

РЕАКЦИЯ ГЕМОДИНАМИКИ И ГАЗООБМЕНА У ДЕТЕЙ С ПАТОЛОГИЕЙ ЦНС ВО ВРЕМЯ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Р. В. ЖДАНОВ^{1,2}, Е. В. ГРИГОРЬЕВ²

¹ГАУЗ «Немеровская областная клиническая больница им. С. В. Беляева», г. Кемерово, Россия

²ФГБОУ ВО «Немеровский государственный медицинский университет» МЗ РФ, г. Кемерово, Россия

С позиции безопасности процедуральная седация демонстрирует довольно частые осложнения, характерные для используемого анестетика.

Цель: изучить состояние гемодинамики, газообмена и характер осложнений (нарушение дыхания, агитация) при использовании тиопентала натрия, кетамина и пропофола во время анестезиологического обеспечения компьютерной томографии у детей с патологией центральной нервной системы (ЦНС).

Материалы и методы. В исследование включено 90 пациентов в возрасте от 8 месяцев до 10 лет с риском по ASA II–III степени, которым выполнена компьютерная томография с анестезиологическим обеспечением. В зависимости от используемого анестетика пациенты разделены на три группы. Проанализированы изменения гемодинамики, газообмена и частота осложнений в группах.

Результаты. Зафиксированы гиперкапния и снижение сатурации в группе пропофола, что явилось следствием гиповентиляции и требовало проведения респираторной поддержки в виде инсuffляции кислорода через лицевую маску в 46,7% случаев либо искусственной вентиляции легких (30% случаев). В группе кетамина зафиксирована агитация в 6% случаев.

Выводы. Препаратом выбора для проведения анестезиологического обеспечения у детей с патологией ЦНС является тиопентал натрия в связи с наименьшим влиянием на гемодинамику, газообмен и отсутствием осложнений.

Ключевые слова: анестезия, сердечно-сосудистая система, газообмен, компьютерная томография, дети, патология ЦНС

Для цитирования: Жданов Р. В., Григорьев Е. В. Реакция гемодинамики и газообмена у детей с патологией ЦНС во время анестезиологического обеспечения компьютерной томографии // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2018. – Т. 15, № 6. – С. 33-41. DOI: 10.21292/2078-5658-2018-15-6-33-41

HEMODYNAMIC AND GAS EXCHANGE RESPONSE IN CHILDREN WITH CNS DISORDERS DURING PROCEDURAL SEDATION UNDERGOING COMPUTED TOMOGRAPHY

R. V. ZHDANOV^{1,2}, E. V. GRIGORIEV²

¹Belyaev Kemerovo Regional Clinical Hospital, Kemerovo, Russia

²Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia

From the safety point of view, procedural sedation results in fairly frequent complications, typical of the anesthetics being used.

The objective: to study the hemodynamics, gas exchange and the character of complications (respiratory disorders, agitation) when using thiopental sodium, ketamine and propofol during procedural sedation in the children with CNS disorders undergoing computed tomography.

Subjects and methods. 90 patients at the age from 8 months to 10 years with the risk degree of II–III as per ASA who underwent computed tomography were enrolled in the study. The patients were divided into three groups depending on the anesthetic being used. Changes in hemodynamics, gas exchange and frequency of complications were analyzed.

Results. Hypercapnia and reduced saturation were documented in the propofol group, which were the consequences of hypoventilation and they required the respiratory support in the form of oxygen insufflation through the face mask in 46.7% of cases or artificial pulmonary ventilation (30% of cases). In ketamine group, agitation was documented in 6% of cases.

Conclusions. For procedural sedation in children with CNS disorders, thiopental sodium is the drug of choice, since it provides the least significant impact on hemodynamics, gas exchange and causes no complications.

Key words: anesthesia, cardiac vascular system, gas exchange, computed tomography, children, CNS disorders

For citations: Zhdanov R.V., Grigoriev E.V. Hemodynamic and gas exchange response in children with CNS disorders during procedural sedation undergoing computed tomography. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2018, Vol. 15, no. 6, P. 33-41. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2018-15-6-33-41

Основная цель анестезиологического обеспечения диагностических процедур в педиатрической практике – снижение тревоги у ребенка и контроль двигательной активности во время манипуляций. На сегодняшний момент отсутствуют доказательные рекомендации по приоритетному использованию конкретного вида анестетика для процедуральной седации исходя из соотношения безопасность – эффективность. Эти анестетики должны обладать наименьшим числом побочных

эффектов, быть достаточно короткодействующими и не вызывать нарушения дыхания.

Так, внутривенные анестетики, являющиеся золотым стандартом седации в ходе диагностических процедур, могут вызывать апноэ и брадикапноэ, что может потребовать того или иного варианта респираторной поддержки [17, 22]. Тиопентал натрия – традиционный препарат для процедуральной седации, он, несомненно, является надежным и безопасным средством для индукции анестезии при

условии соблюдения мер предосторожности при его применении. Внутривенная инъекция тиопентала натрия обычно безболезненна и переносится комфортно пациентом. Однако даже стандартные дозы тиопентала натрия для индукции анестезии (3–5 мг/кг) в определенной мере снижают артериальное давление даже при отсутствии патологических заболеваний и состояний [5]. Кетамин отличается от других неингаляционных анестетиков тем, что вызывает диссоциативную анестезию, характеризующуюся дозозависимой антероградной амнезией и выраженной анальгезией, несколько большим латентным периодом [5]. Ранее описанное ограничение в виде внутричерепной гипертензии на данный момент для кетамина потеряло актуальность, исследования не показали риска развития неврологических осложнений [27, 28]. Пропофол занимает лидирующее место среди препаратов для внутривенной седации [12]. Лишь немногие исследователи на сегодняшний день оценили оптимальные стратегии дозирования пропофола для достижения адекватного седативного эффекта с минимальными побочными эффектами [15]. Узкое терапевтическое окно пропофола и уязвимость пациентов к его неблагоприятным эффектам могут быстро привести к непреднамеренному углублению анестезии с потерей защитных рефлексов даже при небольшом увеличении дозы [16]. Пропофол содержит яичный лецитин и соевое масло, и он когда-то считался неприемлемым для использования у пациентов с аллергией на яйца или сою. Однако недавние данные опровергли это убеждение, и, хотя в инструкции по применению пропофола противопоказанием является аллергия на яйца, яичные продукты, сою или соевые бобы, Американская академия аллергии, астмы и иммунологии недавно заключила, что пациенты с аллергией на сою или яйца могут получать пропофол без каких-либо специальных мер предосторожности [24]. По мнению некоторых отечественных авторов, методом выбора при проведении компьютерной томографии является ингаляционная анестезия, которая может быть использована как для индукции, так и для поддержания анестезии [1].

Цель: изучить состояние гемодинамики, газообмена и характер осложнений (нарушение дыхания, ажитация) при использовании тиопентала натрия, кетамина и пропофола во время анестезиологического обеспечения компьютерной томографии у детей с патологией центральной нервной системы (ЦНС).

Материалы и методы

Исследование выполнено в соответствии с принципами «Надлежащей клинической практики» в период с 2014 по 2018 г. на базе ГАУЗ «Кемеровская областная клиническая больница им. С. В. Беляева», протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом.

В него включено 90 детей в возрасте от 8 месяцев до 10 лет с патологией ЦНС, с риском анестезии II–III степени по шкале ASA. Родители пациентов давали информированное согласие на участие в исследовании.

Все пациенты были разделены методом простой рандомизации на три группы по 30 детей в каждой: в 1-й группе в качестве анестетика применяли тиопентал натрия ($n = 30$), во 2-й группе – пропофол, в 3-й группе использовали комбинацию кетамина и диазепама.

Все препараты вводились в/в:

1. Пропофол 1% в разведении 1:10 в дозе 1–2 мг/кг однократно в/в (дети в возрасте до 1 года, как правило, требовали дозы 2 мг/кг, более старшие дети – 1–1,5 мг/кг);

2. Тиопентал натрия 1% в дозе 3–5 мг/кг однократно в/в;

3. Кетамин 5% 1:10 в дозе 0,5–1 мг/кг однократно в/в и диазепам 0,5% в дозе 0,1 мг/кг однократно в/в.

Повторные дозы препаратов не требовались, т.к. длительность исследования составляла 5–10 мин.

Критерии включения: наличие письменного добровольного информированного согласия, возраст детей от 8 месяцев до 10 лет, оценка анестезиологического риска по ASA II–III; отсутствие аллергических реакций на пропофол, тиопентал, сибазон, кетамин, а также тяжелых заболеваний дыхательной, сердечно-сосудистой систем и заболеваний почек.

Критерии исключения: отсутствие письменного информированного согласия пациента на участие в исследовании, отказ от участия в исследовании, нарушение хотя бы одного пункта исследования, наличие тяжелых заболеваний почек, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, степень анестезиологического риска по ASA IV и более, наличие острой соматической патологии.

Статистически значимых различий между группами до начала исследования не отмечено (табл. 1).

Изучали реакцию сердечно-сосудистой системы: определяли частоту сердечных сокращений (ЧСС) и неинвазивное артериальное давление (АД) при помощи кардиомонитора «Nihon Kohden».

Для изучения газообмена в легких у детей, участвующих в исследовании, осуществляли контроль SpO_2 с использованием кардиомонитора Nihon Kohden BSM-2301 K (Япония). Для исследования кислотно-основного состояния у детей применяли газовый анализатор крови Siemens RAPID Point 405 (США).

Статистический анализ проводили с помощью программ IBM SPSS Statistics v. 20, Statistica 10.0 и Microsoft Excel. Различия между группами считаются статистически значимыми при $p < 0,05$.

На первом этапе выполнены тесты на нормальность распределения каждой количественной переменной для каждой группы с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. В связи с несоответствием критерию нормального распределения для не-

Таблица 1. Исходные данные пациентов
Table 1. Basic data of the patients

Параметр	Группы			p
	кетамин, сибазон	пропофол	тиопентал	
Возраст, месяцы Медиана Мин-макс	35,8 8,0–78,2	26,8 8,0–103,8	40,0 8,6–115,5	0,126
Масса тела, кг Медиана Мин-макс	13,5 6–25	11 6,5–23,0	14 7,5–25,0	0,078
ASA, n (%) II III	20 (66,7%) 10 (33,3%)	20 (66,7%) 10 (33,3%)	20 (66,7%) 10 (33,3%)	1,00
Наличие аллергии	17 (56,7%)	14 (46,7%)	14 (46,7%)	0,670
Возбуждение / негативная реакция на осмотр до анестезии	28 (93,3%)	28 (93,3%)	29 (96,7%)	0,809
Судорожный синдром до анестезии	16 (53,3%)	14 (46,7%)	19 (63,3%)	0,427

которых переменных, а также небольшим числом наблюдений ($n = 10$ при анализе подгрупп риска) сравнительные анализы проведены с использованием непараметрических критериев. В частности, сравнение количественных переменных осуществляли с помощью непараметрического критерия Крускала – Уоллиса. Сравнительный анализ категориальных переменных произведен с помощью критерия χ^2 или точного критерия Фишера.

Описательная статистика количественных переменных представлена медианами, минимальными и максимальными значениями. Результаты категориальных переменных приведены в виде n (%), т. е. число пациентов с наличием данного признака с указанием процента от общего числа пациентов в группе.

Результаты

В ходе анестезиологического обеспечения не зафиксировано осложнений со стороны сердечно-легочной системы, которые могли повлечь нарушение вентиляции и развитие гипоксемии и гиперкапнии. В каждой группе использовали разные анестетики, в этом заключалось основное различие между группами. Поэтому развитие нарушений газообмена в легких у детей, которым проводили анестезиологическое обеспечение при компьютерной томографии, не связано с патологическими процессами в легких и в малом круге кровообращения. Исходя из изложенного, при-

чиной десатурации и гиперкапнии при прочих равных условиях считалась гиповентиляция, которая возникала при использовании определенного анестетика.

В группе тиопентала натрия осложнений не наблюдали. В группе пропофола в 70% случаев возникало брадипноэ (респираторная поддержка в виде инсuffляции кислорода), а в 46% случаев – апноэ, повлекшее за собой проведение респираторной поддержки (в виде механической искусственной вентиляции легких – ИВЛ). В группе кетамина в 46% случаев возникала ажитация, потребовавшая седации (табл. 2). Брадипноэ и апноэ чаще возникало у детей до года, разведение пропофола и дробное введение в течение 2-3 мин позволяло нивелировать эти эффекты, но не всегда.

Из табл. 3 следует, что до анестезии статистически значимые различия между тремя группами отсутствовали. Таким образом, все три группы были сравнимы между собой по показателям газового состава крови пациентов.

Во время анестезии между группами выявлены статистически значимые различия (табл. 3 и 4):

- 1) в ходе исследования максимальный рН выявлен в 1-й группе, $p = 0,0015$, а минимальный уровень рН (субкомпенсированный ацидоз) зафиксирован во 2-й группе;
- 2) максимальный уровень pCO_2 (гиперкапния) отмечен во 2-й группе ($p = 0,002$);
- 3) у детей 1-й группы зафиксирован максимальный уровень pO_2 , $p = 0,0017$;

Таблица 2. Побочные эффекты анестезиологического обеспечения
Table 2. Side effects caused by anaesthesiologic support

Параметр	Группы			p
	кетамин, сибазон	пропофол	тиопентал	
Брадипноэ	0	21 (70%)	0	0,003
Апноэ	0	14 (46%)	0	0,004
Ажитация	14 (46%)	0	0	0,005

Таблица 3. Данные газового состава крови (капилляр) до анестезии

Table 3. Blood gases (capillary) before anesthesia

Параметр	Группы			p
	кетамин, сибазон	пропофол	тиопентал	
pH до анестезии				
Медиана	7,36	7,35	7,37	0,108
Мин-макс	7,32–7,39	7,33–7,39	7,34–7,39	
pCO ₂ до анестезии				
Медиана	36	37	37	0,074
Мин-макс	24–37	37–37	33–38	
pO ₂ до анестезии				
Медиана	75	75	74	0,984
Мин-макс	70–78	70–75	70–76	
SpO ₂ до анестезии				
Медиана	98	98	98	0,686
Мин-макс	97–99	97–99	97–99	

Таблица 4. Данные газового состава крови (капилляр) во время анестезии

Table 4. Blood gases (capillary) during anesthesia

Параметр	Группы			p
	кетамин, сибазон	пропофол	тиопентал	
pH во время анестезии				
Медиана	7,35	7,32	7,36	0,0015
Мин-макс	7,30–7,36	7,27–7,36	7,34–7,40	
pCO ₂ во время анестезии				
Медиана	42	47	36	0,002
Мин-макс	37–47	38–54	32–41	
pO ₂ во время анестезии				
Медиана	70	70	72	0,0017
Мин-макс	69–74	65–71	68–73	
SpO ₂ во время анестезии				
Медиана	98	94	97	0,001
Мин-макс	96–99	92–97	95–99	

4) во 2-й группе SpO₂ оказалась минимальной, p = 0,001 (рис.). Гиперкапния зафиксирована в ходе исследования в 1-й группе (рис.). Гиперкапнией считали повыше-

ние p_aCO₂ выше 46 мм рт. ст. при условии, что повышение уровня p_aCO₂ не являлось компенсацией метаболического алкалоза [2, 4]. Теоретически причинами гиперкапнии могут быть: повышение образования углекислого газа, гиповентиляция и увеличенная вентиляция мертвого пространства. У пациентов, участвовавших в исследовании, не было причин для повышения образования углекислого газа и увеличения вентиляции мертвого пространства.

При сравнительном анализе можно сделать заключение, что у детей 1-й группы, в отличие от детей 2-й группы, был адекватный газообмен в легких на всех этапах анестезиологического обеспечения. Во 2-й группе (пропофол) выявлено нарушение газообмена в легких в виде гиперкапнии и снижения сатурации (уровень pO₂ и SpO₂ находился в пределах нормы в связи с использованием респираторной поддержки в виде инсuffляции кислорода через лицевую маску потоком 3–5 л/мин). Частота гипоксемии во время анестезии или седации с использованием пропофола, по данным разных исследований, составляет 30–40% [10, 19, 25].

При применении пропофола у детей достаточно часто возникают обструкция верхних дыхательных

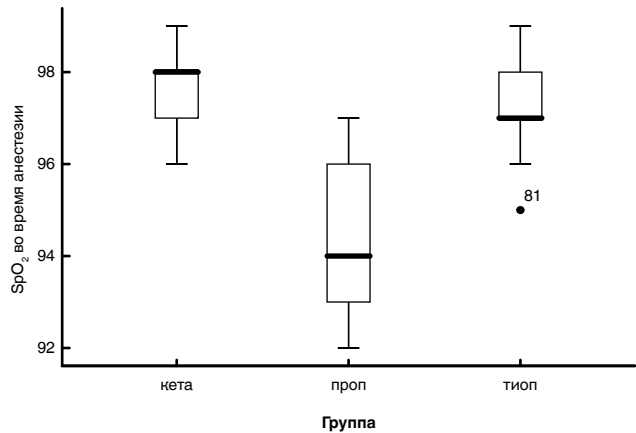


Рис. Медианы, нижняя и верхняя квартили, а также минимальные и максимальные значения SpO₂ во время анестезии

Fig. Medians, upper and lower quartiles, and minimal and maximum values of SpO₂ during anesthesia

путей, апноэ с последующей гиперкапнией [9, 18]. Во время процедуральной седации кетаминотом до-статочно часто наблюдаются ларингоспазм, рвота, возбуждение [8].

С целью верификации возможных причин реак-ции сердечно-сосудистой системы (анестезиологи-ческие препараты либо нарушение газообмена в лег-ких в виде гипоксемии и гиперкапнии) проводили сравнительный анализ между группами пациентов, участвовавших в исследовании (табл. 3).

До анестезии статистически значимые различия между тремя группами отсутствовали. Таким обра-зом, все три группы по показателям сердечно-со-судистой системы были сравнимы между собой (табл. 5). Во время седации все анализируемые характеристики функции сердечно-сосудистой системы имели статистически значимые различия. Максимальные ЧСС, систолическое, диастоличе-ское и среднее АД выявлены в группе кетамина и сибазона ($p = 0,001$) (табл. 6).

После анестезии ЧСС и систолическое АД име-ли наибольшие значения в 3-й группе ($p = 0,001$). Диастолическое АД было выше в 1-й группе ($p = 0,010$). Статистически значимых различий между группами по среднему АД не выявлено ($p = 0,078$) (табл. 7).

Таким образом, во время и после анестезии наи-большее увеличение ЧСС и АД отмечено в группе кетамина.

Обсуждение

За последние десятилетия использование ане-стезиологических препаратов вне операционной, в том числе и с целью седации, стало регулярным [21]. К выбору анестетика при проведении компьютер-ной томографии у детей с патологией ЦНС необ-ходимо подходить дифференцированно. Известно, что при анестезии пропофолом (как при индукции, так и во время пробуждения) иногда возникают мио-клонии и двигательное возбуждение. Кроме того, существует риск провокации судорожного припадка при сопутствующей эпилепсии [5]. В данном ис-следовании таких осложнений не возникло, хотя в нем участвовали дети с патологией ЦНС (часть детей с эпилепсией). При введении пропофола на-блюдалась легкая болезненность по ходу вены, ко-торую старались профилактировать разведением пропофола с натрием хлоридом 0,9% 1:10. Согласно данным исследований последнего десятилетия, в радиологии менее чем у 5% детей случаются неже-лательные эффекты на фоне внутривенной седации

Таблица 5. Показатели сердечно-сосудистой системы до анестезиологического обеспечения

Table 5. Cardio-vascular rates before anesthetic management

Параметр	Группы			p
	кетамин, сибазон	пропофол	тиопентал	
ЧСС Медиана Мин-макс	117 85–149	125 95–158	129 109–146	0,122
Систолическое АД Медиана Мин-макс	103 88–113	105 90–119	104 93–119	0,193
Диастолическое АД Медиана Мин-макс	53 49–65	57,5 39–75	51,5 44–62	0,291
Среднее АД Медиана Мин-макс	73,5 68–82	76,5 63–85	68 60–82	0,102

Таблица 6. Показатели сердечно-сосудистой системы во время анестезиологического обеспечения

Table 6. Cardio-vascular rates during anesthetic management

Параметр	Группы			p
	кетамин, сибазон	пропофол	тиопентал	
ЧСС Медиана Мин-макс	124 95–158	105 80–139	109 85–134	0,001
Систолическое АД Медиана Мин-макс	112 102–124	90 80–103	90 80–107	0,001
Диастолическое АД Медиана Мин-макс	62 48–86	46 31–55	51 35–66	0,001
Среднее АД Медиана Мин-макс	80 68–98	62 43–98	68 46–97	0,001

Таблица 7. Показатели сердечно-сосудистой системы после анестезиологического обеспечения**Table 7. Cardio-vascular rates after anesthetic management**

Параметр	Группы			p
	кетамин, сибазон	пропофол	тиопентал	
ЧСС Медиана Мин-макс	118 90–150	109 85–134	105 94–116	0,001
Систолическое АД Медиана Мин-макс	105 84–117	97 83–105	95 84–113	0,001
Диастолическое АД Медиана Мин-макс	50 40–80	50 29–62	54 37–71	0,010
Среднее АД Медиана Мин-макс	69 61–98	68 44–82	71 54–98	0,078

пропофолом. На 50 000 исследований отмечено всего 4 случая аспирации (в двух случаях потребовалось проведение сердечно-легочной реанимации). Стридор, ларингоспазм и рвота – от 50 до 100 случаев на 10 000 процедурных седаций. У 1,5% детей потребовалось восстановление проходимости дыхательных путей, у 1,2% отмечена десатурация, в 0,5% случаев – обструкция дыхательных путей, в 0,3% – внезапное апноэ [11, 20]. Этих грозных осложнений удавалось избежать снижением общей дозы пропофола, медленным внутривенным введением препарата (титрованием дозы).

Метаанализ (M. F. Bellolio et al.), включающий 41 исследование с 13 883 пациентами, показал, что наиболее частыми осложнениями в подобных ситуациях являются рвота, беспокойство, апноэ и гипоксия. В нашем исследовании частота тяжелых респираторных осложнений (ларингоспазм с последующей интубацией трахеи) составила менее 0,5%, а гиповентиляция – 1,5%; 97% всех случаев ларингоспазма было связано с использованием кетамина [8]. Строгий контроль за голодной паузой позволял избежать рвоты с последующей аспирацией желудочного содержимого. Использование м-холиноблокаторов (с целью уменьшения саливации) позволял избежать ларингоспазма при использовании кетамина. После анестезии с использованием кетамина в 46% случаев возникала ажитация, в группах с использованием пропофола и тиопентала натрия такого не наблюдали. В группе кетамина рвота возникла у одного пациента (в 3% случаев). H. Fang et al., сравнившие пропофол, пентобарбитал и дексмететомидин во время седации в радиологии, отдали предпочтение пропофолу [13]. Несмотря на неблагоприятные эффекты, пропофол безопасен и эффективен при проведении адекватного мониторинга. Использование инсуффляции кислорода при возникновении брадипноэ позволяло избежать десатурации. При возникновении даже недлительного апноэ проводилась кратковременная механическая ИВЛ до восстановления самостоятельного дыхания. Во время седации с использованием пропофола

A. Chiaretti et al. выявили обструкцию дыхательных путей, апноэ и гипоксемию в 0,75% случаев при проведении 36 156 анестезий [9]. В исследованиях C. Von der Brelie et al. доказано, что кетамин не только не повышает внутричерепное давление, но и может снижать его [26]. Достаточно широко в Европе и в США с целью процедуральной седации применяют дексмететомидин. Данные исследования свидетельствуют о том, что для получения адекватной седации интраназально введенный дексмететомидин (2,5 мкг/кг) может быть эффективнее мидазолама при такой же скорости начала седации (приблизительно 30 мин) и времени до выписки (приблизительно 40 мин). Например, при исследовании с участием 59 пациентов, которым проводили компьютерную томографию, 20 из 30 детей, получавших интраназальный дексмететомидин, не нуждались в дальнейшем углублении седации против 7 из 29 детей, получавших оральный мидазолам (0,5 мг/кг) [14]. К сожалению, на данный момент использование дексмететомидина в педиатрической анестезиологии в России не разрешено, поэтому оценить положительные моменты использования этого препарата не представляется возможным.

Закись азота является мощным анальгетиком, используемым в педиатрической анестезиологии с целью седации для проведения нейровизуализации. Использование закиси азота в смеси с кислородом в процентном соотношении 50% и менее вызывает умеренную седацию, приемлемую для пациентов с классом риска по ASA I–II. К сожалению, такой вид седации у детей с патологией ЦНС отпадает в силу их большей гиперактивности. Наибольший интерес с позиции оценки негативного влияния севофлурана на организм ребенка вызывает так называемая ажитация, или синдром постнаркозного возбуждения [3]. В педиатрической группе пациентов с патологией ЦНС такой побочный эффект крайне нежелателен. Он проявляется в виде сильного беспокойства, двигательного возбуждения, выраженного негативизма, потери целенаправленности действий, отсутствия контакта. Реакция родителей,

наблюдающих ажитацию у детей в период пробуждения, часто бывает неоднозначной: от страха за ребенка до агрессии в отношении медперсонала. Частота развития синдрома постнаркозного возбуждения колеблется, по разным данным, от 6 до 80% [3, 7].

Выбор типа и уровня фармакологической седации зависит от типа процедуры, возраста, массы тела и сопутствующих заболеваний ребенка. У младенцев младше 3 лет или при наличии серьезных сопутствующих заболеваний, которые могут усугубить обесечение проходимости дыхательных путей, наиболее предпочтительной является общая анестезия [23]. Оба метода – внутривенный и ингаляционный, имеют определенные преимущества у детей, поэтому требуется гибкий подход к их выбору. В значительной степени это зависит от возраста и предпочтений анестезиолога. У детей раннего возраста ингаляционная индукция быстрая вследствие достаточно большой минутной вентиляции относительно функциональной остаточной емкости и относительно высокого сердечного выброса. Как правило, в большинстве случаев используется севофлуран из-за относительно меньшего раздражения дыхательных путей, быстрого насыщения и элиминации, а также низкой частоты влияния на сердечно-сосудистую систему. У более старших детей внутривенная индукция тиопенталом и пропофолом происходит быстрее [6]. Личное мнение авторов таково, что проведение любого варианта анестезиологического обеспечения должно прохо-

дить с надежным венозным доступом, иначе при возникновении проблем с дыхательной, сердечно-сосудистой и другими системами добавится еще одна проблема, которая может стать фатальной, – отсутствие венозного доступа. Поэтому всем пациентам, которым проводили анестезию, заранее был установлен периферический венозный доступ. Это позволяло избежать осложнений, а также вводить рентгеноконтрастные вещества, повторные дозы анестетиков и антиэметиков (при возникновении рвоты).

Выводы

1. Применение тиопентала у детей с патологией ЦНС для анестезиологического обеспечения компьютерной томографии не приводит к гиповентиляции с последующей респираторной поддержкой, не вызывает повышения АД и увеличения ЧСС ни во время анестезии, ни после, а также к ажитации.
2. Применение пропофола для анестезиологического обеспечения может сопровождаться такими осложнениями, как брадикардия (в 70% случаев, требуется инсuffляция кислорода), апноэ (в 46% случаев) с проведением механической ИВЛ.
3. Применение кетамина приводит к увеличению систолического АД и ЧСС на 9 и 6% соответственно.
4. Использование кетамина приводит к ажитации в 46% случаев, что в свою очередь требует дополнительной седации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Conflict of Interests. The authors state that they have no conflict of interests.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрович Ю. С. и др. Анестезия в педиатрии. – СПб «ЭЛБИ-СПб», 2013. – 160 с.
2. Зильбер А. П. Этюды респираторной медицины. – М.: МЕДпресс-информ, 2007. – 792 с.
3. Лазарев В. В., Цыпин Л. Е. Синдром постнаркозного возбуждения при ингаляционной анестезии севофлураном у детей // Анестезиология и реаниматология. – 2010. – № 1. – С. 62–66.
4. Марино П. Л. Интенсивная терапия: пер. с англ. / под ред. А. П. Зильбера. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 768 с.
5. Олман К., Уилсон А. Оксфордский справочник по анестезии: пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 764 с.
6. Руководство по клинической анестезиологии: пер. с англ. / под ред. Б. Д. Полларда. – М.: МЕДпресс-информ, 2006. – 912 с.
7. Сабинина Т. С., Губайдуллин Р. Р., Пасечник И. Н. и др. Методы профилактики синдрома постнаркозного возбуждения у детей после анестезии севофлураном. Современное состояние проблемы // Безопасность больного в анестезиологии и реаниматологии: X Научно-практическая конференция. – М., 2012. – С. 63.
8. Bellolio M. F., Puls H. A., Anderson J. L. et al. Incidence of adverse events in paediatric procedural sedation in the emergency department: a systematic review and meta-analysis // *BMJ Open*. – 2016. – Vol. 6, № 6. – e011384. doi: 10.1136/bmjopen-2016-011384.

REFERENCES

1. Aleksandrovich Yu.S. et al. *Anesteziya v pediatrii*. [Anesthesia in pediatrics]. SPB ELBI-SPB Publ., 2013, 160 p.
2. Zilber A.P. *Etyudy respiratornoy meditsiny*. [Sketches of respiratory medicine]. Moscow, MEDpress-inform Publ., 2007, 792 p.
3. Lazarev V.V., Tsy-pin L.E. Syndrome of post-anesthesia agitation in inhalation anesthesia with sevoflurane in children. *Anesteziologiya i Reanimatologiya*, 2010, no. 1, pp. 62–104. (In Russ.)
4. Marino P.L. *Intensivnaya terapiya*. (Russ. Ed. Paul L. Marino. Critical care). A.P. Zilber. eds., Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2010, 768 p.
5. Allman K., Wilson A. *Oksfordsky spravochnik po anestezii*. (Russ. ed.: Allman K., Wilson A. Oxford Handbook of Anaesthesia). Moscow, Binom. Laboratoriya Znaniy Publ., 2009, 764 p.
6. B.P. Pollard. *Rukovodstvo po klinicheskoy anesteziologii*. (Russ. ed.: B.P. Pollard. Handbook of Clinical Anaesthesia). Moscow, MEDpress-inform Publ., 2006, 912 p.
7. Sabinina T.S., Gubaydullin P.P., Pasechnik I.N. et al. Prevention methods of post-anesthesia agitation syndrome in children after anesthesia with sevoflurane. Current state of the problem. *Bezopasnost bolnogo v anesteziologii i reanimatologii: X nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. [The patient's safety in anesthesiology and intensive care: the Xth Scientific Practical Conference]. Moscow, 2012, pp. 63.
8. Bellolio M.F., Puls H.A., Anderson J.L. et al. Incidence of adverse events in paediatric procedural sedation in the emergency department: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 2016, vol. 6, no. 6, e011384. doi: 10.1136/bmjopen-2016-011384.

9. Chiaretti A., Benini F., Pierri F. et al. Safety and efficacy of propofol administered by paediatricians during procedural sedation in children // *Acta Paediatr.* – 2014. – Vol. 103. – P. 182-187.
10. Clark G., Licker M., Younossian A. B. et al. Titrated sedation with propofol or midazolam for flexible bronchoscopy: a randomised trial // *Eur. Respir. J.* – 2009. – Vol. 34, № 6. – P. 1277-1283.
11. Cravero J. P., Beach M. L., Blike G. T. et al. The incidence and nature of adverse events during pediatric sedation/anesthesia with propofol for procedures outside the operating room: a report from the Pediatric Sedation Research Consortium // *Anesth. Analg.* – 2009. – Vol. 108, № 3. – P. 795-804.
12. Deer T., Rich G. Propofol tolerance in a pediatric patient // *Anesthesiology.* – 1992. – Vol. 77, № 4. – P. 828-829.
13. Fang H., Yang L., Wang X. et al. Clinical efficacy of dexmedetomidine versus propofol in children undergoing magnetic resonance imaging: a meta-analysis // *Int. J. Clin. Exp. Med.* – 2015. – Vol. 8. – P. 11881-11889.
14. Ghai B., Jain K., Saxena A. K. et al. Comparison of oral midazolam with intranasal dexmedetomidine premedication for children undergoing CT imaging: a randomized, double-blind, and controlled study // *Paediatr. Anaesth.* – 2017. – Vol. 27, № 1. – P. 37-44.
15. Kitt E., Friderici J., Kleppel R. et al. Procedural sedation for MRI in children with ADHD // *Paediatr. Anaesth.* – 2015. – Vol. 25, № 10. – P. 1026-1032.
16. Koo B. N., Shin S., Kim S. Y. et al. Pharmacodynamic estimate of propofol-induced sedation and airway obstruction effects in obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome // *Yonsei. Med. J.* – 2015. – Vol. 56. – P. 1408-1414.
17. Krauss B. S., Krauss B. A., Green S. M. Procedural sedation and analgesia in children // *N. Engl. J. Med.* – 2014. – Vol. 370. – e23. doi:10.1056/NEJMvcm1108559.
18. Langan M. L., Shabanova V., Li F. Y. et al. A randomized controlled trial of capnography during sedation in a pediatric emergency setting // *Am. J. Emerg. Med.* – 2015. – Vol. 33. – P. 25-30.
19. Lo Y. L., Lin T. Y., Fang Y. F. et al. Feasibility of bispectral index-guided propofol infusion for flexible bronchoscopy sedation: a randomized controlled trial // *PLoS One.* – 2011. – Vol. 6, № 11. – e27769. doi:10.1371/journal.pone.0027769.
20. Mallory M. D., Baxter A. L., Kost S. I. Propofol vs pentobarbital for sedation of children undergoing magnetic resonance imaging: results from the Pediatric Sedation Research Consortium // *Paediatr. Anaesth.* – 2009. – Vol. 19, № 6. – P. 601-611.
21. Mason K. P. Challenges in paediatric procedural sedation: political, economic, and clinical aspects // *Br. J. Anaesth.* – 2014. – Vol. 113 (suppl. 2). – P. 48-62.
22. McCoy S., Lyttle M. D., Hartshorn S. et al. A qualitative study of the barriers to procedural sedation practices in paediatric emergency medicine in the UK and Ireland // *Emerg. Med. J.* – 2016. – Vol. 33. – P. 527-532.
23. Schulte-Uentrop L., Goepfert M. S. Anaesthesia or sedation for MRI in children // *Curr. Opin. Anaesthesiology.* – 2010. – Vol. 23. – P. 513-517.
24. Soy-allergic and egg-allergic patients can safely receive anesthesia / American Academy of Allergy Asthma & Immunology. <https://www.aaaai.org/conditions-and-treatments/library/allergy-library/soy-egg-anesthesia>.
25. Stolz D., Kurer G., Meyer A. et al. Propofol versus combined sedation in flexible bronchoscopy: a randomised non-inferiority trial // *Eur. Respir. J.* – 2009. – Vol. 34, № 5. – P. 1024-1030.
26. Von der Brelie C., Seifert M., Rot S. et al. Sedation of patients with acute aneurysmal subarachnoid hemorrhage with ketamine is safe and might influence the occurrence of cerebral infarctions associated with delayed cerebral ischemia // *World Neurosurg.* – 2017. – Vol. 97. – P. 374-382.
27. Wang X., Ding X., Tong Y. et al. Ketamine does not increase intracranial pressure compared with opioids: meta-analysis of randomized controlled trials // *J. Anesth.* – 2014. – Vol. 28. – P. 821-827.
28. Zeiler F. A., Teitelbaum J., West M. et al. The ketamine effect on ICP in traumatic brain injury // *Neurocrit. Care.* – 2014. – Vol. 21. – P. 163-173.
9. Chiaretti A., Benini F., Pierri F. et al. Safety and efficacy of propofol administered by paediatricians during procedural sedation in children. *Acta Paediatr.*, 2014, vol. 103, pp. 182-187.
10. Clark G., Licker M., Younossian A. B. et al. Titrated sedation with propofol or midazolam for flexible bronchoscopy: a randomised trial. *Eur. Respir. J.*, 2009, vol. 34, no. 6, pp. 1277-1283.
11. Cravero J.P., Beach M.L., Blike G.T. et al. The incidence and nature of adverse events during pediatric sedation/anesthesia with propofol for procedures outside the operating room: a report from the Pediatric Sedation Research Consortium. *Anesth. Analg.*, 2009, vol. 108, no. 3, pp. 795-804.
12. Deer T., Rich G. Propofol tolerance in a pediatric patient. *Anesthesiology*, 1992, vol. 77, no. 4, pp. 828-829.
13. Fang H., Yang L., Wang X. et al. Clinical efficacy of dexmedetomidine versus propofol in children undergoing magnetic resonance imaging: a meta-analysis. *Int. J. Clin. Exp. Med.*, 2015, vol. 8, pp. 11881-11889.
14. Ghai B., Jain K., Saxena A.K. et al. Comparison of oral midazolam with intranasal dexmedetomidine premedication for children undergoing CT imaging: a randomized, double-blind, and controlled study. *Paediatr. Anaesth.*, 2017, vol. 27, no. 1, pp. 37-44.
15. Kitt E., Friderici J., Kleppel R. et al. Procedural sedation for MRI in children with ADHD. *Paediatr. Anaesth.*, 2015, vol. 25, no. 10, pp. 1026-1032.
16. Koo B.N., Shin S., Kim S.Y. et al. Pharmacodynamic estimate of propofol-induced sedation and airway obstruction effects in obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome. *Yonsei. Med. J.*, 2015, vol. 56, pp. 1408-1414.
17. Krauss B.S., Krauss B.A., Green S.M. Procedural sedation and analgesia in children. *N. Engl. J. Med.*, 2014, vol. 370, e23. doi: 10.1056/NEJMvcm1108559.
18. Langan M.L., Shabanova V., Li F.Y. et al. A randomized controlled trial of capnography during sedation in a pediatric emergency setting. *Am. J. Emerg. Med.*, 2015, vol. 33, pp. 25-30.
19. Lo Y.L., Lin T.Y., Fang Y.F. et al. Feasibility of bispectral index-guided propofol infusion for flexible bronchoscopy sedation: a randomized controlled trial. *PLoS One*, 2011, vol. 6, no. 11, e27769. doi:10.1371/journal.pone.0027769.
20. Mallory M.D., Baxter A.L., Kost S.I. Propofol vs pentobarbital for sedation of children undergoing magnetic resonance imaging: results from the Pediatric Sedation Research Consortium. *Paediatr. Anaesth.*, 2009, vol. 19, no. 6, pp. 601-611.
21. Mason K.P. Challenges in paediatric procedural sedation: political, economic, and clinical aspects. *Br. J. Anaesth.*, 2014, vol. 113, suppl. 2, pp. 48-62.
22. McCoy S., Lyttle M.D., Hartshorn S. et al. A qualitative study of the barriers to procedural sedation practices in paediatric emergency medicine in the UK and Ireland. *Emerg. Med. J.*, 2016, vol. 33, pp. 527-532.
23. Schulte-Uentrop L., Goepfert M.S. Anaesthesia or sedation for MRI in children. *Curr. Opin. Anaesthesiology*, 2010, vol. 23, pp. 513-517.
24. Soy-allergic and egg-allergic patients can safely receive anesthesia / American Academy of Allergy Asthma & Immunology. <https://www.aaaai.org/conditions-and-treatments/library/allergy-library/soy-egg-anesthesia>.
25. Stolz D., Kurer G., Meyer A. et al. Propofol versus combined sedation in flexible bronchoscopy: a randomised non-inferiority trial. *Eur. Respir. J.*, 2009, vol. 34, no. 5, pp. 1024-1030.
26. Von der Brelie C., Seifert M., Rot S. et al. Sedation of patients with acute aneurysmal subarachnoid hemorrhage with ketamine is safe and might influence the occurrence of cerebral infarctions associated with delayed cerebral ischemia. *World Neurosurg.*, 2017, vol. 97, pp. 374-382.
27. Wang X., Ding X., Tong Y. et al. Ketamine does not increase intracranial pressure compared with opioids: meta-analysis of randomized controlled trials. *J. Anesth.*, 2014, vol. 28, pp. 821-827.
28. Zeiler F.A., Teitelbaum J., West M. et al. The ketamine effect on ICP in traumatic brain injury. *Neurocrit. Care.* 2014, vol. 21, pp. 163-173.

ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

ФГБОУ ВО «КемГМУ» МЗ РФ,
650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22а.

Жданов Роман Васильевич

заочный аспирант кафедры травматологии с курсом реанимации, медицинской реабилитации и физической культуры.

E-mail: anestezist@list.ru

Григорьев Евгений Валерьевич

доктор медицинских наук, профессор, заведующий курсом анестезиологии-реаниматологии кафедры травматологии с курсом реанимации, медицинской реабилитации и физической культуры.

E-mail: grigoriev@hotmai.ru

FOR CORRESPONDENCE:

Kemerovo State Medical University,
21, Voroshilova St., Kemerovo, 650056

Roman V. Zhdanov

Part time Post-Graduate Student of Traumatology Department with Training Course in Intensive Care, Medical Rehabilitation and Physical Training.

Email: anestezist@list.ru

Evgeny V. Grigoriev

Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Training Course in Anesthesiology and Intensive Care of Traumatology Department with Training in Intensive Care, Medical Rehabilitation and Physical Training.

Email: grigoriev@hotmai.ru