

# Обезболивание ксеноном в лечении обширных ран у детей

В. Г. Багаев<sup>1,2</sup>, Н. Г. Раушенбах<sup>1</sup>, В. А. Митиш<sup>1</sup>, П. В. Мединский<sup>1</sup>, В. Г. Амчеславский<sup>1</sup>, И. В. Колесник<sup>1</sup>, В. И. Лукьянов<sup>1</sup>, Ю. В. Багаева<sup>1</sup>, М. А. Дворникова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ГБУЗ г. Москвы «Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии Департамента здравоохранения Москвы»

<sup>2</sup>Кафедра анестезиологии, реаниматологии и токсикологии детского возраста ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва

## РЕЗЮМЕ

**Цель исследования.** Оценить эффективность применения субнаркозных концентраций ксенона на этапе местного лечения обширных ран у детей с тяжелой травмой.

**Материалы и методы.** В исследование вошли 14 пациентов с обширными ранами, средний возраст  $9,3 \pm 4,0$  года, проведено 67 перевязок с использованием 30%-ного ксенона и кислорода. Интенсивность боли оценивали по числовой рейтинговой шкале боли (ЧРШБ) (1–10 баллов), глубину седации по шкале Ramsay (1–6 баллов) и величине BIS-индекса.

**Результаты исследования.** Применение ингаляций 30%-ного ксенона с кислородом во время перевязок ран позволяло снижать интенсивность боли оцениваемой по ЧРШ ( $p < 0,05$ ) с Me 3,67 (1,2; 6,0) до Me 2,0 (1,0; 3,3) баллов, после завершения седаналгезии вновь повышалась до Me 3,0 (1,0; 5,3). При проведении 55 (82,0%) перевязок анальгезия 30%-ным ксеноном была достаточной, в 8 (11,9%) случаях из-за травматичности концентрация ксенона увеличивалась до 50%, а в 4 (5,9%) случаях к 50%-ному ксенону добавлялся фентанил 1–2 мкг/кг. Глубина седации, оцениваемая по шкале Ramsay, снижалась ( $p < 0,05$ ) с 6,0 (5,6; 6,0) до 3,1 (2,2; 4,5) балла, после седаналгезии повышалась до Me 5,0 (4,5; 5,4) балла. Средняя величина BIS-индекса при этом снижалась ( $p < 0,05$ ) с  $97,5 \pm 1,5$  до  $86,5 \pm 5,0$  Ед. по завершении перевязки быстро повышалась до  $93,0 \pm 2,1$  Ед. Во время перевязок 82% детей были спокойные, контактировали с врачом, после их проведения у них восстанавливался сон, улучшалось настроение.

**Вывод.** Седаналгезия ксеноном в субнаркозной концентрации является эффективным методом обезболивания в лечении обширных ран у детей.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** обезболивание ксеноном, нейропротекция ксеноном, антистрессорный эффект ксенона.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Xenon analgesia in children with extensive wounds

V. G. Bagaev<sup>1,2</sup>, N. G. Rauschenbach<sup>1</sup>, V. A. Mitish<sup>1</sup>, P. V. Medinsky<sup>1</sup>, V. G. Amcheslavsky<sup>1</sup>, I. V. Kolesnik<sup>1</sup>, V. I. Lukyanov<sup>1</sup>, Yu. V. Bagaeva<sup>1</sup>, M. A. Dvornikova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Research Institute for Emergency Pediatric Surgery and Traumatology, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Russian Medical Academy for Continuing Professional Education, Moscow, Russia

## SUMMARY

**Purpose.** To assess the effectiveness of sub-narcotic concentrations of xenon in the local treatment of extensive wounds in children with severe injuries.

**Material and methods.** 14 patients (average age  $9.3 \pm 4.0$  years) with extensive wounds were taken into the trial. 67 dressings in them were done with 30% xenon and oxygen. Pain intensity was assessed by the numerical rating scale of pain (NRS) (1–10 points); sedation depth – by Ramsay scale (1–6 points) and BIS index.

**Results.** Inhalations of 30% xenon with oxygen during wound dressings reduced the intensity of pain from Me 3.67 (1.2; 6.0) to Me 2.0 (1.0; 3.3) points by NRS scale ( $p < 0.05$ ); after sedanalgesia, it increased again to Me 3.0 (1.0; 5.3). Analgesia with 30% xenon was effective in 55 (82.0%) dressings; in 8 (11.9%) patients with trauma, xenon concentration was increased to 50%, and in 4 (5.9%) cases 50% xenon was added with Fentanyl 1–2 mcg/kg. The depth of sedation assessed by the Ramsay scale decreased ( $p < 0.05$ ) from 6.0 (5.6; 6.0) to 3.1 (2.2; 4.5) points; after sedanalgesia it increased to Me 5.0 (4.5; 5.4) points. At the same time, the mean value of BIS index decreased ( $p < 0.05$ ) from  $97.5 \pm 1.5$  to  $86.5 \pm 5.0$  U; after dressing, it rapidly increased to  $93.0 \pm 2.1$  U. During dressings, 82% of children were calm, had contact with a doctor. Afterwards, their sleep was restored, their mood improved.

**Conclusion.** Sedanalgesia with xenon in sub-narcotic concentrations is an effective technique to relieve pain during treatment of extensive wounds in children.

**KEY WORDS:** xenon analgesia, xenon neuroprotection, xenon anti-stress effect.

**CONFLICT OF INTEREST.** The authors declare no conflict of interest.

## Введение

В лечении обширных ран выделяют два этапа лечения: первый – подготовительный и второй – реконструктивно-пластический. Подготовительный этап у больных с обширными раневыми мягкоткаными дефектами, полученными в результате тяжелой травмы (минно-взрывная, множественные укусы собак, автотравма и т. д.), – процесс длительный, трудоемкий и болезненный для ребенка [1]. На данном этапе дети получают комплексную интенсивную терапию

(инфузионная, антибактериальная, обезболивание, нутритивная поддержка, проведения сеансов ГБО и т. д.) с психологическим сопровождением и местным лечением ран [2, 3]. По опыту нашей клиники и многолетней работе по ликвидации последствий землетрясений, средняя продолжительность подготовительного этапа у пациентов с обширным раневым дефектом к реконструктивно-пластическому этапу составляет не менее 2 недель [1, 2].

Во время подготовительного этапа, в первой фазе раневого процесса (фаза воспаления), перевязки – травматичные и болезненные, они включают хирургическую обработку ран, ревизию раневых карманов, некрэктомию, снятие и наложении вакуум-систем [2, 4]. Учитывая травматичность при перевязках в данной фазе, у детей до 7 лет для общего обезболивания используют ингаляционные анестетики (севофлуран, галотан, закись азота) и их сочетание с регионарными методами. У более старших применяют внутривенную анестезию, комбинацию пропофола в дозе 1,5–2,0 мг/кг с кетамин 1,0–1,5 мг/кг или ее сочетание с регионарными методами анестезии (проводниковая, спинальная, эпидуральная). Во второй фазе раневого процесса (фаза регенерации и пролиферации), после купирования воспаления, очищения раны и появления ярких грануляций, перевязки становятся малотравматичные и менее болезненные.

При перевязках во второй фазе в задачи анестезиолога входит больше защита травмированной психики ребенка, нежели от боли. Одни авторы для этих целей предлагают использовать седаналгезию галогенсодержащими анестетиками (ГСА) со снижением МАК (севофлурана – 0,7 об.%, изофлурана – 0,5 об.%) [5, 6]. Другие рекомендуют использовать внутривенную седаналгезию: кетофол (комбинацию пропофола с кетамин) или пропофол с фентанилом [7, 8].

Вышеперечисленные методики широко используется у нас в клинике при перевязках ран, а также при оказании помощи детям после землетрясений в период подготовки ран к реконструктивно-пластическому этапу [1, 2]. Но, учитывая длительность течения раневого процесса, детям на данном этапе проводят до 10–15 анестезий. Проведение большого количества анестезий ГСА вызывает когнитивные нарушения, что в дальнейшем сказывается на памяти и обучаемости детей [9]. Анестезии с использованием кетамина также сопровождаются побочными эффектами: в постнаркозном периоде больные отмечают неприятные ощущения опьянения, тошноты, психомиметические эффекты, головную боль, а также когнитивные нарушения, памяти и настроения [10].

Отсутствие «идеального» анестетика, обладающего адекватным обезболиванием, отсутствием нейротоксичности, не вызывающего агитации, требует от анестезиологов ведения постоянного поиска наименее токсичной и безопасной анестезии при перевязках [11].

Интерес к применению ксенона у детей с обширными ранами продиктован тем, что, являясь нетоксичным анестетиком, инертный газ, уже начиная с субнаркологических концентраций, начинает оказывать не только обезболивающее, но и лечебное действие на организм [12, 13]. К его лечебным эффектам следует отнести способность подавлять или полностью стирать долгосрочную память о трагических событиях, которые привели ребенка на больничную койку, улучшать настроение, нормализовать сон, а также снижать уровень тревожности [13]. По мнению профессора Н. Е. Бурова, первой точкой приложения ксенона, где происходит модуляция ноцицептивной информации и наступает подавление боли даже при самых низких концентрациях газа в крови, являются задние корешки спинного мозга,

желатинозная субстанция и пластины Рекседа [12]. Из четырех стадий анестезии ксеноном, описанных автором, для купирования боли необходимо достичь третьей стадии, при которой пациент находится в сознании, но у него проявляется выраженный анальгетический и лечебный эффект. Дополнительно ксенон в субнаркологических концентрациях проявляет органо- и нейропротективные свойства [14]. Учитывая безопасность применения инертного газа, его анальгетические и лечебные свойства, в нашей клинике проведено исследование по применению ксенона в субнаркологической концентрации при перевязках обширных ран мягких тканей у детей.

**Цель исследования:** оценить эффективность применения субнаркологических концентраций ксенона на этапе местного лечения обширных ран у детей с тяжелой травмой.

### Материалы и методы

Проспективное исследование проведено в НИИ неотложной детской хирургии и травматологии. В него вошли 14 пациентов с обширными ранами в возрасте от 2 до 17 лет (средний возраст  $9,3 \pm 4,0$  года), которым во II фазе раневого процесса при перевязках использовалась седаналгезия ксеноном в субнаркологической концентрации. В число исследуемых вошли 6 пострадавших с минно-взрывной травмой, 4 – с множественными укусами собак, 2 – после поездной травмы с травматической ампутацией в области нижних конечностей, 1 – с некротизирующим фасциитом в области левой нижней конечности и передней брюшной стенки (осложнение ветряной оспы) и 1 – пострадавший после тяжелой автотравмы. У всех 14 (100%) больных были обширные раны различной локализацией, у 8 (57,1%) раневой процесс сочетался с ЧМТ, у 6 (42,9%) – с множественной скелетной травмой, у 5 (35,7%) была травма грудной клетки с ушибом легких и у 1 (7,1%) – торакоабдоминальная травма с повреждением легкого и печени (рис. 1).

Для проведения седаналгезии ксеноном использовалась ксеноновая приставка «КНП-01» (ООО «КсеМед», Россия) и медицинский ксенон – КсеМед® (РУ № ЛС-000121; ООО «Акела-Н», Россия). Методика включала кратковременную, до 2–3 минут, преоксигенацию 100%-ным кислородом через лицевую маску по полуоткрытому контуру до достижения  $InO_2$  по газовому анализатору 90% и выше. Затем подача кислорода приостанавливалась и начиналось насыщение ксеноновым потоком до 1 л/мин по закрытому контуру, при достижении концентрации инертного газа в наркозно-дыхательной смеси 20–30% подача анестетика прекращалась. В ходе обезболивания концентрация инертного газа поддерживалась от 20 до 30%, увеличение до 40% требовалось в наиболее травматичные моменты, при ревизии полости раны, частичного наложения швов и т.д. Средняя продолжительность обезболивания не превышала 15–20 мин и заканчивалась одновременно с окончанием перевязки. Всего проведено 67 седаналгезий, (Ме 5 сеансов; 3/11), средний расход ксенона на одну перевязку –  $3,2 \pm 0,5$  л. Мониторинг ЖВФ осуществлялся системой MP 60 (Philips, США),



Рисунок 1. Вид обширных ран различной локализации: 1 – скальпированная рана головы (укус собаки); 2 – рана голени (укус собаки); 3 – травматическая ампутация с обширной раневой поверхностью на уровне верхней трети обеих голени (поездная травма).

интенсивность боли оценивали по числовой рейтинговой шкале боли (ЧРШБ) Numeric rating Scale for pain, (1–10 баллов), а глубину седации – по шкале Ramsay (1–6 баллов) и величине BIS-индекса. Статистическую обработку данных выполнили с помощью пакетов программ Excel, StatSoft Statistica 6.0 и Multilingual SPSS 11.0. В работе использовали методы статистического анализа: критерий Колмогорова – Смирнова, критерий Вилкоксона.



Рисунок 2. Седаналгезия ксеноном в положении больного сидя при перевязке обширной скальпированной раны головы (укус собаки).

Коэффициент корреляции определяли по Спирмену. Критическое значение уровня статистической значимости принимали равным 5% ( $p < 0,05$ ).

### Результаты исследования

Учитывая травматичность и болезненность перевязок в первой фазе раневого процесса, они выполнялись под общей анестезией с использованием внутривенных и ингаляционных анестетиков, а также с использованием регионарной анестезии (проводниковая, спинальная, эпидуральная).

Показанием к использованию ксенона являлся переход раневого процесса во вторую фазу, после купирования воспаления травматичность перевязок уменьшалась, больше требовалась психологическая защита ребенка от ожидаемой боли. Перед первым сеансом обезболивания, ребенку и родителям объяснялись необходимость и обоснованность перевязки с использованием ксенона. Родители подписывали информированное согласие на проведение обезболивания инертным газом. В ходе обезболивания ксеноном все больные отмечали снижение интенсивности боли вплоть до полного ее исчезновения, при этом больной находился в постоянном контакте с врачом и выполнял все его команды. В концентрации от 20 до 30% больной по команде открывал глаза, поднимал и удерживал перевязываемую конечность, помогая тем самым медицинскому персоналу перевязывать. При отсутствии команд ребенок вновь закрывал глаза и пребывал в состоянии «медикаментозного транса». Некоторые пациенты с желанием сами держали лицевую маску, другие желали при перевязке сидеть (рис. 2).

Но при увеличении концентрации ксенона более 30% у больных нарушался контакт с врачом, они переставали выполнять команды и фиксировать перевязываемую

конечность. Клинически состояние больного при концентрации 20–30% соответствовало третьей стадии анестезии ксеноном. Для поддержания целевой концентрации  $\text{FiXe: FiO}_2 = 20\text{--}30\%$ : 30–45% осуществлялся периодический впрыск ксенона или кислорода в дыхательный контур, при спадании мешка одновременно подавались оба газа, так как дети жаловались на затруднение вдоха. Ингаляция инертным газом прекращалась одновременно с окончанием перевязки, больной сразу становился активным, открывал глаза и был способен самостоятельно переместиться со стола на каталку. Результаты оценки эффективности седаналгезии ксенона в субнаркотической концентрации во время перевязок обширных ран представлены в *таблице*.

Для лучшей иллюстрации результатов исследования медиана интенсивности боли представлена в баллах на *рисунке 3*.

Как видно на коробочном графике (*рис. 3*), до проведения обезболивания медиана интенсивность боли составляла Me 3,67 (1,2; 6,0) балла, что клинически соответствовало умеренной боли. Для купирования боли во второй фазе раневого процесса дети между перевязками не получали планового обезболивания, но при возникновении или усилении болей им назначались НПВС (анальгин, кеторол). При достижении целевой концентрации инертного газа от 20 до 30% ребенок успокаивался, закрывал глаза, дыхание становилось глубоким, боль исчезала, что соответствовало третьей хирургической стадии анестезии ксеноном. Медиана интенсивности боли с оценкой по ЧРШБ при этом статистически достоверно снижалась до Me 2,0 (1,0; 3,3) балла ( $p < 0,05$ ), что позволяло начать перевязку. При концентрации ксенона 20–30% было успешно проведено 55 (82,1%) перевязок, усиления седаналгезии не требовалось, больные не жаловались на боль и выполняли все команды врача (поднимали и стабилизировали конечность). Однако при проведении 8 (11,9%) перевязок концентрации ксенона 30% было недостаточно, дети жаловались на боль, обезболивание было недостаточным, что потребовало увеличения концентрации инертного газа до 50%. С увеличением концентрации ксенона больные успокаивались, что позволяло закончить перевязку, но при этом утрачивался контакт с пациентом, он переставал выполнять команды, стабилизировать конечность и т. д. Во время выполнения 4 (5,9%) наиболее травматичных перевязок усиление обезболивания путем увеличения концентрации ксенона до 50% было недостаточно, что потребовало введения фентанила в дозе 1,0–2,0 мкг/кг. Усиление травматичности перевязки было связано с удалением прилипшей вакуум-повязки. Доза фентанила (в разведении 1:10 с физиологическим раствором в шприце 10 мл) вводилась микроструйно по 1 мл до клинического эффекта. Микроструйное – дробное введение препарата позволяло обеспечить необходимую аналгезию без снижения уровня сознания, гиповентиляции и апноэ. Усиление анальгетического компонента седаналгезии фентанилом не влияло на пробуждение, оно было быстрое и спокойное. После прекращения подачи ксенона, через 1–2 минуты, ребенок открывал глаза и был способен самостоятельно сесть, переместиться с операционного стола на каталку.

Таблица  
Оценка аналгезии и седации субнаркотических концентраций ксенона во время перевязок

Критерии оценки	Этапы исследования		
	До перевязки	Во время седаналгезии	После перевязки
Оценка по шкале боли (ЧРШ), баллы (Me) Процентили (25%; 75%)	3,67 (1,2; 6,0)	2,0 (1,0; 3,3)	3,0 (1,0; 5,3)
Оценка глубины седации (шкала Ramsay), баллы (Me) Процентили (25%; 75%)	6,0 (5,6; 6,0)	3,1 (2,2; 4,5)*	5,0 (4,5; 5,4)*
Оценка глубины седации – BIS-индекс, $M \pm \sigma$	$97,5 \pm 1,5$	$86,5 \pm 5,0^*$	$93,0 \pm 2,1$

Примечание: \* –  $p < 0,05$  – изменения, статистически значимые по сравнению с этапом до перевязки.

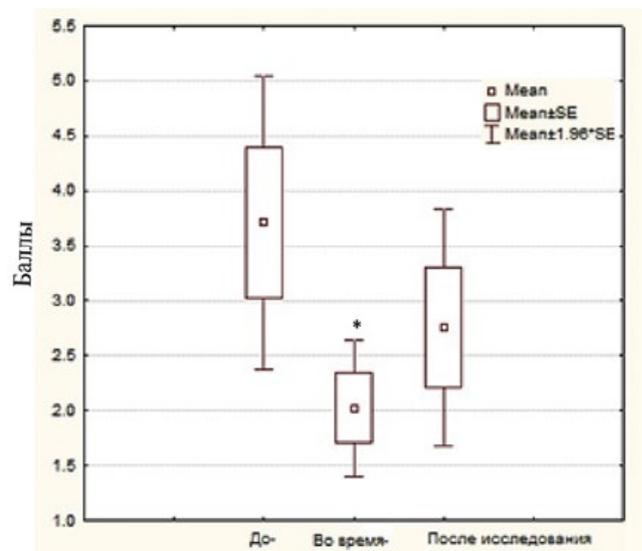


Рисунок 3. Медиана интенсивности боли по ЧРШБ до, во время и после перевязки. Примечание: \* –  $p < 0,05$  – изменения, статистически значимые по сравнению с этапом до перевязки.

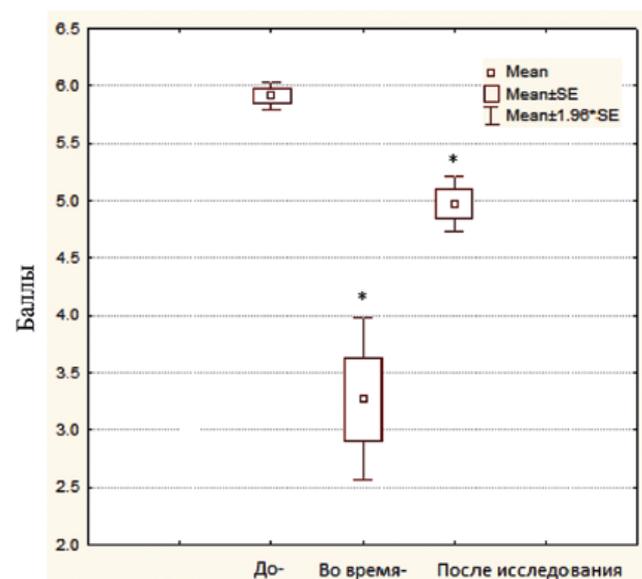


Рисунок 4. Медиана глубины седации (в баллах по шкале Ramsay). Примечание: \* –  $p < 0,05$  – изменения, статистически значимые по сравнению с этапом до перевязки.

После завершения обезболивания у пациентов (без использования фентанила) интенсивность боли повышалась до Me 3,0 (1,0; 5,2) балла, длительность гипалгезии сохранялась до 1 часа.

Анализ глубины седации при использовании субнаркологических концентраций ксенона в ходе перевязок обширных ран у детей представлен на коробочном графике (рис. 4).

На рисунке 4 видно, что медиана глубины седации, по шкале Ramsay, до седаналгезии ксеноном составляла Me 6,0 (5,6; 6,0) балла, что соответствовало ясному сознанию. Средние значения BIS-индекса при этом составляли  $97,5 \pm 1,5$  ЕД. По мере насыщения ксеноном и достижения целевой концентрации 20–30 % глубина анестезии соответствовала третьей хирургической стадии, больные успокаивались, начинали испытывать состояние эйфории, у них появлялись положительные эмоции с приятными субъективными ощущениями, с ними сохранялся словесный контакт. Глубина седации, по шкале Ramsay, в данный момент статистически достоверно снижалась по сравнению с исходными данными и достигала 3,1 (2,2; 4,5) балла ( $p < 0,05$ ). По мнению большинства исследователей, при достижении целевой концентрации инертного газа 20–30 % состояние анестезии приближается к естественному сну. В данный момент ксенон начинает реализовывать лечебные свойства путем тормозного влияния на NMDA-рецепторы, проявляя нейропротективные и органопротективные свойства [14]. После завершения перевязки контур из закрытого переводится в полукрытый, поток кислорода увеличивается до 3–5 л/мин, через 2 минуты больные начинают активно вступать в контакт с персоналом, у них не отмечается постнаркозной депрессии и ажитации. Согласно коробочному графику (рис. 4), через 5 минут после завершения обезболивания ксеноном глубина седации статистически достоверно повышалась с Me 3,1 (2,2; 4,5) до Me 5,0 (4,5; 5,4) балла. Средние значения BIS-индекса при этом соответствовали  $93,0 \pm 2,1$  ЕД, больные были спокойны и способны самостоятельно переместиться с операционного стола на каталку и кровать в палате.

Оценивая состояние больных после ингаляций ксенона в раннем посттравматическом периоде, были выявлены позитивные лечебные эффекты. Во время перевязки пациенты, которым не требовалось увеличение концентрации более 30 %, отмечали вау-эффект, который проявлялся чувством блаженства на фоне отсутствия боли, что позволило им расслабиться и забыться от болезни. После проведения двух анестезий ксеноном во время перевязок у больных сокращался прием обезболивающих препаратов в два раза, а после пяти их прием не требовался.

Следует отметить, что проведение обезболивания ксеноном во время перевязок у детей с расстройством сна способствовало восстановлению нормального физиологического сна. Для восстановления сна было достаточно проведения двух седаналгезий во время перевязок, при засыпании они не вспоминали ужасы трагедии, которая привела их на больничную койку. Сон сопровождался приятными сновидениями. Восстановление физиологического

сна способствовало нормализации психики ребенка, они начинали тянуться к общению со сверстниками в палате, у них исчезала конфликтность с родителями и персоналом, улучшался аппетит. После проведения пяти седаналгезий у пострадавших в памяти «стирались» трагические события, они переставали вспоминать пережитое и начинали жить настоящим.

## Обсуждение

Интерес к обезболиванию ксеноном в субнаркологической концентрации продиктован тем, что местное лечение обширных раны и подготовка ее к закрытию – процесс длительный и травматичный. По опыту нашей клиники, он составляет не менее 2 недель и требует проведения в среднем до 10–15 анестезий. Если в первую фазу раневого процесса перевязки – травматичные и требуют общей анестезии, то во второй фазе больше требуется психологическая защита травмированной психики ребенка. Инертный газ ксенон, относящийся к семейству благородных газов, имеет природное происхождение, он не токсичен, и его использование в субнаркологической концентрации имеет преимущества перед ГСА и внутривенными анестетиками. Из-за отсутствия у него запаха и низкого коэффициента растворимости кровь/газ (ксенон – 0,14; у Севорана – 0,68), насыщение ксеноном до целевой концентрации – быстрое и комфортное, минуя возбуждение. Ингаляции инертным газом в субнаркологической концентрации обеспечивают детей необходимой анальгезией, щадят его травмированную психику, позволяют врачу в ходе перевязки постоянно контактировать с пациентом и, при необходимости, усилить обезболивание. Быстрая управляемость ингаляционной анестезией, постоянный контакт врача с ребенком создают оптимальные условия во время перевязки, что невозможно создать при работе с ГСА и внутривенными анестетиками. В концентрации до 30 % дети участвуют в проведении перевязки путем фиксации конечности или тела в удобном для врача положении. При проведении обезболивания необходимо учитывать, что увеличение концентрации ксенона в НДС свыше 30 % ведет к нарушению контакта с пациентом, у него утрачивается способность стабилизировать положение тела и травмированную конечность.

Методика седаналгезии, используемая в исследовании, не новая, у взрослых пациентов она рекомендуется к использованию для купирования болевых синдромов в варианте аутоаналгезии ксеноном в концентрации 50 % с кислородом [15]. Авторы отмечают простоту ее применения, безопасность и эффективность как на догоспитальном, так и госпитальном этапах при травматических повреждениях, стенокардии и болезненных перевязках. Но при лечении больных с тяжелыми травматическими повреждениями нельзя забывать, что, кроме болевого синдрома, пострадавшие с тяжелой травмой страдают острым стрессовым расстройством (ОСР, см. МКБ-10). Терапия ОСР представляет серьезную проблему для дальнейшей жизни ребенка – пережив угрозу жизни или оказавшись свидетелем гибели близких, у него формируются негативные эмоции интенсивного страха, ужаса или чувства безысходности,

что сопровождается нарушением сна [16]. Механизм купирования страха и восстановления сна ксеноном реализуется ингибированием реконсолидации памяти путем блокирования NMDA- и AMPA-рецепторов в миндалевидном теле (amigdala), что ведет к регрессии стрессовой симптоматики, уменьшению проявления тревожного, психосоматического и депрессивного симптомов [17].

Таким образом, применение ингаляций ксенона в субнаркотической концентрации на этапе местного лечения обширных ран, во второй фазе течения раневого процесса, позволяет не только седатировать и обезболить ребенка при перевязке, но и оказывает лечебный эффект на травмированную психику ребенка.

## Выводы

1. Седаналгезия ксеноном в субнаркотической концентрации является эффективным и безопасным методом обезболивания во второй фазе раневого процесса при перевязках обширных ран у детей.
2. Обезболивание при перевязках субнаркотическими концентрациями ксенона оказывает на организм ребенка лечебный антистрессорный эффект, купируя острое стрессовое расстройство, подавляет память о страхе, восстанавливает сон, что позитивно влияет на течение посттравматического периода.

## Список литературы / References

1. Багаев В. Г., Саратовский А. С., Митиш В. А., Пужицкий Л. Б., Мединский П. А., Журовлев Н. А., Басаргин Д. Ю., Воробьев Д. А. Медицинская помощь пострадавшим детям Гаити. Анестезиология и реаниматология. 2011; 1: 27–29. Bagaev V. G., Saratovsky A. S., Mitish V. A., Puzhitsky L. B., Medinsky P. A., Zhuravlev N. A., Basargin D. Yu., Vorobiev D. A. Medical care for injured children in Haiti. *Anesthesiology and Reanimatology*. 2011; 1: 27–29.
2. Митиш В. А., Налбандян Р. Т., Исхаков О. С., Сидоров С. В., Басаргин Д. Ю., Багаев В. Г., Коваленко М. И., Мединский П. В., Соков С. Л. Особенности оказания специализированной хирургической помощи пострадавшим при землетрясении в Непале. Раны и раневые инфекции. 2016; 3 (4): 34–49. Mitish V. A., Nalbandyan R. T., Iskhakov O. S., Sidorov S. V., Basargin D. Yu., Bagaev V. G., Kovalenko M. I., Medinsky P. V., Sokov S. L. Features of providing specialized surgical care to victims of the earthquake in Nepal. *Wounds and wound infections*. 2016; 3 (4): 34–49.

## Сведения об авторах

**Багаев Владимир Геннадьевич**, д.м.н., вед.н.с. отделения анестезиологии и реанимации<sup>1</sup>, проф. кафедры<sup>2</sup>. E-mail: bageav61@mail.ru. ORCID: 0000-0003-3773-5185

**Раушенбах Николай Георгиевич**, врач – анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации<sup>1</sup>. E-mail: nicolasokol1995@gmail.com

**Митиш Валерий Афанасьевич**, к.м.н., доцент, рук. отделения гнойной хирургии, директор<sup>1</sup>. E-mail: mitish01@mail.ru

**Мединский Павел Владимирович**, зав. отделением гнойной хирургии<sup>1</sup>. E-mail: pavmedin@yandex.ru

**Амчелавский Валерий Генрихович**, д.м.н., проф., рук. отделения анестезиологии и реанимации<sup>1</sup>. E-mail: vamches@mail.ru

**Колесник Ирина Владимировна**, врач – анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации<sup>1</sup>. E-mail: sve18801@yandex.ru

**Лукьянов Валерий Иванович**, с.н.с. лаборатории новых медицинских технологий<sup>1</sup>. E-mail: lukianovvaleriy@gmail.com

**Багаева Юлия Валентиновна**, врач ЛФК отдела реабилитации<sup>1</sup>. E-mail: uvbagaeva@mail.ru

**Дворникова Мария Анатольевна**, врач-хирург отделения гнойной хирургии<sup>1</sup>. E-mail: marussiadv@gmail.com

<sup>1</sup>ГБУЗ г. Москвы «Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии Департамента здравоохранения Москвы»

<sup>2</sup>Кафедра анестезиологии, реаниматологии и токсикологии детского возраста ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва

**Автор для переписки:** Багаев Владимир Геннадьевич / E-mail: bageav61@mail.ru

**Для цитирования:** Багаев В. Г., Раушенбах Н. Г., Митиш В. А., Мединский П. В., Амчелавский В. Г., Колесник И. В., Лукьянов В. И., Багаева Ю. В., Дворникова М. А. Обезболивание ксеноном в лечении обширных ран у детей. Медицинский алфавит. 2021; (25): 52–57. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-25-52-57>

3. Amchelslavsky V., Bagaev V., Saratovsky A. et al. The choice of anesthesia to children suffered in an earthquake. 18th World Congress on Disaster & Emergency Medicine. Manchester; 2013: 7–8.
4. Блатун Л. А., Чекмарева И. А., Митиш В. А., Пасхалова Ю. С., Ушаков А. А., Крутиков М. Г., Вишневецкая Г. А., Бобровников А. Э., Магомедова С. Д., Мединский П. В., Налбандян Р. Т., Соков С. Л., Борисов И. В., Усу Вуйую О. Ю., Муньюз Сэпэда П. А. Гнойно-некротические поражения кожи и мягких тканей. Тактика местного медикаментозного лечения. *Consilium Medicum*. 2019; 2: 53–62. Blatun L. A., Chekmareva I. A., Mitish V. A., Paskhalova Yu. S., Ushakov A. A., Krutikov M. G., Vishnevskaya G. A., Bobrovnikov A. E., Magomedova S. D., Medinsky P. V., Nalbandyan R. T., Sokov S. L., Borisov I. V., Usu Vuyuyu O. Yu., Munyuz Sepeda P. A. Purulent-necrotic lesions of the skin and soft tissues. *Tactics of local drug treatment*. *Consilium Medicum*. 2019; 2: 53–62.
5. Katoh T., Bito H., Sato S. Influence of age on hypnotic requirement, bispectral index and 95% SEF associated with sedation induced by sevoflurane. *Anesthesiology*. 2000; 92 (1): 55–61.
6. Dwyer R., Bennett H. L., Eger E. I. II, Heilbron D. Effects of isoflurane and nitrous oxide in subanesthetic concentrations on memory and responsiveness in volunteers. *Anesthesiology*. 1992; 77: 888–898.
7. Amomyofin S. Sedative and analgesic drugs for gastrointestinal sedation. *Ann Emerg Med*. 2014; 57 (5): 435–441.
8. Pandit J. J. Intravenous anesthetic agents. *Anesth Intens Care dosing in pediatric anesthesia*. *Pediatr Anesth*. 2011; 24 (8): 806–812.
9. McCann M. E., Soriano S. G. Does general anesthesia affect neurodevelopment in infants and children? *BMJ*. 2019; 367: l6459.
10. Azari P., Lindsay D. R., Briones D. et al. Efficacy and safety of ketamine in patients with complex regional pain syndrome: a systematic review. *CNS Drugs*. 2012; 26 (3): 215–228.
11. Montana M., Evers A. S. Anesthetic Neurotoxicity: New Findings and Future Directions. *The Journal of Pediatrics*. 2017; 181: 279–285. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.10.049>
12. Буров Н. Е. Патогенетические основы ингаляционной терапии ксеноном. Ксенон и инертные газы в медицине. Матер. третьей конф. анестезиол.-реаниматол. мед. уч. МО РФ. Москва: ГВКГ им. Н. Н. Бурденко; 2012: 25–30. Burov N. E. Pathogenetic bases of inhalation therapy with xenon. Xenon and noble gases in medicine. *Mater. third conf. anesthiol.-reanimatol. honey. uch. Ministry of Defense of the Russian Federation*. Moscow: MMCH n.a. N. N. Burdenko; 2012: 25–30.
13. Dobrovolsky A. et al. Xenon in the treatment of panic disorder: an open label study. *J Transl Med*. 2017; 15 (1): 137. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12967-017-1237-1241>
14. Campos-Pires R. et al. Xenon improves neurologic outcome and reduces secondary injury following trauma in an in vivo model of traumatic brain injury. *Crit Care Med*. 2015; 43 (1): 149–158. DOI: <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000000624>
15. Буров Н. Е., Антонов А. А. Способ аутоаналгезии ксенон-кислородной смесью. Патент № 2271815 от 2003 г. Burov N. E., Antonov A. A. Method of autoanalgesia with xenon-oxygen mixture. *Patent No. 2271815*, 2003.
16. Тарабрина Н. В. Психология посттравматического стресса: Теория и практика. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2009. 304 с. Tarabrina N. V. *The Psychology of Post-Traumatic Stress: Theory and Practice*. M.: Publishing house 'Institute of Psychology of RAS', 2009. 304 p.
17. Merlo E., Milton A. L., Everitt B. J. Reconsolidation and Extinction Are Dissociable and Mutually Exclusive Processes: Behavioral and Molecular Evidence. *J Neurosci*. 2014; 34 (7): 2422–2431.

Статья поступила / Received 20.04.2021

Получена после рецензирования / Revised 17.06.2021

Принята к публикации / Accepted 20.06.2021

## About authors

**Bagaev Vladimir G.**, DM Sci, leading researcher of Dept of Anesthesiology and Intensive Care<sup>1</sup>, prof. at Dept of Anesthesiology, Resuscitation and Pediatric Toxicology<sup>2</sup>. E-mail: bageav61@mail.ru. ORCID: 0000-0003-3773-5185

**Rauschenbach Nikolay G.**, anesthesiologist-resuscitator of Dept of Intensive Care<sup>1</sup>. E-mail: nicolasokol1995@gmail.com

**Mitish Valery A.**, PhD Med, associate professor, head of Dept of Purulent Surgery, director<sup>1</sup>. E-mail: mitish01@mail.ru

**Medinsky Pavel V.**, head of Dept of Purulent Surgery<sup>1</sup>. E-mail: pavmedin@yandex.ru

**Amchelslavsky Valery G.**, DM Sci, professor, head of Dept of Anesthesiology and Intensive Care<sup>1</sup>. E-mail: vamches@mail.ru

**Kolesnik Irina V.**, anesthesiologist-resuscitator of Dept of Anesthesiology and Intensive Care<sup>1</sup>. E-mail: sve18801@yandex.ru

**Lukyanov Valery I.**, senior researcher at Laboratories of New Medical Technologies<sup>1</sup>. E-mail: lukianovvaleriy@gmail.com

**Bagaeva Julia V.**, exercise physician, Rehabilitation Dept<sup>1</sup>. E-mail: uvbagaeva@mail.ru

**Dvornikova Maria A.**, surgeon of Dept of Purulent Surgery<sup>1</sup>. E-mail: marussiadv@gmail.com

<sup>1</sup>Research Institute for Emergency Pediatric Surgery and Traumatology, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Russian Medical Academy for Continuing Professional Education, Moscow, Russia

**Corresponding author:** Bagaev Vladimir G. E-mail: bageav61@mail.ru

**For citation:** Bagaev V. G., Rauschenbach N. G., Mitish V. A., Medinsky P. V., Amchelslavsky V. G., Kolesnik I. V., Lukyanov V. I., Bagaeva Yu. V., Dvornikova M. A. Xenon analgesia in children with extensive wounds. *Medical alphabet*. 2021; (25): 52–57. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-25-52-57>