

Багаев В.Г., Амчеславский В.Г., Хмельницкий К.Е., Пинелис В.Г., Арсеньева Е.Н., Васильева И.В., Львова Е.А.

## РЕЗУЛЬТАТЫ КЛИНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ КСЕНОНА ПРИ ОБЩЕЙ АНЕСТЕЗИИ У ДЕТЕЙ

НИИ неотложной детской хирургии и травматологии, Москва;  
Научный центр здоровья детей РАМН, лаборатория мембранологии с группой генетических исследований, Москва

Bagaev V.G., Amcheslavskiy V.G., Hmel'nitskiy K.E., Pinelis V.G., Arsen'eva E.N., Vasil'eva I.V., L'vova E.A.

## RESULTS OF CLINICAL EFFICACY AND SAFETY STUDIES XENON ANESTHESIA IN CHILDREN

Research Institute of Emergency Children's Surgery and Traumatology. Moscow; Research Centre for Children's Health. Membranology laboratory with a group of genetic research. Moscow

### Резюме

В 2011 г. было завершено клиническое исследование IIIA фазы «Оценка эффективности и безопасности лекарственного средства «КсеМед®» при общей анестезии у детей (ASA I–III) с различными хирургическими заболеваниями». Проведено 107 анестезий с использованием лекарственного средства «КсеМед®» (Кс) у детей в возрасте от 1 года до 18 лет. При масочной моноанестезии Кс индукция оказалась длительной, анестезия сложной из-за невозможности поддержания герметичности контура и концентрации Кс в дыхательной смеси, недостаточной аналгезии и большого расхода газа. Оптимальной анестезией с использованием Кс является низкотоковая ларингомасочная или эндотрахеальная анестезия. Анестезия Кс в концентрации 65–55%, по данным БИС-мониторинга, обеспечивает достаточную глубину седации, требует усиления аналгезии фентанилом в дозе 2,5–3,0 мкг/кг/ч, отличается гемодинамической стабильностью и хорошей тканевой перфузией. Уровень гормонов стресса в ходе анестезии не выходит за пределы стресс-нормы. Пробуждение детей после анестезии быстрое и спокойное. По лабораторным показателям Кс не оказывает токсического влияния на организм ребенка. Проведенное исследование показало, что анестезия Кс может использоваться в детской анестезиологии.

**Ключевые слова:** ксенон, низкотоковая анестезия, анестезия у детей

### Abstract

In 2011, a clinical study was completed Phase IIIA: «The efficacy and safety of drugs «XeMed®» during general anesthesia in children (ASA I–III) with a variety of surgical diseases.» Conducted 107 anesthesia using drugs «XeMed®» (X) in children aged 1 to 18 years. When Kc monoanestezii of mask, induction was a long, complex anesthesia because of the inability to maintain circuit integrity, and maintain the concentration of X in the breathing mix, inadequate analgesia and high consumption of gas. Optimal anesthesia using COPs are low-flow, laringomasochnaya or endotracheal anesthesia. Anesthesia X concentration 65–55%, according to BIS monitoring provides sufficient depth of sedation, analgesia requires increased fentanyl in a dose of 2,5–3,0 mg/kg/h, different hemodynamic stability and good tissue perfusion. The level of «stress hormones» during anesthesia is within the «stress the norm». Awakening children anesthesia quickly and quietly. On laboratory parameters X has no toxic effect on the baby. The study showed that anesthesia may be used X in pediatric anesthesiology.

**Key words:** xenon, low-flow anesthesia, anesthesia in children.

## Введение

Являясь естественным антагонистом NMDA-рецепторов, ксенон (Кс) оказывает влияние и на ГАВАА-рецепторы или на не-NMDA-глутаматергические рецепторы, а также на кайнат-рецепторы [9]. Минимальная альвеолярная концентрация (МАК) Кс равна 63 об. %, однако у взрослых данный показатель зависит от пола: в частности у женщин он меньше и составляет 51,1 об. %, а у мужчин – 69,3 об. % [10]. В клинике и аутоэксперименте было показано, что анальгетический эффект наступает при действии кислородно-ксеноновой смеси в концентрации Кс:  $O_2=70:30\%$  [13, 14]. В многочисленных работах отечественных и зарубежных авторов убедительно показан положительный гемодинамический эффект Кс, что позволило признать его лучшим анестетиком у больных с компрометированным миокардом и анестетиком выбора в кардиоанестезиологии [2, 3]. Учитывая нейропротективные свойства Кс и его способность защищать мозг при ишемическом повреждении, он нашел применение в интенсивной терапии и при нейрохирургических вмешательствах [4, 7, 12]. Отличительной особенностью Кс анестезии является пробуждение: оно быстрое, спокойное, не зависит от продолжительности анестезии, у пациентов быстрее восстанавливаются когнитивные функции, нет ажитации [5, 8, 11]. Кс (фармакологическое название «КсеМед®») разрешен в качестве средства для наркоза у взрослых с 1999 г., в 2010 г. Минздравсоцразвития РФ выдало «Разрешение на проведение клинических исследований газа «КсеМед®» как средства для анестезии у детей».

**Цель исследования** – оценить эффективность и безопасность лекарственного средства «КсеМед®» при общей анестезии у детей с различными хирургическими заболеваниями.

## Материал и методы исследования

В клиническое исследование вошли 107 детей в возрасте от 1 года до 18 лет, 75 (70,1%) мальчиков и 32 (29,9%) девочки, оцениваемые по шкале ASA I–III, поступившие в стационар для планового хирургического лечения. С применением Кс было проведено 8 (7,5%) масочных анестезий (МА), 23 (21,5%) ларингомасочных (ЛМА) и 76 (71,0%) эндотрахеальных (ЭА). Наибольшее количество анестезий было проведено у детей с абдоминальной

патологией 63 (58,9%): варикоцеле, грыжи различной локализации, оперируемые традиционно и лапароскопически. Анестезии при реконструктивно-пластических операциях после травмы выполнены 18 (16,8%) пациентам. С нейрохирургической патологией было прооперировано 16 (15,0%) детей: вентрикулоперитонеальное шунтирование, краниопластика, удаление дермоидной кисты позвоночника и др. В группу прочих вошли 10 (9,3%) детей с торакальной патологией и повреждениями опорно-двигательного аппарата. При проведении анестезии Кс использовали наркозно-дыхательные аппараты «Felix Dual» (Гаема, Франция) и «Siesta I Whispa» (Damesa, Дания), совмещенные с ксеноновой наркозной приставкой «КНП-01» (ООО «Акела-Н», Россия). Мониторинг газового состава наркозно-дыхательной смеси проводили с помощью газоанализаторов «M1026B» (Philips) и «ГКМ-03-ИНСОВТ» (Россия). Мониторинг жизненно важных функций обеспечивали следящей системой «MP 60» (Philips), контролируя артериальное давление (АД), частоту дыхания (ЧД), частоту сердечных сокращений (ЧСС),  $SatO_2$ , БИС-индекс и индекс перфузии (ИП). Для оценки пробуждения после анестезии Кс исследовали время от момента экстубации до появления доступного контакта с ребенком, а также проводили анализ выраженности ажитированного поведения. Ажитация оценивалась по международному тесту GOAT, адаптированному для детей, в баллах (от 1 до 4), по следующим критериям: рассеянность внимания, отвлекаемость, невозможность концентрации и выраженности самостимуляции. Гормональный статус исследовали иммуноферментным методом из сыворотки крови ребенка. Биохимические анализы крови проводили с помощью анализатора «Stat Fax» (США), кислотно-основное состояние (КОС) – «Radiometer Copenhagen ABL-500» (Дания). Для обработки полученных результатов использовали стандартно применяемые методы математического анализа и статистической обработки.

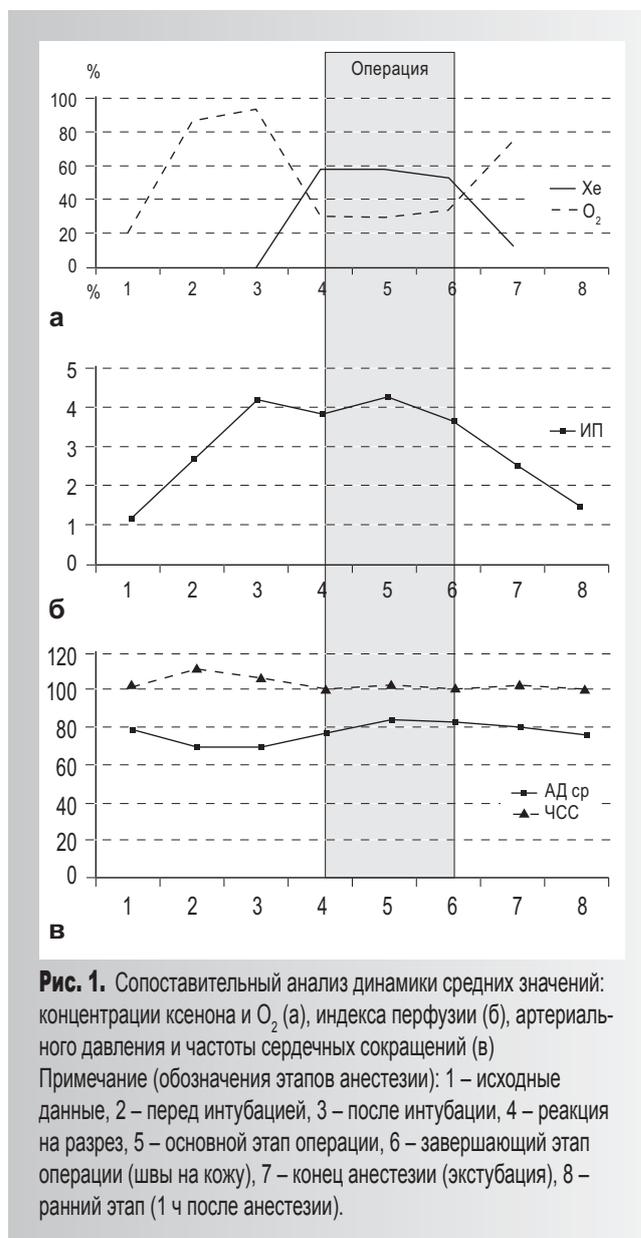
## Результаты исследования и их обсуждение

Первый опыт использования масочной моноанестезии Кс при плановых операциях у детей выявил недостатки методики. Дети негативно реагировали на маску при проведении денитрогенизации и насыщении Кс, вводная анестезия была длительной (до 15 мин) и приравнивалась по продолжи-

тельности к операции (грыжесечение), недостаточная аналгезия требовала усиления фентанилом в дозе 3 мкг/кг, суммарный расход Кс был большой и достигал  $445 \pm 196$  мл/кг/ч [1].

Методики проведения ЛМА и ЭТА были аналогичны друг другу, за исключением способа протекции дыхательных путей. Премедикация у всех детей включала атропин в дозе 0,01 мг/кг. В младшей возрастной группе (до 5 лет) для индукции использовали ингаляционный анестетик севофлуран (до интубации), а у более старших детей (5 лет и старше) внутривенный гипнотик пропофол в дозе  $2,9 \pm 0,7$  мг/кг. После введения фентанила в дозе  $2,9 \pm 1,1$  мкг/кг и миоплегии эсмероном 0,6 мг/кг устанавливали ларингеальную маску или проводили интубацию трахеи с последующим переводом ребенка на искусственную вентиляцию легких (ИВЛ). Денитрогенизацию проводили газотоком со скоростью 4–8 л/мин продолжительностью  $6,2 \pm 1,0$  мин до концентрации  $\text{InO}_2/\text{EtO}_2 = 98\%/94\%$ . Насыщение Кс осуществляли по закрытому контуру до значений концентрации газов  $\text{Kc}:\text{O}_2 = 65\text{--}60:30\%$ . Исследованием установлено, что при поддержании анестезии и обеспечении концентрации газов в контуре  $\text{Kc}:\text{O}_2 = 65\text{--}60:30\%$ , поток Кс должен быть равен  $1,9 \pm 0,7$  мл/кг/мин, а поток кислорода – в среднем  $4,6 \pm 1,9$  мл/кг/мин. Для изучения зависимости показателей гемодинамики (ЧСС, АДср, ИП) от концентрации Кс в наркозно-дыхательной смеси был проведен сравнительный анализ данных значений на всех этапах исследования (рис. 1).

Из рисунка 1а следует, что с 1-го по 3-й этап исследования средние величины процентного содержания кислорода в наркозно-дыхательной смеси (НДС) возрастают, что соответствует преоксигенации перед интубацией и денитрогенизации после интубации (2-й и 3-й этапы). Завершению денитрогенизации соответствовала концентрация  $\text{O}_2$  в контуре  $\text{InO}_2/\text{EtO}_2 = 98\%/94\%$  (3-й этап). В этот период (рис. 1б, в) были отмечены достоверное (в 4 раза) увеличение ИП, тенденция к увеличению ЧСС (на 8,7%) и одновременному снижению (на 5%) АДср. Данные изменения гемодинамики объясняются эффектами атропина (премедикация) и пропофола или севофлурана (вводная анестезия), которые снижают величину общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС). Начиная с 3-го и до 4-го этапа исследования происходило насыщение Кс (рис. 1а) до концентрации в контуре



**Рис. 1.** Сопоставительный анализ динамики средних значений: концентрации ксенона и  $\text{O}_2$  (а), индекса перфузии (б), артериального давления и частоты сердечных сокращений (в)  
Примечание (обозначения этапов анестезии): 1 – исходные данные, 2 – перед интубацией, 3 – после интубации, 4 – реакция на разрез, 5 – основной этап операции, 6 – завершающий этап операции (швы на кожу), 7 – конец анестезии (экстубация), 8 – ранний этап (1 ч после анестезии).

60–65%, что соответствовало хирургической стадии анестезии к 4-му этапу операции (разрез кожи). До 4-го этапа операции (разрез кожи) ИП имел тенденцию к снижению (рис. 1б), а величина АДср (рис. 1в) – тенденцию к повышению (на 23,5%), без развития тахикардии (ЧСС снижается на 18%) данная реакция организма при насыщении Кс объясняется стабилизирующим действием газа на системную гемодинамику [2, 8]. В ходе оперативного вмешательства (с 4-го по 6-й этап) концентрация Кс принимает максимальные значения – 65–55% (рис. 1а), однако при анестезиях длительностью бо-

**Таблица 1.** Расход фентанила на этапах анестезии ксеноном у детей

Вид оперативного вмешательства	Этап вводной анестезии, мкг/кг	Общий расход фентанила, мкг/кг/ч
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 комбинированная эндотрахеальная анестезия с ксеноном и эпидуральной блокадой.

лее 1,5–2 ч возникал феномен нарастания концентрации третьего газа в НДС – азота, что приводило к снижению концентрации Кс.

ИП (рис. 1б) в ходе оперативного вмешательства достоверно ( $p < 0,0001$ ) повышался с  $0,98 \pm 0,5$  (исходные данные) до  $4,5 \pm 2,0$ , что соответствовало достижению наибольшей концентрации Кс (60–65%) в контуре и свидетельствовало о хорошей тканевой перфузии. При снижении концентрации Кс к 7-му этапу было отмечено достоверное ( $p < 0,0001$ ) снижение ИП до  $1,9 \pm 0,4$  в сравнении с 4–6-м этапами исследования.

На рисунке 1в представлена динамика АДср и ЧСС в ходе оперативного вмешательства. Значения ЧСС в период оперативного вмешательства и после его завершения (7–8-й этап) не изменялись, несмотря на одновременное повышение величины АДср в ходе оперативного вмешательства (4–6-й этап) в сравнении с исходным уровнем на 9% (с  $77,7 \pm 13,5$  до  $85,3 \pm 23,9$  мм рт. ст.) (рис. 1в). Отсутствие тахикардии в ходе операции на высоте концентрации Кс (60–65%) подтверждает данные о симпатолитическом эффекте Кс. По мере снижения концентрации Кс в НДС с 6-го по 7-й этап, включая период наблюдения больного после операции в течение часа (8-й этап), уровень АДср имеет тенденцию к снижению до исходного уровня ( $78,7 \pm 13,6$  мм рт. ст.). Умеренное повышение АДср при анестезии Кс может быть объяснено увеличением сократимости миокарда с ростом фракции выброса левого желудочка и величины систолического индекса на фоне применения Кс [11].

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о стабильности гемодинамики в ходе анестезии Кс, улучшении тканевой перфузии, что позволяет обосновать его применение у больных с нарушенной тканевой перфузией с центра-

лизацией кровообращения, т.е. у шоковых больных.

Учитывая признаки недостаточной аналгезии при моноанестезии Кс с использованием МА, мы вводили фентанил при ЛМА и ЭТА на этапе вводной анестезии, а также при ее поддержании. Расход фентанила на этапе вводной анестезии и в целом представлен в таблице 1.

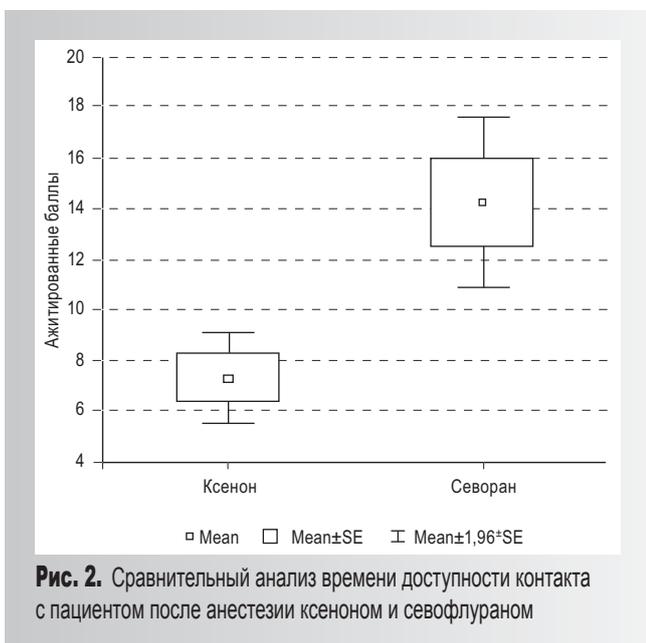
Как видно из таблицы 1, количество фентанила на этапе вводной анестезии практически не отличалось от суммарно введенного за весь период анестезии и составляло в среднем около 3 мкг/кг. При торакальных операциях общий расход фентанила был наименьшим ( $2,0 \pm 0,2$  мкг/кг/ч), поскольку анестезия Кс включала эпидуральную блокаду. 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 детей на ноцицептивное раздражение при анестезии Кс у детей до 5 лет и в старшем возрасте различался. Дети до 5 лет реагировали на боль появлением тахикардии, артериальной гипертензии и снижением ПИ. Реакция более старших детей на ноцицептивную импульсацию проявлялась только артериальной гипертензией и снижением ПИ, тахикардии у них не отмечалось. Тахикардия у детей до 5 лет, по-видимому, связана с возрастной симпатикотонией по сравнению с детьми более старшего возраста, у которых проявляется симпатолитическое действие Кс.

Глубину седативного действия при анестезии Кс у детей, помимо клинических эквивалентов, оценивали по изменению величины БИС-индекса. Результаты проведенного исследования представлены в таблице 2.

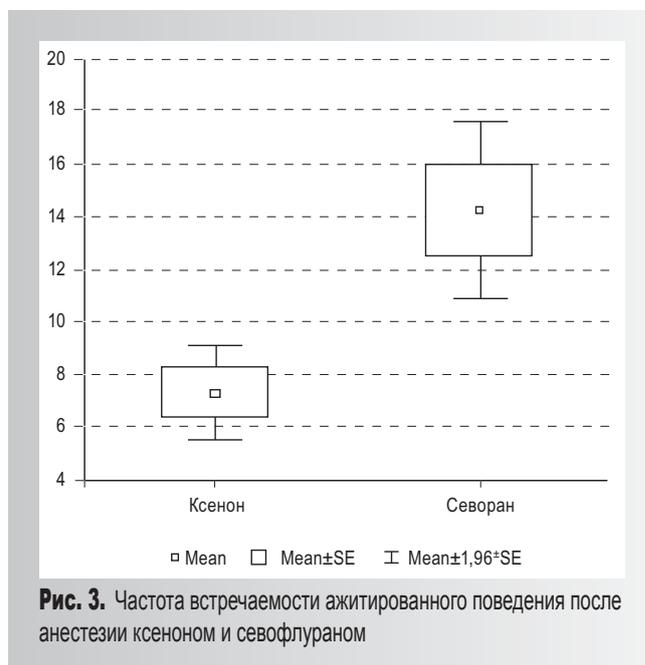
**Таблица 2.** Динамика показателей БИС-индекса на этапах исследования

Показатели	Этапы исследования							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Средние значения концентрации Кс, %	—	—	59,6	59,2	58,7	54,0	12	—
БИС-индекс, ЕД	98±1,8	52±8,8*	53,2±10*	49,3±14*	52,5±7,2*	53,1±9,1*	74,6±5,1*	86±6,8

Примечание: \* –  $p < 0,001$  относительно исходного уровня.



**Рис. 2.** Сравнительный анализ времени доступности контакта с пациентом после анестезии ксеноном и севофлураном



**Рис. 3.** Частота встречаемости ажитированного поведения после анестезии ксеноном и севофлураном

Согласно данным, представленным в таблице 4, достоверное снижение величины БИС-индекса ( $p < 0,001$ ) происходило со 2-го этапа исследования (индукции), что соответствует введению пропофола или ингаляционной индукции севофлураном. В дальнейшем с 3-го по 4-й этап исследования величина БИС-индекса еще более снижалась, достигая значений  $49,3 \pm 14$  ЕД ( $p < 0,001$ ). Данные значения свидетельствуют о достаточной глубине седации на момент начала операции (разрез кожи) и сопоставимы с оптимальными значениями БИС-индекса, рекомендуемыми при эндотрахеальной анестезии (40–60 ЕД). Во время операции (4–6-й этапы) средняя величина БИС-индекса соответствовала гипнотической стадии наркоза ( $49,3 \pm 14$ ,  $52,5 \pm 7,2$  и  $53,1 \pm 9,1$  ЕД) и зависела от концентрации Кс в НДС, которая тоже имела тенденцию к снижению (59,2, 58,7 и 54,0% соответственно).

При пробуждении (7-й этап), когда концентрация Кс в НДС не превышала 15%, ребенок открывал глаза и начинал выполнять элементарные команды, БИС-индекс соответствовал  $74,6 \pm 5,1$  ЕД ( $p < 0,001$ ), что позволяло экстубировать пациента.

Результаты сравнительной оценки пробуждения после анестезии Кс и севофлураном, а также выраженности ажитированного поведения представлены на рисунках 2 и 3.

Из рисунка 2 следует, что в группе с анестезией Кс дети были доступны контакту через  $7,3 \pm 3,3$  минуты, а в группе севофлурана – только по истечении  $14,2 \pm 7,1$  минут ( $p < 0,01$ ). По скорости пробуждения Кс имеет преимущество перед всеми известными галогеносодержащими анестетиками, о чем свидетельствуют исследования, проведенные у взрослых пациентов [11]. Анализ частоты проявления ажи-

**Таблица 3.** Динамика результатов оценки газового и кислотно-основного состава крови

Показатель	Забор крови		
	до анестезии	в ходе анестезии	после анестезии
pH	7,39±0,05	7,41±0,07	7,35±0,05
pCO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	38,1±8,7	37,5±6,5	43,9±5,6
pO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	82,5±8,9*	132,2±38,8*	74,4±8,8*
sO <sub>2</sub>	96,0±3,3	99,2±1,1	94,1±1,1
BE	-0,7±0,2	-0,6±0,15*	-1,2±0,3*
Лактат, ммоль/л	2,3±0,9	1,9±0,7	2,6±1,3
Глюкоза, ммоль/л	4,9±0,6	4,9±0,5	5,9±1,2

Примечание: \* – при  $p < 0,05$  относительно хода анестезии.

тированного поведения детей после анестезии Кс и севофлураном представлен на рисунке 3.

Из рисунка 3 следует, что сумма баллов, свидетельствующая о выраженности агитации после анестезии Кс, в 2 раза меньше (3,3±0,6 балла) по сравнению с группой севофлурана (6,4±1,7 балла), что составляет статистически достоверное различие ( $p < 0,05$ ). Отличительной особенностью пробуждения после ксенона является спокойствие ребенка независимо от возраста: он не возбужден, не капризничает, более старшие дети сразу вступают в контакт, не жалуются на боль, что совпадает с данными исследований у взрослых пациентов [6].

Для изучения адекватности ИВЛ при проведении ксеноновой анестезии, помимо клинических данных, анализировали содержание метаболитов (лактат, глюкоза) и показатели газового состава и КОС крови до, во время и после проведения анестезии. Результаты проведенного исследования представлены в таблице 3.

Исследования метаболитов, газового состава и КОС крови не выявили статистически достоверных изменений большинства анализируемых показателей при проведении анестезии, за исключением величины  $pO_2$  ( $p < 0,05$ ). После анестезии Кс отмечена тенденция (статистически недостоверные изменения) к снижению средней величины pH до нижней границы нормальных значений (7,35±0,05) с одновременным, также статистически недостоверным повышением средней величины  $pCO_2$  (43,9±5,6 мм рт. ст.). Обращает внимание ста-

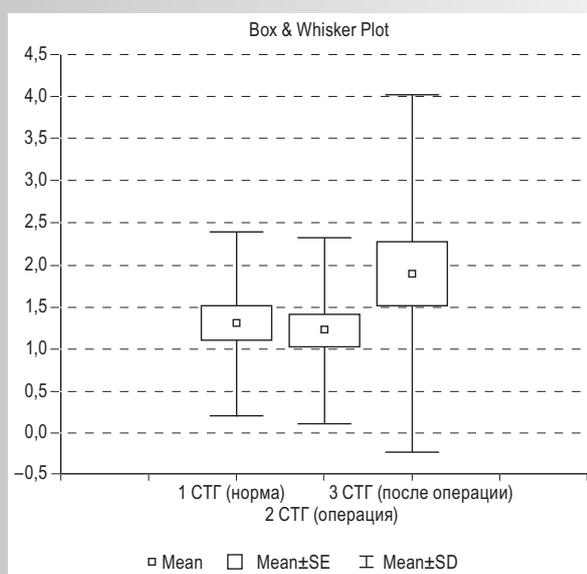
тистически достоверное ( $p < 0,05$ ) снижение средней величины  $pO_2$  в сравнении с определяемой в течение анестезии (74,4±8,8 и 132,2±38,8 мм рт. ст. соответственно). В то же время эти изменения несущественны в сравнении с уровнем до анестезии, когда уровень  $pO_2$  был недостоверно выше послеоперационного (82,5±8,9 и 74,4±8,8 мм рт. ст. соответственно). Нормализация величины BE и снижение уровня лактата (1,9±0,7 ммоль/л в ходе анестезии, в сравнении с исходным (2,3±0,9 ммоль/л) и послеоперационными уровнями (2,6±1,3 ммоль/л)) во время проведения анестезии косвенно могут отражать улучшение состояния микроциркуляторного русла и тканевой перфузии у пациентов под действием Кс. Уровень глюкозы до и в ходе операции не изменялся (4,9±0,6 до операции и 4,9±0,5 ммоль/л в ходе операции), что позволяет судить об адекватности анестезии. Однако повышение гликемии после операции до 5,9±1,2 ммоль/л можно расценить как стрессорную реакцию ребенка в ответ на быстрое пробуждение.

Стрессорную реакцию ребенка при ксеноновой анестезии оценивали по уровням гормонов стресса – соматотропного гормона (СТГ) и кортизола, результаты данного исследования представлены на рисунках 4 и 5.

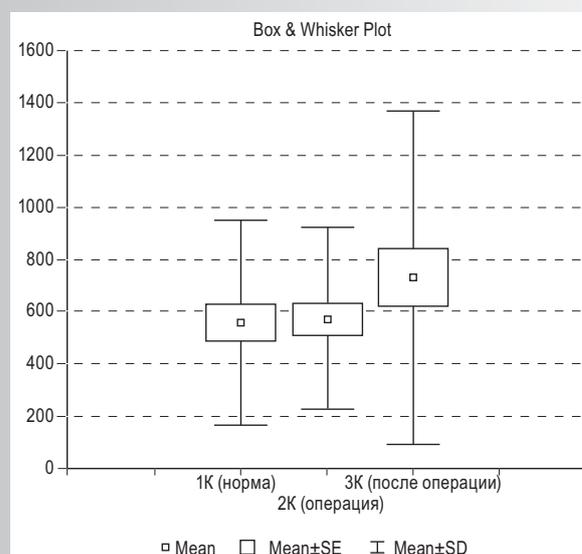
Из рисунка 4 следует, что исходный (до операции) уровень СТГ был в пределах возрастной нормы (мальчики – 0,38–2,4 нг/мл, девочки – 0,7–2,4 нг/мл). Изменения уровня СТГ до и во время операции были незначительны и статистически недостоверны, что позволяет предположить хорошую

**Таблица 4.** Результаты биохимического исследования крови до и после анестезии ксеноном

Этап исследования	Креатинин, мкмоль/л	АСТ, Ед/л	АЛТ, Ед/л	ЛДГ, Ед/л	Билирубин общ., мкмоль/л
До операции	55,1±11,5	27,1±6,8	27,6±15,9	191,2±41,9	14,3±7,2
Через 1 сутки после операции	56,1±13,8	27,2±12,3	17,6±0,7	219,2±21,8	16,0±7,4



**Рис. 4.** Уровень соматотропного гормона (СТГ) на этапах исследования



**Рис. 5.** Уровень кортизола (К) на этапах исследования

антистрессорную активность Кс в условиях операционного стресса. Однако после операции уровень СТГ по сравнению с дооперационным достоверно повышался ( $p < 0,05$ ), что, по-видимому, связано со стремительным пробуждением ребенка.

Оценивая динамику уровня кортизола (К) до, во время и после операции, мы выявили, что он имеет тенденцию к повышению, особенно в послеоперационном периоде, хотя полученные данные не имели статистически достоверного характера, что может быть связано с недостаточно большим числом исследований (рис. 5).

Таким образом, анализ маркеров стресса показал, что ксеноновая анестезия обладает достаточной антистрессорной защитой, однако в послеоперационном периоде ребенок испытывает стресс, что требует дальнейших исследований по обеспечению его фармакологической защиты.

Данные биохимического исследования крови до операции и спустя 1 день после оперативного вмешательства под общей анестезией с использованием Кс представлены в таблице 4.

Как видно из представленных в таблице 4 данных, анализируемые параметры, характеризующие обменные процессы в организме у исследуемых пациентов, при их сравнении до операции и спустя сутки после оперативного вмешательства, не меняются.

Статистически недостоверное повышение средней величины ЛДГ в крови после оперативного вмешательства может отражать факт перенесенной операции с точки зрения ее травматичности. В то же время ни изменения средней величины содержания АЛТ в крови (с 27,6±15,9 до операции до 17,6±0,7 Ед/л после операции), ни ЛДГ (с 191,2±41,9 до операции до 219,2±21,8 Ед/л после операции) не имели статистически достоверных отличий.

## Заключение

Клиническое исследование, проведенное у 107 детей в возрасте от 1 года до 18 лет, показало, что общая анестезия с использованием лекарственного

средства «КсеМед®» обеспечивает эффективную защиту ребенка от операционной травмы, является безопасной, легко управляемой и может с успехом использоваться в педиатрической анестезиологии.

## Список литературы

1. Багаев В.Г., Девайкин Е.В., Амчславский В.Г. и др. Виды ксеноновой анестезии у детей в плановой хирургии // Вестник интенсивной терапии. 2012. № 1. С. 32–36.
2. Буров Н.Е., Молчанов И.В., Николаев Л.Л. и др. Методика низкочастотной ксеноновой анестезии // Анестезиология и реаниматология. 2003. № 3. С. 31–34.
3. Козлов И.А., Воронин С.В., Степанова О.В. Ксеноновая анестезия у больных высокого риска // Ксенон и ксенонсберегающие технологии в медицине, 2005. – М.: НИКИЭТ, 2005. С. 68–72.
4. Рылова А.В., Лубнин А.Ю. Влияние анестезии ксеноном на кислородный статус и метаболизм головного мозга у нейрохирургических больных // Анестезиология и реаниматология. 2011. № 4. С. 17–21.
5. Bedi A., Murray J.M., Dingley J. et al. Use of xenon as a sedative for patients receiving critical care // Crit. Care Med. 2003. Vol. 31, № 10. P. 2470–2477.
6. Bronco A., Ingelmo P.M., Aprigliano M. et al. Xenon anaesthesia produces better early postoperative cognitive recovery than sevoflurane anaesthesia // Eur. J. Anaesthesiol. 2010. Vol. 27, № 10. P. 912–916.
7. Coburn M., Maze M., Franks N.P. The neuroprotective effects of xenon and helium in an *in vitro* model of traumatic brain injury // Crit. Care Med. 2008. Vol. 36. P. 588–595.
8. 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. Vol. 104. P. 216–223.
9. de Sousa S.L., Dickinson R., Lieb W.R. Contrasting synaptic actions of the inhalational general anesthetics isoflurane and xenon // Anesthesiology. 2000. Vol. 92. P. 1055–1066.
10. Goto T., Nakata Y., Morita S. The minimum alveolar concentration of xenon in the elderly is sex-dependent // Anesthesiology. 2002. Vol. 97. P. 1129–1132.
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. Vol. 79. P. 595–599.
12. Jawad N., Rizvi M., Gu J. et al. Neuroprotection (and lack of neuroprotection) afforded by a series of noble gases in an *in vitro* model of neuronal injury // Neurosci. Lett. 2009. Vol. 460, № 3. P. 232–236.
13. Sanders R.D., Weimann J., Maze M. Biologic Effects of Nitrous Oxide: A Mechanistic and Toxicologic Review // Anesthesiology. 2008. Vol. 109, № 4. P. 707–722.
14. 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. May 7. № 10. P. 5.

## Авторы

**КОНТАКТНОЕ лицо:**  
**БАГАЕВ**  
Владимир Геннадьевич

Кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отделения анестезиологии и реанимации. Адрес служебный: 119180, г. Москва, ул. Большая Полянка, д. 22. E-mail: bagaev61@mail.ru. Тел.: (495) 633-58-27 (рабочий), 8 (903) 529-91-44 (моб.).