

В.Г. Багаев¹, Е.В. Девайкин², В.Г. Амчеславский¹, В.Н. Потапов³, С.Н. Боярский²

¹ НИИ неотложной детской хирургии и травматологии, Москва

² Областная детская клиническая больница № 1, Екатеринбург

³ ООО «Акела-Н», Сходня

Различные виды анестезий с использованием ксенона у детей

Контактная информация:

Багаев Владимир Геннадьевич, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отделения анестезиологии и реанимации, ГУ ДЗ НИИ неотложной детской хирургии и травматологии

Адрес: 119180, Москва, ул. Большая Полянка, д. 22, тел.: (495) 633-58-27, e-mail: багаев61@mail.ru

Статья поступила: 07.11.2011 г., принята к печати: 15.01.2012 г.

С 2010 по 2011 г. с разрешения Минздравсоцразвития РФ было проведено клиническое исследование IIIA фазы по оценке эффективности и безопасности лекарственного препарата ксенона при общей анестезии у детей (ASA I–III) с различной хирургической патологией. Проведено 60 анестезий с использованием ксенона у детей в возрасте от 1 года до 18 лет: масочная — 3 (5%), ларингомасочная — 9 (15%), эндотрахеальная — 48 (80%). Масочная моноанестезия ксеноном длительна по индукции, сложна по поддержанию герметичности контура, дорогая по расходу газа, в связи с чем была определена как неперспективная. Оптимальной анестезией с использованием ксенона является ларингомасочная или эндотрахеальная. При всех видах анестезии в премедикацию необходимо включать атропина сульфат 0,1%. Индукцию и вводную анестезию у детей младше 5 лет следует проводить севофлураном через лицевую маску, а у детей старше 5 лет — пропофолом. Аналгезия при концентрации ксенона в наркозно-дыхательной смеси 65–55% недостаточна и требует усиления путем использованием фентанила внутривенно.

Ключевые слова: ксенон, низкотоочная анестезия, анестезия у детей.

Прошло более века с момента открытия ксенона (Кс). Методом спектрального анализа с 1894 по 1898 гг. нобелевским лауреатом Уильямом Рамсеем (совместно с Дж. Рэлеем и М. Траверсом) было выделено четыре инертных газа: аргон, неон, криптон и ксенон. В 1951 г. американцы С. Куллен и Э. Гросс (S. Cullen, E. Gross) провели первый в мире наркоз ксеноном: так, 1951 г. стал годом рождения ксеноновой анестезии. Однако, в то время бурного развития такая анестезия не получила из-за сложности и дороговизны получения газа и его большого расхода при проведении наркоза. В конце 80-х — начале 90-х гг. в связи с совершенствованием наркозно-дыхательной аппаратуры, появлением качественных газоанализаторов и на волне возрождения

интереса к низкотоочной анестезии возобновился и интерес к ксенону [1, 2]. Являясь толерантным антагонистом NMDA-рецепторов, он оказывает влияние также на GABA-рецепторы или неNMDA-глутаматергические рецепторы, кайнат-рецепторы [3]. Исследования показали, что МАК Кс, в особенности у пожилых людей, зависит от пола, у женщин она меньше и составляет 51,1%, у мужчин — 69,3% [4]. В клинике и аутоэксперименте было показано, что анальгетический эффект наступает уже через несколько глубоких вдохов кислородно-ксеноновой смеси в концентрации Кс:О₂ = 70%:30% [5–7]. В многочисленных работах отечественных и зарубежных авторов убедительно показан положительный гемодинамический эффект ксенона, он является ане-

V.G. Bagaev¹, E.V. Devaykin², V.G. Amtcheslavskiy¹, V.N. Potapov³, S.N. Boyarskiy²

¹ SI DH SRI of Emergency Children Surgery and Traumatology, Moscow

² SIH Regional Children Clinical Hospital № 1, Ekaterinburg

³ ООО «Akela-N», Moscow Region

Various types of anaesthesia with xenon in children

Since 2010 till 2011 years by authority of Ministry of Health and social development of Russian Federation the clinical trial IIIA on evaluation of xenon efficacy and safety in anaesthesia in children (ASA I–III) with different surgical diseases has been performed. 60 anaesthesias with xenon in children at the age of 1–18 years were made: face mask — 3 (5%), laryngeal mask — 9 (15%), endotracheal — 48 (80%). Face mask monoanaesthesia with xenon has prolonged duration, difficulties in maintenance of outline airtightness and is expensive because of gas consumption, so this method was defined as unpromising. The optimal anaesthesia with xenon is laryngeal mask or endotracheal anaesthesia. Before all types of anaesthesia premedication with 0,1% atropine sulfate must be performed. Induction and initial anaesthesia in children younger than 5 years old should be performed with sevoflurane through face mask, in children older than 5 years — with propofol. The analgesia with xenon concentration in respiratory-anaesthesia mixture is insufficient and requires the intensification by intravenous phentanylum.

Key words: xenon, low-flow anaesthesia, anaesthesia in children.

стетиком выбора у больных с компрометированным миокардом [8, 9]. Восстановление когнитивных функций происходит раньше после анестезии ксеноном по сравнению с анестезией изофлураном и севофлураном [10, 11]. В России ведущая роль в изучении медицинского применения Кс принадлежит отечественным ученым во главе с профессором Н.Е. Буровым. С 1991 г. на кафедре анестезиологии и реаниматологии РМАПО был выполнен весь комплекс доклинических и клинических исследований ксенона в соответствии с требованиями Фармкомитета [7–10]. Приказом Министра здравоохранения РФ от 08.10.1999 г. № 363 ксенон разрешен к медицинскому применению в качестве средства для наркоза у взрослых в нашей стране. Получение ксенона высокой степени очистки (99,9999%) позволило зарегистрировать его под торговой маркой «КсеМед». В 2010 г. Минздравсоцразвития РФ выдало разрешение (приказ № 183 от 22 апреля 2010 г.) на проведение клинических исследований данного газа как средства для анестезии у детей на базе НИИ НДХиТ (Москва) и Областной детской клинической больницы № 1 (Екатеринбург). В июне 2011 г. было завершено исследование по оценке его эффективности и безопасности при общей анестезии у детей с различными хирургическими заболеваниями, результаты которого представлены в данной статье.

Цель исследования: провести сравнительный анализ различных видов анестезии ксеноном при проведении общей анестезии у детей (ASA I–III) при плановых хирургических вмешательствах с использованием различных наркозных аппаратов.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В клиническое исследование вошли 60 детей в возрасте от 1 года до 18 лет, из них 42 (70,0%) мальчика и 18 (30,0%) девочек, поступивших в стационар для хирургического лечения. Критериями включения в исследование стали возраст до 17 лет включительно и физикальный статус I–III ASA. Класс I составили 18 (30,0%), класс II — 26 (43,3%) и класс III — 16 (26,7%) пациентов. Критериями исключения из исследования являлись: врожденные и приобретенные пороки сердца и крупных сосудов; операции, требующие применения гипероксических ($\text{FiO}_2 > 0,3$) дыхательных смесей; экстренные и амбулаторные вмешательства.

Виды оперативных вмешательств, при которых применялась ксеноновая анестезия, представлены в табл. 1.

Наибольшее количество операций было выполнено у больных с абдоминальной патологией — 17 (28,3%): операция Иванисевича, грыжесечение (открытое и лапароскопическое), холецистэктомия, гастроподопликация по Ниссену, формирование холедохоеюноанастомоза по Ру и др. Меньшую группу составили больные с урологической патологией — 13 (21,7%) детей: формирование пиело-

уретерального анастомоза, неимплантация мочеточника, нефрэктомия. У детей с нейрохирургической патологией выполнено 13 (21,7%) операций: вентрикулоперитонеальное шунтирование, краниопластика, удаление дермальной кисты позвоночника и др. Небольшое количество операций было выполнено по поводу мягкотканых дефектов (после травмы) — реконструктивно-пластических 7 (11,7%) случаев. На грудной клетке проведено 5 (8,3%) операций — коррекция воронкообразных и килевидных деформаций, удаление кисты средостения и т.д. В раздел прочих (у 5; 8,3%), вошли операции по поводу удаления лимфангиом различной локализации и гипоспадии.

Для выполнения анестезий использовали наркозно-дыхательные аппараты (НДА), предназначенные для работы с Кс: FELIX DUAL (ТАЕМА, Франция) и АХЕОМА (Финляндия). В исследовании также использовался НДА SIESTA I Whispa (DAMECA, Дания), который был совмещен с наркозной приставкой КНП-01 (ООО «Акела-Н», Россия). Мониторинг газового состава наркозно-дыхательной смеси проводили с помощью газоанализаторов: НДА, M1026B (Philips) и ГКМ-03-ИНСОВТ (In/EtO₂, EtCO₂, In Kc и EtCO₂). Мониторинг жизненно важных функций осуществляли следящей системой MP 60 (Philips), контролируя АД, ЧД, ЧСС, SatO₂, BIS-индекс и индекс перфузии. Клинические анализы крови проводились гематологическим анализатором «Micros 60» (Франция), биохимические — «Stat Fax» (США), кислотно-основное состояние крови — «Radiometer Copenhagen ABL-500» (Дания). Для обработки полученных результатов использовали стандартно применяемые методы математического анализа и статистической обработки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При освоении методик с использованием Кс у детей за основу были взяты методики проведения ксеноновых анестезий у взрослых пациентов. В исследовании применялись все известные виды анестезий, используемые в детской анестезиологии, классическая масочная анестезия (МА) с использованием лицевой маски, ларингомасочная (ЛМА) и эндотрахеальная (ЭТА) (табл. 2).

Наименьшее количество анестезий выполнено с применением лицевой маски — 3 (5%) случая, средняя продолжительность МА составила 44 ± 18 мин. В то же время по расходу ксенона (445 ± 196 мл/кг/час) масочные анестезии оказались наиболее затратными. Они применялись при непродолжительных операциях у детей с грыжами различной локализации. Большой расход ксенона при МА обусловлен невозможностью создать «идеальную» герметичность контура «аппарат-больной» в сравнении с ЛМА и ЭТА, а также необходимостью поддержания должного потока наркозно-дыхательной смеси ребенку, находящемуся на самостоятельном дыхании.

Таблица 1. Виды оперативных вмешательств

Виды операций	Число операций (%)
Абдоминальные	17 (28,3)
Урологические	13 (21,7)
Нейрохирургические	13 (21,7)
Реконструктивно-пластические	7 (11,7)
Торакальные	5 (8,3)
Прочие	5 (8,3)
Итого	60 (100)

Таблица 2. Длительность и средний расход ксенона при различных способах анестезии

Вид анестезии	Количество (%)	Средняя длительность анестезии (мин)	Расход ксенона (с насыщением) (мл/кг/час)
Масочная	3 (5)	44 ± 18	445 ± 196
Ларингомасочная	9 (15)	56 ± 20	340 ± 120
Эндотрахеальная	48 (80)	118 ± 54	240 ± 80

ЛМА провели у 9 (15%) детей, продолжительность анестезии составила в среднем 56 ± 20 мин. Расход ксенона при ЛМА был на 24% меньше, чем при МА, и составил 340 ± 120 мл/кг/час. В то же время расход ксенона при ЛМА был на 29% больше, чем при ЭТА, которые проводили при наиболее травматичных и продолжительных оперативных вмешательствах. Средняя длительность 48 (80%) ЭТА составила 114 ± 54 мин, при их проведении расход ксенона был наименьшим и составил 240 ± 80 мл/кг/час. Наименьший расход газа при ЭТА обусловлен наилучшей герметичностью контура по сравнению с МА и ЛМА, а также их длительностью. Чем длительнее анестезия, тем меньше расход ксенона в пересчете на 1 час.

Таким образом, результаты наших исследований по расходу ксенона при анестезии у детей совпадают с полученными ранее результатами исследований, проведенных у взрослых пациентов. Наименее затратным по расходу ксенона являются ЛМА и ЭТА. В общем ходе анестезии ксеноном были выделены 4 периода: 1 — период индукции/денитрогенизации, 2 — насыщения ксеноном, 3 — поддержания анестезии, 4 — пробуждения больного.

Масочная моноанестезия ксеноном

МА проводили с использованием аппарата FELIX DUAL (ТАЕМА, Франция). Перед анестезией ребенку подбирали оптимальный размер лицевой маски для обеспечения хорошей герметичности контура.

1. Период индукции/денитрогенизации при МА включал только денитрогенизацию, которую проводили потоком чистого кислорода более 4 л/мин (в среднем 6–8 л/мин) по полуоткрытому контуру. Индукция ксеноном при МА в этот период не проводилась, поскольку без предварительной денитрогенизации невозможно создать необходимую концентрацию. Средняя продолжительность периода денитрогенизации составила 6 ± 1 мин. Критерием ее завершения были показатели концентрации кислорода $\text{InO}_2/\text{EtO}_2 = 98\%/94\%$, определяемые по газовому анализатору.
2. Период насыщения проводили по полузакрытому контуру. Расчет потока газонаркотической смеси был в 2 раза выше минутной вентиляции и составлял не менее 3 л/мин. Установив поток на дозиметре аппарата и концентрацию газов в соотношении $\text{Kc}:\text{O}_2 = 70\%:30\%$, клапан разгерметизации аппарата подключали к адсорберу для сбора выдыхаемого ксенона с целью последующей его переработки. Среднее время насыщения ксеноном до требуемой концентрации в 60–67% (1,0–1,2 МАК) составляло 10 ± 3 мин, после чего начиналась операция. Следует отметить обильную саливацию у 1 (33,3%) из 3 детей в данный период, что потребовало последовательности действий в виде разгерметизации дыхательного контура, санации полости ротоглотки, повторной гер-

метизации лицевой маской и возобновление насыщения ксеноном. При разгерметизации дыхательного контура быстро снижалась концентрация анестетика в дыхательной смеси, что требовало дополнительного времени и количества ксенона для достижения необходимой концентрации (60–67%).

3. Период поддержания анестезии обеспечивали соотношением газов в наркозно-дыхательной смеси, соответствующим $\text{Kc}:\text{O}_2 = 67\text{--}60\%$: 30% при газотоке не менее 3 л/мин. В этом периоде анестезии также эпизодически приходилось прибегать к увеличению потока наркозно-дыхательной смеси из-за неплотного прилегания маски к лицу пациента, что вело к разгерметизации контура и спаданию дыхательного мешка. У всех 3 (100%) детей при масочной моноанестезии ксеноном в концентрации 67–60% была отмечена недостаточность аналгезии, что проявлялось учащением дыхания, артериальной гипертензией, тахикардией и снижением перфузионного индекса. Усиление аналгезии, обеспеченное введением фентанила в дозе 3 мкг/кг, приводило к нивелированию отрицательных проявлений и успешному окончанию операции и анестезии.
4. Период пробуждения больного обеспечивали тем, что за 5 мин до окончания операции, как правило на этапе ушивания кожи, подачу ксенона прекращали, одновременно увеличив поток O_2 до 3,0 л/мин. При достижении концентрации ксенона в контуре менее 15% ребенок открывал глаза и начинал двигаться конечностями. Этим проявлениям соответствовала величина BIS-индекса более 75 Ед. Несмотря на маленький возраст пациентов, период пробуждения был «спокойным» и не требовал дополнительных действий в виде обезболивания или седации.

Таким образом, при проведении масочной моноанестезии ксеноном у детей до индукции анестетика целесообразно в премедикацию включать атропина сульфат. В период денитрогенизации дети негативно реагируют на плотное прилегание лицевой маски. Разгерметизация дыхательного контура на любом из этапов анестезии приводит к быстрому пробуждению ребенка из-за стремительной элиминации ксенона в силу его физических характеристик (инертный, быстро выводимый из организма газ). Моноанестезия ксеноном в концентрации анестетика 67–60% (на уровне хирургической стадии анестезии) при плановых операциях не обеспечивает у детей адекватную аналгезию, что требует использования фентанила. Недостатком масочной моноанестезии ксеноном является длительность периода индукции и насыщения ксеноном (до 20 мин) и большой расход газа, что необоснованно ее удорожает. Учитывая все вышеперечисленное, масочный метод моноанестезии ксеноном у детей в дальнейшем не применялся, а все последующие анестезии в исследовании проводили по закрытому контуру с использованием ларингомасочной или эндотрахеальной интубации.

Ларингомасочная и эндотрахеальная анестезии ксеноном

Методики проведения ЛМА и ЭТА при выполнении плановых оперативных вмешательств были аналогичны друг другу за исключением протекции дыхательных путей. В первом случае это была ларингеальная маска, а во втором — эндотрахеальная интубационная трубка. У взрослых пациентов и у детей в младшей возрастной группе (младше 5 лет) для индукции использовался ингаляционный анестетик севофлуран, а более старшим детям (> 5 лет) внутривенно вводили диприван.

1. Период индукции/денитрогенизации. У детей до 5 лет как при ЭТА, так и ЛМА проводили индукцию и вводную анестезию ингаляционно севофлураном «болюсным» способом, через лицевую маску по полуоткрытому контуру, газотоком 4–6–8 л/мин (в зависимости от возраста ребенка) 100% O₂. Данный метод индукции зарекомендовал себя как «золотой стандарт» при анестезии у младенцев. Достижение и поддержание стадии наркоза III 1–2 при индукции севофлураном на уровне 2 об% (1МАК), позволяет безболезненно осуществить венозный доступ ребенку. BIS-индекс при этом составлял в среднем 55 ± 5 Ед, соответствуя достигаемой стадии наркоза. После осуществления венозного доступа подача севофлурана прекращалась, с целью премедикации внутривенно вводился атропин в дозе 0,01 мг/кг, а затем фентанил в дозе 2,9 ± 1,1 мкг/кг. Вслед за этим, в случае проведения анестезии на самостоятельном дыхании, производилась установка ларингеальной маски. При необходимости осуществления анестезии на управляемом дыхании ребенку вводили миорелаксант (Эсмерон в дозе 0,6 мг/кг), устанавливалась ларингеальная маска или проводилась интубация трахеи эндотрахеальной трубкой с последующим переводом на ИВЛ. У детей старше 5 лет для индукции и вводной анестезии использовали гипнотик ультракороткого действия (пропофол). Его вводили медленно в течение 1,5–2,0 мин в дозе 2,9 ± 0,7 мг/кг после премедикации атропином. При соответствии BIS-индекса в среднем 44,7 ± 11 Ед проводили преоксигенацию 100% O₂, вводили фентанил в дозировке 2,9 ± 1,1 мкг/кг, обеспечивали миоплегию Эсмероном 0,6 мг/кг и выполняли установку ларингеальной маски или интубацию трахеи с последующим переводом ребенка на ИВЛ. После протекции дыхательных путей начиналась денитрогенизация, ее проводили 100% O₂ потоком 4–8 л/мин в зависимости от возраста ребенка по полуоткрытому контуру. Средняя продолжительность периода денитрогенизации составила 6,2 ± 1,0 мин. Критерием ее завершения были показатели концентрации кислорода на вдохе и выдохе InO₂/EtO₂ = 98%/94%, определяемые по газовому анализатору.

2. Период насыщения ксеноном. Сразу же после завершения денитрогенизации начинали проводить насыщение по закрытому контуру. Устанавливали минимальный поток кислорода, равный метаболическим потребностям организма из расчета 4–5 мл/кг/мин, и поток анестетика, равный 0,02–0,05–0,1 (в зависимости от возраста), до достижения соотношения Kc:O₂ = 67–60%:30%. Продолжительность периода насыщения ксеноном до данных концентраций составляла от 5 до 10 мин (7,5 ± 1,8), после чего начиналось оперативное вмешательство.

3. Период поддержания анестезии ксеноном. Поддержание анестезии проводили по закрытому контуру (closed system anesthesia). Чтобы поддержать минимальные потребности организма в O₂ и обеспечить адекватную анестезию во время оперативного вмешательства, необходимо поддерживать концентрацию газовой смеси в контуре в соотношении Kc:O₂ = 67–60%:30%.

Для обеспечения данного соотношения и содержания газов в наркозно-дыхательной смеси при анестезии по закрытому контуру поток ксенона составлял в среднем 50,0 ± 20 мл/мин, что в пересчете на массу тела ребенка соответствовало средней величине 1,9 ± 0,7 мл/кг/мин, а потребность в O₂ в среднем равнялась 4,6 ± 1,9 мл/кг/мин, что оказалось выше по сравнению с величинами, рекомендуемыми у взрослых пациентов.

4. Период пробуждения больного. За 5–10 мин до окончания оперативного вмешательства поступление ксенона в дыхательный контур НДА прекращали. Продолжали ИВЛ по полузакрытому контуру при потоке кислорода 2–3 л/мин. Выдыхаемый ксенон улавливался блоком адсорбера. Ушивание кожи проводится при концентрации ксенона 50%. При достижении концентрации анестетика в контуре менее 10–15% ребенок открывал глаза, начинал реагировать на эндотрахеальную трубку и двигать конечностями. Пробуждение после ксеноновой анестезии быстрое, «комфортное» для пациента, в любом возрасте дети пробуждаются спокойно и не требуют дополнительного обезболивания или седации. Пробуждение после анестезии ксеноном выгодно отличает его от всех известных ингаляционных анестетиков.

По результатам интраоперационного мониторинга нами был отмечен недостаточный анальгетический эффект моноанестезии ксеноном (масочным способом) при выполнении плановых оперативных вмешательств у детей. Это обусловило в большинстве (98%) случаев проводимых анестезий необходимость усиления анальгетического компонента введением фентанила. Фентанил вводили как на этапе вводной анестезии, так и для ее поддержания в ходе основного этапа наркоза, что представлено в табл. 3.

Таблица 3. Расход фентанила на этапах анестезии ксеноном у детей

Вид оперативного вмешательства	Этап вводной анестезии (мкг/кг)	Общий расход фентанила (мкг/кг/час)
Абдоминальные и урологические	3,0 ± 1,2	3,5 ± 1,5
Реконструктивно-пластические	3,3 ± 1,2	3,1 ± 1,3
Нейрохирургические	2,5 ± 1,1	2,4 ± 0,8
Торакальные*	3,0 ± 0,5	2,0 ± 0,2

Примечание. * — при торакальных операциях использовалась ксеноновая эндотрахеальная анестезия + эпидуральная блокада.

Таблица 4. Сравнительный анализ расхода ксенона в зависимости от наркозно-дыхательного аппарата

Наркозный аппарат	Доза насыщения ксенона (мл/кг)	Общий расход ксенона (мл/кг/ч)
AXEOMA (Финляндия)	129 ± 53	179 ± 68
SIESTA I Whispa (DAMECA, Дания) + КНП-01 (ООО «Акела-Н», Россия)	137 ± 58	189 ± 62
FELIX DUAL (ТАЕМА, Франция)	180 ± 65	202 ± 70

Примечание. В анализе расхода ксенона учитывались ларингомасочная и эндотрахеальная анестезии длительностью более 1 часа.

Количество фентанила, примененного на этапе вводной анестезии при различных видах плановых оперативных вмешательств, практически не отличалось от суммарно введенного за весь период анестезии и составляло в среднем около 3 мкг/кг. При торакальных операциях общий расход фентанила был наименьший ($2,0 \pm 0,2$ мкг/кг/час), поскольку анестезия ксеноном включала эпидуральную блокаду. Необходимость введения фентанила на этапах анестезии в каждом конкретном случае определялась анестезиологом на основании данных мониторинга и зависела от травматичности операции. Фентанил вводили при появлении признаков недостаточного обезболивания, которыми являлись: артериальная гипертензия (подъем АД на 15–20% выше исходного), снижение перфузионного индекса (менее 1,0), тахикардия (ЧСС выше на 15–20% от исходных значений). Вегетативный ответ на ноцицептивное раздражение при анестезии ксеноном у детей младше 5 лет и в более старшем возрасте различался. Дети до 5 лет реагировали на боль появлением тахикардии, артериальной гипертензии и снижением перфузионного индекса. Реакция более старших детей на ноцицептивную импульсацию проявлялась только артериальной гипертензией и снижением перфузионного индекса, тахикардии у них не отмечалось.

В исследовании проведен анализ расхода ксенона в зависимости от модели наркозного аппарата (табл. 4). Учитывались только ларингомасочная и эндотрахеальная анестезии, продолжительность которых была более 1 часа. Наименьший расход ксенона в период насыщения был выявлен у НДА AXEOMA (Финляндия) — 129 ± 53 мл/кг. Данный расход оказался на 6% меньше,

чем при насыщении аппаратом SIESTA I Whispa (DAMECA, Дания), — 137 ± 58 мл/кг и на 40% меньше, чем при насыщении FELIX DUAL (ТАЕМА, Франция), — 180 ± 65 мл/кг.

В период поддержания анестезии ксеноном наиболее экономичным аппаратом оказался также НДА AXEOMA (Финляндия). Расход газа при работе на нем составил 179 ± 68 мл/кг/час, что на 6% меньше, чем у SIESTA I Whispa (DAMECA, Дания), — 189 ± 62 мл/кг/час и на 13% меньше, чем при работе на FELIX DUAL (ТАЕМА, Франция), — 202 ± 70 мл/кг/час.

ВЫВОДЫ

1. Масочная моноанестезия ксеноном через лицевую маску у детей является неперспективной, поскольку она длительна по индукции, сложна по поддержанию герметичности контура в ходе анестезии и необоснованно дорога по расходу газа.
2. Оптимальным видом анестезии с использованием ксенона является ларингомасочная или эндотрахеальная анестезии.
3. Перед проведением анестезии ксеноном целесообразно включать в премедикацию атропина сульфат 0,1%, а для усиления анальгезии на этапе вводной анестезии и при ее поддержании — фентанил.
4. Индукцию и вводную анестезию у детей младше 5 лет рекомендуется проводить севофлураном «болюсным» способом, через лицевую маску по полуоткрытому контуру, а у детей старше 5 лет — пропофолом.
5. Наиболее экономичным по расходу ксенона является наркозный аппарат AXEOMA (Финляндия) по сравнению с SIESTA I Whispa (DAMECA, Дания) и FELIX DUAL (ТАЕМА, Франция).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Boomsma F., Ruprecht J., Veld A.J. et al. Haemodynamic and neurohumoral effects of xenon anaesthesia. A comparison with nitrous oxide. *Anaesthesia*. 1990; 45: 273–8.
2. Lachmann B., Armbruster S., Schairer W. et al. Safety and efficacy of xenon in routine use as an inhalational anaesthetic. *Lancet*. 1990; 335: 1413–1415.
3. De Sousa S.L., Dickinson R., Lieb W.R. Contrasting synaptic actions of the inhalational general anesthetics isoflurane and xenon. *Anesthesiology*. 2000; 92: 1055–1066.
4. Goto T., Nakata Y., Morita S. The minimum alveolar concentration of xenon in the elderly is sex-dependent. *Anesthesiology*. 2002; 112: 9–32.
5. Sanders R.D., Weimann J., Maze M. Biologic Effects of Nitrous Oxide: A Mechanistic and Toxicologic Review. *Anesthesiology*. 2008; 109 (4): 707–722.
6. Шулунов М.В. Оценка адекватности ксеноновой анестезии по данным гормональных, гемодинамических и биохимических показателей. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М. 1995. С 25.
7. Stuttmann R., Jakubetz J., Schultz K. et al. Recovery index, attentiveness and state of memory after xenon or isoflurane anaesthesia: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol*. 2010; 10: 5.
8. Рашупкин А.Б., Буров Н.Е. Изменения центральной гемодинамики при анестезии ксеноном и закисью азота у больных с компрометированной сердечно-сосудистой системой. *Анестезиология и реаниматология*. 2006; 4: 50.
9. Буров Н.Е., Молчанов И.В., Николаев Л.Л. и др. Методика низкпоточной ксеноновой анестезии. *Анестезиология и реаниматология*. 2003; 3: 31–34.
10. Dahmani S., Stany I., Brasher C. et al. Pharmacological prevention of sevoflurane- and desflurane-related emergence agitation in children: a meta-analysis of published studies. *Br J Anaesthesiol*. 2010; 104: 216–23.
11. Goto T., Saito H., Nakata Y. et al. Emergence times from xenon anaesthesia are independent of the duration of anaesthesia. *Br J Anaesthesiol*. 1997; 79: 595–9.
12. Буров Н.Е., Джабаров Д.А., Остапченко Д.А. и др. Клинические стадии и субъективные ощущения при ксеноновой анестезии. *Анестезиология и реаниматология*. 1993; 4: 7–11.
13. Буров Н.Е., Миронова И.И., Корниенко Л.Ю. и др. Влияние анестезии ксеноном на морфологию и свертывающую систему крови. *Анестезиология и реаниматология*. 1993; 6: 14–17.