60–65 : 40–35 % соответственно во всех случаях было не более 2 мин. После того как целевая концентрация Xe достигала своих значений, газоток устанавливали и поддерживали на протяжении всей анестезии порядка 300 мл/мин, при этом FiO_2 не ниже 0,35.

После завершения лечения поддержание вентиляции легких проводили в режиме PSV при газотоке 2,5 л/мин, $FiO_2 = 1$ до достижения концентрации Xe в контуре до 10 % и ниже, после чего производили экстубацию трахеи.

В группе Sev поддержание анестезии осуществляли путем ингаляции анестетика в концентрации 2–3 об% при спонтанном дыхании через НДА с респираторной поддержкой в режиме PSV, с газотоком 2 л/мин, FiO_2 не более 40 %, с переводом клапана APL в положение 30 см вод. ст.

После окончания лечения подачу севофлурана прекращали и начинали ингаляцию 100 % кислородом при газотоке 5 л/мин. Через 2 мин после завершения лечения производили экстубацию трахеи.

¹ Рабинович С.А., Лукьянов М.В., Московец О.Н., Зорян Е.В. Современные методы обезбоживания на основе артикаинсодержащих препаратов: Методические рекомендации для стоматологов всех специальностей. — М., 2002. — 22 с.

Таблица 1 / Table 1

Характеристика пациентов, *Me* [Q_1 ; Q_3]
 Characteristics of patients, *Me* [Q_1 ; Q_3]

Показатель	Группа севофлурана	Группа ксенона	<i>p</i>
Возраст, лет	4 [3; 4]	4 [2; 5]	0,28
Вес, кг	16 [13; 19]	16 [13; 20]	0,33
Длительность анестезии, мин	100 [80; 135]	120 [100; 160]	1,00
Длительность лечения, мин	85 [70; 120]	120 [110; 157]	1,00

Примечание. *p* — достоверность различий между группами.

В обеих группах во время анестезии и стоматологического вмешательства инфузионную терапию не проводили, так как дети поступали на лечение с ограничением приема жидкости до 2 ч.

Мониторируемые показатели: артериальное давление систолическое (AD_c), диастолическое (AD_d), среднее (AD_{cp}), частота сердечных сокращений (ЧСС), оцениваемые с помощью монитора Solvo M-3000 (Китай), данные BIS-индекса (монитор оценки глубины анестезии МГА-06, Россия), показатели вентиляции легких — P_{aw} (давление в дыхательных путях, мм рт.ст.), MV (минутная вентиляция легких, л/мин), V_{te} (объем выдоха, мл), V_{ti} (объем вдоха, мл), FiO_2 (концентрация кислорода во вдыхаемой газовой смеси, %), $EtCO_2$ (концентрация CO_2 в конце выдоха, мм рт.ст.) регистрируемые встроенным модулем наркозно-дыхательного аппарата, газовый состав крови оценивали в венозной крови с помощью анализатора iStat (США).

Уровень угнетения сознания оценивали на основании динамики BIS-индекса с помощью монитора оценки глубины анестезии МГА-06 (Triton, Россия). Целевые значения составляли 41–60 у.е.

Динамику pH , pO_2 , pCO_2 , HCO_3^- , BE , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , глюкозы определяли в венозной крови с помощью анализатора iStat (США).

Регистрируемые показатели оценивали на 8 этапах: 1) перед индукцией анестезии; 2) после индукции анестезии; 3) после интубации трахеи; 4) через 15 мин после начала стоматологического вмешательства; 5) через 45 мин после начала стоматологического вмешательства; 6) через 75 мин после начала стоматологического вмешательства; 7) перед экстубацией трахеи; 8) перевод в палату пробуждения (в течение 5 мин после проведения экстубации).

Статистическая обработка осуществлялась с использованием программных средств пакета IBM SPSS, Statistics 23. Данные оценивались

как непараметрические (соответствие нормальному распределению проводили по тесту Колмогорова–Смирного) с определением медианы (*Me*), 1-го и 3-го квартилей [Q_1 ; Q_3], по критериям Манна–Уитни (*U*-тест) и Вилкоксона (*W*). Различия принимались достоверными при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В обеих группах значения BIS-индекса на этапах 4–7, поддержания анестезии и экстубации трахеи, значимо не отличались и находились в пределах 40–60 у.е., что свидетельствовало о достаточной глубине угнетения сознания (табл. 2).

При оценке начального и конечного этапов в группе ксенона Хе отмечалось статистически значимое ($p = 0,002$) различие значений показателя. Таким образом, можно говорить о не полном достижении исходного уровня, хотя клинически дети уже были в сознании и контактны. В группе Сев различие значений BIS-индекса между началом и концом исследования также было статистически значимо ($p = 0,0001$), однако наблюдался значительный разброс значений *Me* — 75 у.е. на 8-м этапе и 98 у.е. на 1-м этапе исследования. При интерпретации межгрупповых различий между группой Сев и Хе статистически значимой разницы во время перевода в палату послеоперационного наблюдения не обнаружили ($p = 0,308$).

Гемодинамика в обеих группах в течение всех этапов исследования была стабильна, медианы значений АД, ЧСС практически на всех этапах были очень близки между группами (табл. 3). Динамика оцениваемых показателей сердечно-сосудистой системы в обеих группах укладывалась в допустимые пределы возрастных значений.

Динамика показателей вентиляции легких характеризовалась стабильностью на всех этапах их регистрации (табл. 4).

Таблица 2 / Table 2

Уровень угнетения сознания в исследуемых группах, Me [Q₁; Q₃]
Level of depression of consciousness in studied groups, Me [(Q₁; Q₃)]

Группа	Показатель	Этапы анестезии							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Хе	BIS-индекс, у.е. $P_{8,1} = 0,002$	98 [97; 99], $P_{8,1} = 0,002$	70 [65; 80], $P_{2,1} = 0,007$	55 [50; 60], $P_{3,2} = 0,001$	50 [45; 55], $P_{4,3} = 0,007$	54 [48; 60], $P_{5,4} = 0,762$	50 [46; 53], $P_{6,5} = 0,409$	50 (47; 55), $P_{7,6} = 0,071$	92 [90; 94], $P_{8,7} = 0,007$
Sev	BIS-индекс, у.е. $P_{8,1} = 0,0001$	98 [98; 99], $P_{8,1} = 0,0001$	60 [60; 65], $P_{2,1} = 0,002$	55 [50; 60], $P_{3,2} = 0,003$	50 [50; 55], $P_{4,3} = 0,002$	50 [45; 50], $P_{5,4} = 0,052$	45 [45; 50], $P_{6,5} = 0,137$	45 (45; 50), $P_{7,6} = 0,625$	75 [70; 80], $P_{8,7} = 0,002$

Примечание. Здесь и далее обозначение подобное $P_{2,1}$ — достоверность различий между этапами анестезии.

Note. Hereinafter, a designation similar to $P_{2,1}$ indicates the significance of differences between anesthesia stages

Таблица 3 / Table 3

Показатели артериального давления и частоты сердечных сокращений в исследуемых группах, Me [Q₁; Q₃]
Blood pressure and heart rate in the study groups, Me [Q₁; Q₃]

Группа	Показатель	Этапы							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Хе	АД _{ср} , мм рт.ст.	90 [90; 97], $P_{8,1} = 0,001$, $P_{8,1} = 1,000$	80 [80; 90], $P_{2,1} = 0,008$, $P_{2,1} = 0,772$	90 [85; 100], $P_{3,2} = 0,001$, $P_{3,2} = 1,000$	90 [87; 95], $P_{4,3} = 0,498$, $P_{4,3} = 1,000$	90 [90; 97], $P_{5,4} = 0,240$, $P_{5,4} = 0,238$	95 [90; 100], $P_{6,5} = 0,305$, $P_{6,5} = 0,069$	95 [90; 100], $P_{7,6} = 0,276$, $P_{7,6} = 0,723$	95 [90; 100], $P_{8,7} = 0,266$, $P_{8,7} = 0,724$
	АД _{пр} , мм рт.ст.	60 [50; 60], $P_{8,1} = 0,86$, $P_{8,1} = 1,000$	50 [45; 55], $P_{2,1} = 0,002$, $P_{2,1} = 1,000$	55 [45; 65], $P_{3,2} = 0,005$, $P_{3,2} = 0,381$	50 [40; 60], $P_{4,3} = 0,022$, $P_{4,3} = 0,664$	55 [42; 60], $P_{5,4} = 0,459$, $P_{5,4} = 1,000$	55 [45; 60], $P_{6,5} = 0,664$, $P_{6,5} = 1,000$	60 [50; 65], $P_{7,6} = 0,014$, $P_{7,6} = 0,802$	60 [50; 65], $P_{8,7} = 0,617$, $P_{8,7} = 0,564$
	АД _{ср} , мм рт.ст.	70 [63; 73], $P_{8,1} = 0,19$, $P_{8,1} = 1,000$	67 [59; 70], $P_{2,1} = 0,004$, $P_{2,1} = 1,000$	67 [60; 75], $P_{3,2} = 0,050$, $P_{3,2} = 1,000$	67 [57; 73], $P_{4,3} = 0,071$, $P_{4,3} = 1,000$	70 [60; 73], $P_{5,4} = 0,071$, $P_{5,4} = 1,000$	67 [60; 72], $P_{6,5} = 0,487$, $P_{6,5} = 1,000$	70 [63; 73], $P_{7,6} = 0,026$, $P_{7,6} = 1,000$	73 [64; 77], $P_{8,7} = 0,003$, $P_{8,7} = 1,000$
Sev	ЧСС, уд./мин	130 [120; 140], $P_{8,1} = 0,25$, $P_{8,1} = 1,000$	134 [124; 140], $P_{2,1} = 0,034$, $P_{2,1} = 1,000$	140 [134; 149], $P_{3,2} = 0,002$, $P_{3,2} = 1,000$	135 [130; 144], $P_{4,3} = 0,002$, $P_{4,3} = 0,081$	133 [127; 140], $P_{5,4} = 0,002$, $P_{5,4} = 1,000$	130 [125; 135], $P_{6,5} = 0,002$, $P_{6,5} = 1,000$	130 [124; 140], $P_{7,6} = 0,084$, $P_{7,6} = 0,136$	125 [117; 140], $P_{8,7} = 0,003$, $P_{8,7} = 0,643$
	АД _{ср} , мм рт.ст.	90 [85; 95], $P_{8,1} = 0,006$	90 [85; 95], $P_{2,1} = 0,068$	90 [85; 90], $P_{3,2} = 0,065$	85 [80; 90], $P_{4,3} = 0,017$	85 [85; 90], $P_{5,6} = 0,761$	85 [85; 90], $P_{6,5} = 0,681$	85 [85; 90], $P_{7,6} = 0,566$	85 [80; 90], $P_{8,7} = 0,767$
	АД _{пр} , мм рт.ст.	60 [55; 65], $P_{8,1} = 0,0003$	60 [50; 65], $P_{2,1} = 0,043$	55 [50; 60], $P_{3,2} = 0,003$	55 [50; 60], $P_{4,3} = 0,238$	55 [50; 60], $P_{5,4} = 0,981$	55 [50; 60], $P_{6,5} = 0,356$	55 [50; 60], $P_{7,6} = 0,173$	50 [40; 60], $P_{8,7} = 0,180$
Sev	АД _{ср} , мм рт.ст.	70 [65; 73], $P_{8,1} = 0,0002$	68 [63; 73], $P_{2,1} = 0,043$	67 [62; 70], $P_{3,2} = 0,038$	63 [62; 70], $P_{4,3} = 0,042$	65 [60; 68], $P_{5,4} = 0,501$	65 [62; 70], $P_{6,5} = 0,178$	65 [62; 68], $P_{7,6} = 0,369$	63 [55; 70], $P_{8,7} = 0,199$
	ЧСС, уд./мин	115 [110; 120], $P_{8,1} = 0,0006$	115 [110; 120], $P_{2,1} = 0,345$	120 [120; 125], $P_{3,2} = 0,008$	120 [115; 125], $P_{4,3} = 0,082$	120 [115; 120], $P_{5,4} = 0,097$	115 [115; 120], $P_{6,5} = 0,572$	115 [110; 120], $P_{7,6} = 0,231$	120 [118; 126], $P_{8,7} = 0,005$

Примечание. Здесь и далее p — при оценке различий между этапами анестезии по критерию Вилкоксона; P^* — достоверность различий между группами по критерию Манна-Уитни.

Note. Hereinafter, p — when assessing differences between anesthesia stages according to the Wilcoxon test; P^* — significance of differences between groups according to Mann-Whitney test.

Таблица 4 / Table 4

Динамика показателей вентиляции легких во время анестезии, Me [Q₁; Q₃]
Dynamics of indicators of lung ventilation during anesthesia, Me [Q₁; Q₃]

Группа	Показатели	Этапы анестезии					
		2	3	4	5	6	7
Хе	EtCO ₂ , мм рт.ст	42 [38; 45], $p_{7,3} = 0,056$, $p^* = 0,201$	42 [38; 44], $p_{3,2} = 0,979$, $p^* = 0,594$	40 [36; 44], $p_{4,3} = 0,246$, $p^* = 0,023$	41 [38; 44], $p_{5,4} = 0,299$, $p^* = 0,045$	40 [37; 44], $p_{6,5} = 0,162$, $p^* = 0,494$	39 [37; 45], $p_{7,6} = 0,795$, $p^* = 0,669$
	Дыхательный объем, мл	120 [104; 160], $p_{7,3} = 0,109$, $p^* = 0,817$	115 [107; 147], $p_{3,2} = 0,980$, $p^* = 1,000$	120 [110; 150], $p_{4,3} = 0,361$, $p^* = 0,772$	120 [107; 150], $p_{5,4} = 0,073$, $p^* = 1,000$	120 [102; 145], $p_{6,5} = 0,555$, $p^* = 0,773$	122 [110; 145], $p_{7,6} = 0,241$, $p^* = 1,000$
	MV, л	3,5 [3; 4,2], $p_{7,3} = 0,883$, $p^* = 0,571$	3,5 [3; 4,3], $p_{3,2} = 0,794$, $p^* = 1,000$	3,4 [3; 4], $p_{4,3} = 0,952$, $p^* = 0,386$	3,5 [3; 4,2], $p_{5,4} = 0,716$, $p^* = 0,439$	3,5 [3,1; 4], $p_{6,5} = 0,895$, $p^* = 0,355$	3,5 [3,2; 4], $p_{7,6} = 0,101$, $p^* = 1,000$
	P_{aw} , мм рт.ст	16 [15; 18], $p_{7,3} = 0,247$, $p^* = 0,350$	16 [15; 18], $p_{3,2} = 0,948$, $p^* = 0,456$	16 [15; 18], $p_{4,3} = 0,627$, $p^* = 0,251$	16 [15; 17], $p_{5,4} = 0,918$, $p^* = 1,000$	16 [15; 17], $p_{6,5} = 0,290$, $p^* = 1,000$	16 [15; 17], $p_{7,6} = 0,363$, $p^* = 0,777$
Sev	EtCO ₂ , мм рт.ст	43 [42; 45], $p_{7,3} = 0,232$	44 [43; 44], $p_{3,2} = 0,104$	44 [43; 46], $p_{4,3} = 0,122$	44 [43; 45], $p_{5,4} = 0,159$	44 [43; 44], $p_{6,5} = 0,319$	44 [43; 45], $p_{7,6} = 0,286$
	Дыхательный объем, мл	130 [110; 150], $p_{7,3} = 0,016$	125 [110; 145], $p_{3,2} = 0,105$	120 [110; 140], $p_{4,3} = 0,214$	120 [110; 135], $p_{5,4} = 0,159$	120 [112; 130], $p_{6,5} = 0,318$	120 [115; 130], $p_{7,6} = 0,844$
	MV, л/мин	3,5 [3,3; 4], $p_{7,3} = 0,604$	3,5 [3,4; 4,2], $p_{3,2} = 0,067$	3,6 [3,4; 4,2], $p_{4,3} = 0,156$	3,6 [3,5; 4,2], $p_{5,4} = 0,658$	3,5 [3,5; 4], $p_{6,5} = 0,115$	3,6 [3,4; 4], $p_{7,6} = 0,868$
	P_{aw} , мм рт.ст	15 [15; 16], $p_{7,3} = 0,976$	15 [14; 16], $p_{3,2} = 0,194$	15 [14; 16], $p_{4,3} = 0,699$	15 [14; 16], $p_{5,4} = 0,480$	15 [14; 16], $p_{6,5} = 0,505$	15 [14; 16], $p_{7,6} = 1,000$

Оценивая значения показателей между этапами анестезии в группах, получили изменения, укладывающиеся в допустимые пределы их референсных величин. Следует отметить, между группами были выявлены достоверные различия лишь EtCO₂ на 4-м и 5-м этапах исследования, но значения не выходили за пределы референсных значений.

Показатели кислотно-щелочного состояния, глюкозы венозной крови, ионного состава в обеих группах после интубации и эктубации трахеи находились в оптимальных возрастных пределах (табл. 5).

Мониторимые изменения калия и натрия в группе ксенона и натрия в группе севофлурана были статистически значимы, что связано с длительностью проводимой анестезии. Однако следует отметить, что в каждом отдельном случае уровень ионов натрия и калия в крови не выходил за пределы допустимых границ.

О достаточном уровне анестезиологической защиты, высокой стрессоустойчивости в ответ на стоматологическое вмешательство и анестезию в обеих группах свидетельствова-

ло отсутствие значимых изменений концентрации глюкозы в крови. При межгрупповом анализе также не было выявлено значимых различий ни на одном этапе исследования и ни по одному показателю кислотно-щелочного состояния и ионного состава крови.

ОБСУЖДЕНИЕ

В ряде публикаций, рассматривающих применение ксенона при анестезии, отмечается более быстрое восстановление сознания у пациентов в сравнении с севофлураном [17–19]. Однако мы в своей работе не отметили статистически значимых отличий по данному показателю между группами, что, возможно, было обусловлено длительностью проводимых стоматологических вмешательств и общей анестезии. Длительность анестезии около 2 ч, по-видимому, отражалась в накоплении ксенона и севофлурана в тканях, что приводило к нивелированию различий эффектов анестетиков на время пробуждения. Подобное наблюдение отсутствия различий в скорости пробуждения пациентов при при-

Таблица 5 / Table 5

Показатели кислотно-щелочного состояния и ионного состава, глюкозы крови на этапах исследования в обеих группах, Me [Q₁; Q₃]
 Indicators of acid-base state and ionic composition and blood glucose at the study stages in both groups, Me [Q₁; Q₃]

Группа	Показатели	Этапы исследования	
		3	7
Хе	pH	7,3 [7,2; 7,3], $p^* = 1,000$	7,3 [7,2; 7,3], $p_{7,3} = 0,399$, $p^* = 1,000$
	pO ₂ , мм рт.ст.	209,5 [145; 283], $p^* = 0,483$	91,5 [85; 143], $p = 0,004$, $p^* = 0,911$
	pCO ₂ , мм рт.ст.	50 [44; 55], $p^* = 0,245$	48 [45; 52], $p_{7,3} = 0,946$, $p^* = 1,000$
	HCO ₃ ⁻ , ммоль/л	25 [24; 26], $p^* = 0,859$	25 [23; 26], $p_{7,3} = 0,964$, $p^* = 1,000$
	BE, ммоль/л	-2 [-3; -1], $p^* = 0,270$	-2 [-4; -1], $p_{7,3} = 0,262$, $p^* = 0,884$
	K ⁺ , ммоль/л	3,8 [3,6; 4], $p^* = 1,000$	4,05 [3,8; 4,5], $p_{7,3} = 0,005$, $p^* = 1,000$
	Na ⁺ , ммоль/л	137 [136; 138], $p^* = 0,865$	139,5 [138; 141], $p_{7,3} = 0,0001$, $p^* = 0,423$
	Ca ²⁺ , ммоль/л	1,25 [1,18; 1,29], $p^* = 1,000$	1,24 [1,20; 1,27], $p_{7,3} = 0,518$, $p^* = 1,000$
	Глюкоза, ммоль/л	5,5 [5; 6], $p^* = 0,817$	5,4 [4,8; 5,8], $p_{7,3} = 0,437$, $p^* = 0,699$
Sev	pH	7,3 [7,2; 7,3]	7,3 [7,3; 7,3], $p_{7,3} = 0,361$
	pO ₂ , мм рт.ст.	190 [185; 200]	90 [85; 90], $p_{7,3} = 0,005$
	pCO ₂ , мм рт.ст.	44 [43; 46]	43 [42; 46], $p_{7,3} = 0,844$
	HCO ₃ ⁻ , ммоль/л	25 [25; 27]	25 [24; 27], $p_{7,3} = 0,874$
	BE, ммоль/л	0 [0; 1]	1 [-1; 1], $p_{7,3} = 0,896$
	K ⁺ , ммоль/л	4 [4; 4,2]	4 [3,9; 4,2], $p_{7,3} = 0,405$
	Na ⁺ , ммоль/л	140 [137; 141]	138 [136; 140], $p_{7,3} = 0,008$
	Ca ²⁺ , ммоль/л	1,17 [1,1; 1,2]	1,16 [1,1; 1,2], $p_{7,3} = 0,977$
	Глюкоза, ммоль/л	4,3 [4; 4,5]	4,3 [4; 4,5], $p_{7,3} = 0,634$

менении низкорастворимых анестетиков с разными коэффициентами распределения кровь/газ и кровь/жир отмечено и другими исследователями [20].

Выявленное статистически значимое межэтапное изменение pO₂ венозной крови в обеих группах было обусловлено применением во время индукции анестезии FiO₂ = 1 вплоть до интубации трахеи, с последующим снижением до FiO₂ = 0,4.

Использованные схемы анестезии позволяли осуществлять общее обезболивание пациентов без применения миорелаксантов, в частности при интубации эффективное угнетение рефлексов со стороны верхних дыхательных путей и трахеи достигалось за счет севофлурана [21, 22], а в течение анестезии сохраненное спонтанное дыхание с аппаратной поддержкой (PSV) обеспечивало адекватный уровень газообмена, что было подтверждено полученными данными исследования. К тому же локальная анестезия местными анестетиками в области стоматологического вмешательства позволяла в обеих группах

применять такие концентрации ингаляционных анестетиков, которые обеспечивали достаточный гипнотический и дополнительно анальгетический уровень.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные проведенного исследования продемонстрировали эффективность анестезии в обеих группах. По результатам оценки вентиляции легких, данных кислотно-щелочного состояния, ионного состава, глюкозы крови, гемодинамического профиля преимуществ какого-либо из исследованных анестетиков в примененных схемах анестезии не выявлено.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Raeder J, Gupta A, Pedersen FM. Recovery characteristics of sevoflurane- or propofol-based anesthesia for day-care surgery. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1997;41(8):988–994. <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.1997.tb04825.x>
2. Soldani F, Manton S, Stirrups DR, et al. A comparison of inhalation sedation agents in the management of children receiving dental treatment: a randomized, controlled, cross-over pilot trial. *Int J Paediatr Dent.* 2010;20(1):65–75. <https://doi.org/10.1111/j.1365-263X.2009.01005.x>
3. Kawai M, Kurata S, Sanuki T, et al. The effect of midazolam administration for the prevention of emergence agitation in pediatric patients with extreme fear and non-cooperation undergoing dental treatment under sevoflurane anesthesia, a double-blind, randomized study. *Drug Des Devel Ther.* 2019;13:1729–1737. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S198123>
4. Averley PA, Girdler NM, Bond S, et al. A randomised controlled trial of paediatric conscious sedation for dental treatment using intravenous midazolam combined with inhaled nitrous oxide or nitrous oxide/sevoflurane. *Anaesthesia.* 2004;59(9):844–852. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2004.03805.x>
5. Chai D, Ji J. Effect of dexmedetomidine combined with sevoflurane for general anesthesia during dental treatment in pediatric patients. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue.* 2018;27(1):85–88.
6. Park CH, Kim S. Survey of the sevoflurane sedation status in one provincial dental clinic center for the disabled. *J Dent Anesth Pain Med.* 2016;16(4):283–288. <https://doi.org/10.17245/jdpm.2016.16.4.283>
7. Stipic SS, Carev M, Kardum G, et al. Are postoperative behavioural changes after adenotonsillectomy in children influenced by the type of anaesthesia?: A randomised clinical study. *Eur J Anaesthesiol.* 2015;32(5):311–319. <https://doi.org/10.1097/EJA.000000000000104>
8. Moore AD, Doralina L, Anghelescu DL. Emergence Delirium in Pediatric Anesthesia. *Paediatr Drugs.* 2017;19(1):11–20. <https://doi.org/10.1007/s40272-016-0201-5>
9. Суслов Н.И., Потапов В.Н., Шписман М.Н., и др. Применение ксенона в медицине. — Томск: Изд-во Томского университета, 2009. — 300 с. [Suslov NI, Potapov VN, Shpisman MN, et al. *Application of xenon in medicine.* Tomsk: Tomsk University publishing House; 2009. 300 p. (In Russ.)]
10. Yu Q, Wang H, Chen J, et al. Neuroprotections and mechanisms of inhalational anesthetics against brain ischemia. *Front Biosci (Elite Ed).* 2010;2:1275–1298. <https://doi.org/10.2741/e189>
11. Luo Y, Ma D, Leong E. et al. Xenon and sevoflurane protect against brain injury in a neonatal asphyxia model // *Anesthesiology.* 2008;109(5):782–789. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181895f88>
12. Wu L, Zhao H, Weng H, Ma D. Lasting effects of general anesthetics on the brain in the young and elderly: “mixed picture” of neurotoxicity, neuroprotection and cognitive impairment. *J Anesth.* 2019;33(2):321–335. <https://doi.org/10.1007/s00540-019-02623-7>
13. Лазарев В.В., Халиуллин Д.М., Габдрафиков Р.Р., и др. Применение ксенона в общей анестезии при стоматологических вмешательствах у детей // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. — 2019. — Т. 9. — № 1. — С. 78–84. [Lazarev VV, Khaliullin DM, Gabdrifikov RR, et al. Xenon anesthesia in pediatric dental interventions. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care.* 2019;9(1):78–84. (In Russ.)] <https://doi.org/10.30946/2219-4061-2019-9-1-78-84>
14. Багаев В.Г., Амчеславский В.Г., Хмельницкий К.Е., и др. Результаты клинического исследования эффективности и безопасности ксенона при общей анестезии у детей // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. — 2012. — Т. 2. — № 4. — С. 70–77. [Bagaev VG, Amcheslavskiy VG, Hmel'nitskiy KE., et al. Results of clinical efficacy and safety studies xenon anesthesia in children. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care.* 2012;2(4):70–77. (In Russ.)]
15. Багаев В.Г., Амчеславский В.Г., Арсеньева Е.Н., и др. Сравнительная оценка адекватности анестезии ксеноном и севофлураном у детей в плановой хирургии // Педиатрическая фармакология. — 2011. — Т. 8. — № 6. — С. 77–81. [Bagaev VG, Amcheslavskiy EN, Arseneva VG, et al. Comparative evaluation of the adequacy of anesthesia with xenon and sevoflurane in children surgery. *Pediatric pharmacology.* 2011;8(6):77–81. (In Russ.)]
16. Лазарев В.В., Цыпин Л.Е., Линькова Т.В., и др. Клиническая оценка индукции анестезии севофлураном у детей // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. — 2011. — № 3. — С. 59–64. [Lazarev VV, Tsy-pin LE, Linkova TV, et al. Clinical evaluation of sevoflurane induction of anesthesia in children. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care.* 2011;(3):59–64. (In Russ.)]
17. Cremer J, Stoppe Ch, Fahlenkamp AV, et al. Early cognitive function, recovery and well-being after sevoflurane and xenon anaesthesia in the elderly: a double-blinded randomized controlled trial. *Med Gas Res.* 2011;1(1):9. <https://doi.org/10.1186/2045-9912-1-9>
18. Lawrence SL, Elaine AL, Tong JG. Xenon Anesthesia: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Anesth Analg.* 2016;122(3):678–697. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000000914>

19. Bingzong H, Fujing L, Shanshan O, et al. Comparison of recovery parameters for xenon versus other inhalation anesthetics: systematic review and meta-analysis. *J Clin Anesth.* 2016;29:65–74. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2015.10.018>
20. Vallejo MC, Sah N, Crna JD, Romeo RC. Desflurane versus sevoflurane for laparoscopic gastroplasty in morbidly obese patients. *J Clin Anesth.* 2007;19(1):3–8. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2006.04.003>
21. Wang CH, Luo J, Li J, et al. Efficacy of inhalational sevoflurane anesthesia induction on inhibiting the stress response to endotracheal intubation in children with congenital heart disease. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2018;22(4):1113–1117. https://doi.org/10.26355/eurrev_201802_14399
22. Wappler F, Frings DP, Scholz J., et al. Inhalational induction of anaesthesia with 8% sevoflurane in children: conditions for endotracheal intubation and side-effects. *Eur J Anaesthesiol.* 2003;20(7):548–554. <https://doi.org/10.1017/s0265021503000875>

Информация об авторах

Владимир Викторович Лазарев — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой детской анестезиологии и интенсивной терапии. ФДПО ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва. E-mail: lazarev_vv@inbox.ru

Динар Мансурович Халиуллин — врач анестезиолог-реаниматолог. ООО «Дентал Форте Элит», Набережные Челны, Республика Татарстан. E-mail: dr170489@yandex.ru

Information about the authors

Vladimir V. Lazarev — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Department of pediatric anesthesiology and intensive therapy. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia. E-mail: lazarev_vv@inbox.ru

Dinar M. Khaliullin — anesthesiologist resuscitator. LLC dental Forte Elite. Naberezhnye Chelny, Republic of Tatarstan, Russia. E-mail: dr170489@yandex.ru