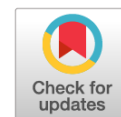


DOI: <https://doi.org/10.17816/RA121878>

Роль эндокринно-метаболического мониторинга при анестезиологическом обеспечении ортопедо-травматологических операций на нижних конечностях у детей: проспективное сравнительное исследование

Ю.Э. Розин¹, А.В. Марочков²¹ Могилёвская областная детская больница, Могилёв, Республика Беларусь;² Могилёвская областная клиническая больница, Могилёв, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Стандартный анестезиологический мониторинг лишь косвенно позволяет оценить достижение эффективного уровня анальгезии, достаточного для защиты пациента от хирургической травмы. В последнее десятилетие появились публикации, анализирующие показатели кортизола, глюкозы, лактата во время оперативных вмешательств у детей и взрослых. Однако приведённые данные остаются противоречивыми.

Цель. Провести сравнительный анализ динамики эндокринно-метаболических показателей как компонента анестезиологического мониторинга при ортопедо-травматологических операциях на нижних конечностях у детей.

Материалы и методы. Проведено проспективное сравнительное исследование. В исследование включены 39 детей, которым проводили плановые ортопедо-травматологические оперативные вмешательства на нижних конечностях. Пациенты были разделены на 2 группы: в 1-й группе ($n=17$) детям выполняли многокомпонентную сбалансированную общую анестезию, во 2-й ($n=22$) — сочетанную анестезию (многокомпонентная сбалансированная общая анестезия в комбинации с проводниковыми блокадами седалищного и бедренного нерва). Исследовали динамику показателей кортизола, глюкозы и лактата на 3 этапах периоперационного периода, а также общее количество фентанила, потребность в ингаляционном анестетике.

Результаты. Содержание кортизола, глюкозы, лактата в смешанной венозной крови во время оперативного вмешательства не превышало границы возрастной нормы в обеих группах. У пациентов 1-й группы показатели кортизола, глюкозы и лактата на всех этапах исследования статистически не различались. Во 2-й группе отмечено снижение концентрации кортизола и лактата на 5-м этапе (травматичный этап) оперативного вмешательства и повышение уровня лактата на 6-м этапе (окончание операции). При межгрупповом сравнении уровень лактата на травматичном этапе операции был выше у пациентов 1-й группы ($p=0,048$). Показатели кортизола и глюкозы на этапах исследования статистически значимо не различались. Общее количество фентанила для обеспечения анальгезии у пациентов 1-й группы составило 4,1 [3,3; 5,0] мкг/кг, что в 8,2 раза больше, чем у пациентов 2-й группы — 0,5 [0,4; 0,53] мкг/кг ($p < 0,0001$).

Заключение. Оба метода анестезии обеспечивают стабильные показатели кортизола, глюкозы, лактата и адекватный уровень анальгезии на всех этапах периоперационного периода, однако использование проводниковых блокад как компонента сочетанной анестезии даёт условия для более выраженной антиноцицептивной защиты организма ребёнка и уменьшают выраженность хирургического стресс-ответа.

Ключевые слова: детская ортопедия; кортизол; сочетанная анестезия; эндокринно-метаболический мониторинг.

Для цитирования:

Розин Ю.Э., Марочков А.В. Роль эндокринно-метаболического мониторинга при анестезиологическом обеспечении ортопедо-травматологических операций на нижних конечностях у детей: проспективное сравнительное исследование. Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2023. Т. 17, № 1. С. 51–58. DOI: <https://doi.org/10.17816/Ra121820>

DOI: <https://doi.org/10.17816/RA121878>

Endocrine and metabolic monitoring for anesthesia care in orthopedic trauma surgery on the lower extremities of children: prospective comparative study

Yuri E. Rozin¹, Alexey V. Marochkov²

¹ Mogilev Regional Children's Hospital, Mogilev, Republic of Belarus;

² Mogilev Regional Clinical Hospital, Mogilev, Republic of Belarus

ABSTRACT

BACKGROUND: Standard anesthesia monitoring during surgery only indirectly allows us to estimate achieving an effective level of analgesia sufficient to protect the patient from surgical trauma. Recently, studies have analyzed cortisol, glucose, and lactate levels during surgery in children and adults; however, data presented remain inconsistent.

OBJECTIVE: This study aimed to conduct a prospective comparative analysis of endocrine metabolic dynamic rates in orthopedic trauma surgery on the lower extremities of children.

MATERIALS AND METHODS: The study included 39 children who underwent orthopedic trauma surgery. They were divided into two groups: group 1 ($n=17$) underwent multicomponent balanced general anesthesia, and group 2 ($n=22$) received combined anesthesia (multicomponent balanced general anesthesia combined with regional blockade of the sciatic and femoral nerves). The dynamics of cortisol, glucose, and lactate indicators at three stages of the perioperative period, total amount of fentanyl, and need for an inhalation anesthetic were examined.

RESULTS: Indicators of cortisol, glucose, and lactate in mixed venous blood during surgery did not exceed the age norm in both groups. In group 1, cortisol, glucose, and lactate levels did not statistically differ at all stages of the study. In group 2, cortisol and lactate levels increased at the fifth stage (traumatic stage) of surgery, and lactate levels increased in the sixth stage (end of surgery). In intergroup comparison, the lactate level at the traumatic stage of surgery was higher in group 1 than in group 2 ($p=0.048$). Cortisol and glucose levels at the stages of the study did not differ significantly. The total amount of fentanyl for pain relief in group 1 was 4.1 [3.3; 5.0] $\mu\text{g}/\text{kg}$, which was 8.2 times higher than that in group 2, with 0.5 [0.4; 0.53] $\mu\text{g}/\text{kg}$ ($p < 0.0001$).

CONCLUSION: Both anesthesia methods ensure stable levels of cortisol, glucose, and lactate, and adequate level of analgesia at all stages of surgery; however, the use of a conduction blockade as a component of combined anesthesia provides more pronounced antinociceptive protection and reduces surgical stress in children.

Keywords: pediatric orthopedics; cortisol; combined anesthesia; endocrine metabolic monitoring.

To cite this article:

Rozin YE, Marochkov AV. Endocrine and metabolic monitoring for anesthesia care in orthopedic trauma surgery on the lower extremities of children: A prospective comparative study. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management*. 2023;17(1):51–58. DOI: <https://doi.org/10.17816/RA121878>

Received: 16.01.2023

Accepted: 15.02.2023

Published: 10.04.2023

ОБОСНОВАНИЕ

В Республике Беларусь ежегодно регистрируют более 750 тыс. случаев травм, из которых около 150 тыс. приходится на детский и подростковый возраст [1]. Повреждения верхних и нижних конечностей занимают 1-е место в структуре детского травматизма, из них около 30% составляют переломы костей [2]. Одним из важнейших методов комплексного лечения пациентов с травмами конечностей является оперативное вмешательство. Любое хирургическое вмешательство вызывает нейроэндокринную реакцию на стресс, приводящую к нестабильности гемодинамики, изменениям метаболического ответа, нарушениям в работе иммунной системы, и служит активатором секреции большого количества адренокортикотропного гормона, кортизола и эндогенных катехоламинов [3, 4]. Кортизол играет главную роль в реализации ответа организма на хирургическую травму [4]. Одним из наиболее значимых моментов в предупреждении этих последствий является выбор эффективного и безопасного метода анестезиологического обеспечения во время операции, а также проведение адекватного послеоперационного обезболивания [5]. В настоящее время стандартный анестезиологический мониторинг во время оперативного вмешательства включает показатели контроля гемодинамики, оксигенации, вентилиции, минимальной альвеолярной концентрации (МАК) ингаляционного анестетика, температуры тела и других параметров, однако лишь косвенно позволяет оценить достижение эффективного уровня анальгезии, достаточного для защиты пациента от хирургической травмы [6]. В последнее десятилетие появились публикации, анализирующие показатели кортизола, глюкозы, лактата, интерлейкина-6 во время анестезиологического обеспечения травматичных оперативных вмешательств в абдоминальной хирургии, онкологии, кардиохирургии, урологии у взрослых и детей [7–9]. Имеются лишь единичные исследования, в которых изучены показатели кортизола, глюкозы и лактата при ортопедо-травматологических операциях на нижних конечностях у детей [10, 11]. Анализ источников литературы в базе данных Национальной медицинской библиотеки США (PubMed.gov) показал следующее: число статей при введении ключевых слов «cortisol», «pediatric orthopedic surgery» составило 10, а при введении ключевых слов «cortisol», «nerve block anesthesia in children» мы обнаружили лишь 7 публикаций. Данные, приведённые в этих статьях, крайне противоречивы.

Цель исследования — провести сравнительный анализ динамики эндокринно-метаболических показателей как компонента анестезиологического мониторинга при ортопедо-травматологических операциях на нижних конечностях у детей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено проспективное простое слепое сравнительное исследование.

Критерии соответствия

Критерии включения:

- дети в возрасте от 7 до 17 лет;
- оценка физического статуса по шкале Американского общества анестезиологов ASA — I–II класс;
- наличие показаний к оперативному вмешательству на нижних конечностях;
- подписанное добровольное информированное согласие родителей / законных представителей на участие в исследовании.

Критерии невключения:

- отказ родителей / законных представителей от участия в исследовании;
- наличие неврологических заболеваний;
- аллергические реакции на компоненты анестезии;
- инфекционные поражения кожи в области проведения проводниковой блокады.

Условия проведения и продолжительность исследования

Исследование проводили на базе учреждения здравоохранения «Могилёвская областная детская больница» (Могилёв) на протяжении 11 мес. Всем включённым в исследование пациентам выполняли плановые ортопедо-травматологические оперативные вмешательства на нижних конечностях в период с 01.12.2021 по 01.11.2022.

Описание медицинского вмешательства

Премедикацию осуществляли пероральным приёмом таблетки диазепам (5 мг) за 2 ч до проведения анестезии. В операционной ребёнка укладывали на операционном столе в положении лёжа на спине, обеспечивали анестезиологический мониторинг. Индукцию в анестезию осуществляли ингаляционно севофлураном по «бюлюсной» методике, начиная с 7 об. % и смеси воздуха с кислородом (0,5/0,5), или внутривенным введением пропофола в дозировке 1,8–2 мг/кг. Выбор метода индукции зависел от эмоционального статуса и возраста ребёнка. Затем пациентам обеих групп вводили 0,005% фентанил в количестве 0,5 мкг/кг, но не более 1 мл. Детям, у которых индукция осуществлялась пропофолом, дополнительно вводили миорелаксанты: 1% рокуроний (0,5–0,6 мг/кг) либо дитилин (1,5–2 мг/кг). После достижения необходимого уровня анестезии выполняли постановку ларингеальной маски. Искусственную вентиляцию лёгких проводили наркозно-дыхательным аппаратом «Primus» (Dräger, Германия) в режиме PCV по полузакрытому

контуру. Поддержание анестезии у пациентов обеих групп обеспечивалось кислородно-воздушной смесью (0,4/0,6) в сочетании с севофлураном МАК 1,0–1,3 у пациентов 1-й группы и МАК 0,5–0,7 — у детей 2-й группы.

С целью интраоперационного обезболивания у пациентов 1-й группы использовали внутривенное введение 0,005% фентанила в дозе 4,1 [3,3; 5,0] мкг/кг. Пациентам 2-й группы для обеспечения аналгезии выполняли проводниковые блокады седалищного и бедренного нерва под ультразвуковым контролем. Блокада седалищного нерва выполнялась подъягодичным доступом. Для верификации периферических нервов использовали УЗИ-аппарат «LOGIQ P5» (General Electric, Корея) с линейным датчиком 12 МГц и электронейростимулятор «Stimuplex 12 HNS» (B. Braun, Германия). Иглу вводили по методике «in plane», отступая 1 см от датчика под углом 30°. Достижение параневрального пространства определяли по ультразвуковой визуализации кончика иглы, а также получением индуцированного тыльного или подошвенного сгибания стопы при силе тока 0,3–0,5 мА. После проведения аспирационной пробы раствор местного анестетика вводили фракционно по 0,5–1 мл до полного его распространения вокруг нерва. Блокаду бедренного нерва осуществляли паховым доступом в положении лёжа на спине. При электростимуляции ориентировались на движения надколенника или сокращения четырёхглавой мышцы бедра. Для обеспечения блокад использовали комбинацию 1% лидокаина в дозе 1,46 [1,23; 1,78] мг/кг и 0,5% ропивакаина в дозе 0,73 [0,62; 0,89] мг/кг в соотношении 1:1.

Во время анестезии проводили непрерывный анестезиологический мониторинг, который включал неинвазивное измерение артериального давления, контроль частоты сердечных сокращений, электрокардиографию, пульсоксиметрию, термометрию, показатели газового состава вдыхаемой и выдыхаемой смеси, определение МАК ингаляционного анестетика, дыхательного объёма, объёма минутной вентиляции, пикового давления на вдохе, концентрации углекислоты на вдохе и выдохе, показателей биспектрального индекса (BIS).

Данные гемодинамического мониторинга регистрировали в «протоколе анестезии» с интервалом в 5 мин, а также в карте исследования на 7 этапах:

- 1 — исходный, ребёнок на операционном столе;
- 2 — индукция в анестезию;
- 3 — постановка ларингеальной маски;
- 4 — начало операции;
- 5 — травматичный этап операции;
- 6 — окончание операции;
- 7 — после удаления ларингеальной маски.

Показатели BIS контролировали при помощи модуля «Covidien» к монитору «Infinity Delta» (Dräger, Германия) на 1-, 4-, 5-, 7-м этапе. Дополнительно осуществляли эндокринно-метаболический мониторинг, который включал взятие венозной крови для определения концентрации

кортизола, глюкозы, лактата на 1-, 5-, 6-м этапе исследования. Показатели глюкозы и лактата определяли при помощи анализатора «ABL800 Flex» (Radiometr, Дания). Исследование уровня кортизола проводили в отделе клинической иммунологии методом иммуноферментного анализа набором реагентов (Кортизол-ИФА, Россия). Показатели кортизола представлены в нмоль/л. Нормальное содержание кортизола сыворотки крови — 138–690 нмоль/л; глюкозы — 3,5–5,5 ммоль/л; лактата — 0,5–1,8 ммоль/л.

После окончания операции пациентов переводили в палату ортопедо-травматологического отделения или в отделение анестезиологии и реанимации.

Исходы исследования

Основным итогом настоящего исследования стала оценка выраженности хирургического стресс-ответа у пациентов обеих групп в зависимости от метода анестезии путём сравнительного анализа уровня кортизола, глюкозы и лактата, а также потребность в наркотических анальгетиках и расходе ингаляционного анестетика во время оперативного вмешательства.

Методы регистрации исходов

Продолжительность периода наблюдения каждого пациента составляла 24 ч. Показатели гемодинамического мониторинга регистрировали в «протоколе анестезии» с интервалом в 5 мин, а также в карте исследования. Содержание кортизола, глюкозы и лактата оценивали на 3 этапах периоперационного периода:

- исходный — ребёнок на операционном столе;
- травматичный этап операции;
- окончание операции.

Анализ в подгруппах

Пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от способа проведения анестезиологического обеспечения. В группу 1 включили 17 детей, которым проводили многокомпонентную сбалансированную общую анестезию. В группу 2 вошли 22 ребёнка, которым выполняли сочетанную анестезию (многокомпонентная сбалансированная общая анестезия с проводниковыми блокадами седалищного и бедренного нерва).

Этическая экспертиза

Проведение исследования одобрено Этическим комитетом ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования» (протокол № 7 от 13.10.2021). Перед выполнением анестезии родители / законные представители подписывали информированное добровольное согласие на участие ребёнка в исследовании.

Статистический анализ

Для статистической обработки полученных данных применяли программу Statistica v. 7.0 (StatSoft Inc., США). Оценку нормальности распределения осуществляли

с использованием критерия Шапиро–Уилка. Учитывая, что распределение количественных признаков было отличным от нормального, данные представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха [Q25; Q75]. Сравнение двух независимых групп проводили при помощи *U*-критерия Манна–Уитни. Для сравнения категориальных данных использовали критерий хи-квадрат (χ^2) Пирсона, при числе наблюдений <10 применяли критерий χ^2 с поправкой Йейтса на непрерывность. При сравнении зависимых переменных внутри групп между этапами исследования применяли критерий Вилкоксона. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Участники исследования

В исследовании приняли участие 39 детей, которым проводились плановые ортопедо-травматологические оперативные вмешательства на нижних конечностях. Операции выполняли с целью коррекции врождённой косолапости, плосковальгусной деформации стоп, контрактур при детском церебральном параличе, травматических повреждений нижних конечностей и новообразований (экзостозы голени, стопы, кисты подколенной ямки).

Пациенты были разделены на 2 группы: в 1-й группе ($n=17$) детям проводили многокомпонентную сбалансированную общую анестезию, во 2-й ($n=22$) — сочетанную анестезию. Пациенты обеих групп не имели статистически значимых различий по возрасту, полу, росту, массе тела, длительности операции и длительности анестезии (табл. 1).

Основные результаты исследования

Во всех случаях оперативные вмешательства были успешными. Значимых осложнений и неблагоприятных исходов, связанных с проведением анестезии, не зарегистрировано. Анализ показателей содержания кортизола, глюкозы, лактата в смешанной венозной крови во время оперативного вмешательства позволил установить следующее: референтные значения данных показателей не превышали границ возрастной нормы. Статистически значимых различий при межгрупповом сравнении концентрации кортизола, глюкозы на этапах исследования обнаружено не было. Уровень лактата статистически значимо отличался на травматичном этапе операции и был выше у пациентов группы 1 ($p=0,048$, *U*-критерий Манна–Уитни). При внутригрупповом сравнительном анализе у пациентов 1-й группы показатели кортизола, глюкозы и лактата на всех этапах исследования статистически не различались (табл. 2).

Таблица 1. Общая характеристика пациентов, включённых в исследование, Me [Q25; Q75]

Table 1. Summary characteristics of patients included in the study, Me [Q25; Q75]

Критерии оценки	Группа 1 ($n=17$)	Группа 2 ($n=22$)	p
Возраст, лет	12 [11; 13]	12,5 [10; 13]	0,96 ¹
Масса тела, кг	57 [43; 60]	52 [36; 64]	0,94 ¹
Рост, см	158,5 [146; 168]	155 [147; 164]	0,62 ¹
Соотношение по полу, муж./жен.	8 / 9	11 / 11	0,88 ²
Продолжительность оперативного вмешательства, мин	70 [60; 90]	65 [60; 90]	0,6 ¹
Продолжительность анестезии, мин	105 [100; 130]	110 [110; 130]	0,2 ¹

Примечание. ¹ — для статистического анализа использован *U*-критерий Манна–Уитни; ² — для статистического анализа использован критерий χ^2 с поправкой Йейтса на непрерывность.

Note. ¹ — for statistical analysis, the Mann–Whitney *U*-test was used; ² — χ^2 criterion with the Yates correction for continuity was used for statistical analysis.

Таблица 2. Содержание кортизола, глюкозы, лактата у пациентов 1-й и 2-й группы на различных этапах анестезии, Me [Q25; Q75]

Table 2. The content of cortisol, glucose, lactate levels in patients of groups 1 and 2 at various stages of anesthesia, Me [Q25; Q75]

Показатель	Клинические группы	Этапы исследования 1, 2, 3
Кортизол, нмоль/л	1-я группа	307,5 [169,4; 681,4], 350,2 [200,5; 408,9], 277,0 [156,2; 675,1]
	2-я группа	428,9 [341,6; 795,6], 155,5 [91,9; 292,2]*, 155,1 [113,8; 417,1]
Глюкоза, ммоль/л	1-я группа	5,2 [4,8; 5,5], 5,1 [4,9; 5,7], 5,5 [5,1; 5,8]
	2-я группа	5,2 [4,7; 5,6], 5,0 [4,8; 5,6], 5,05 [4,5; 5,5]
Лактат, ммоль/л	1-я группа	1,5 [1,2; 1,7], 1,5 [1,0; 1,7]**, 1,5 [1,1; 2,2]
	2-я группа	1,3 [1,1; 1,8], 1,05 [0,9; 1,4]*, 1,25 [0,9; 1,7]*

Примечание. * — значимость различий показателей по сравнению с предыдущим этапом ($p < 0,05$), критерий Вилкоксона; ** — значимость различий показателей между двумя группами ($p < 0,05$), *U*-критерий Манна–Уитни.

Note. * — the reliability of differences in indicators compared to the previous stage ($p < 0,05$), Wilcoxon criterion; ** — the reliability of differences in indicators between the two groups ($p < 0,05$), *U*-Mann–Whitney criterion.

У пациентов 2-й группы зарегистрировано снижение содержания кортизола ($p=0,0004$) и лактата ($p=0,03$) на 5-м этапе (травматичный этап) оперативного вмешательства и повышение уровня лактата на 6-м этапе (окончание операции; $p=0,02$), что, возможно, связано со снятием турникета с оперируемой конечности.

Дополнительные результаты исследования

Общее количество фентанила у пациентов 1-й группы составило 4,1 [3,3; 5,0] мкг/кг, что в 8,2 раза больше, чем у детей 2-й группы — 0,5 [0,4; 0,53] мкг/кг ($p < 0,0001$). Также получены статистически значимые различия между группами в потребности в ингаляционном анестетике на 4-, 5-, 6-м этапе периоперационного периода (табл. 3).

Нежелательные явления

Неблагоприятные инциденты зафиксированы в 9 случаях. У пациентов 1-й группы общее число неблагоприятных инцидентов составило 5: 1 эпизод интраоперационной гипотензии, купированной волемической нагрузкой, 1 эпизод брадикардии и 3 случая послеоперационной рвоты. У пациентов 2-й группы отмечены 1 эпизод брадикардии и 3 случая послеоперационной тошноты и рвоты.

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что оба метода анестезии дают возможность достигнуть адекватного уровня анальгезии во время проведения оперативного вмешательства, однако использование проводниковых блокад как компонента комбинированной анестезии обеспечивает более выраженную

антиноцицептивную защиту пациента и уменьшают выраженность хирургического стресс-ответа.

Обсуждение основного результата исследования

Регионарная анестезия обеспечивает блокаду афферентной ноцицептивной импульсации и способна предотвратить трансдукцию боли и её трансмиссию до спинального уровня, что снижает адренергическую симпатическую стимуляцию, выработку адренкортикотропного гормона и катехоламинов [12]. Наиболее доступными в клинической практике и информативными показателями, определяющими выраженность хирургического стресс-ответа, являются кортизол, глюкоза и лактат. Определение их содержания в венозной крови позволяет расширить стандартный анестезиологический мониторинг. Анализ ряда публикаций и исследований показал высокую эффективность регионарных методов анестезии в снижении хирургического стресс-ответа по сравнению с общей анестезией во время проведения травматичных ортопедо-травматологических операций на нижних конечностях у детей. Д.В. Заболотский и соавт. исследовали уровень кортизола, глюкозы и лактата в смешанной венозной крови у 45 детей в возрасте от 3 до 16 лет при оперативных вмешательствах на конечностях на 3 этапах. Пациенты были разделены на 3 группы: детям в 1-й группе выполняли проводниковые блокады с использованием 0,5% ропивакаина в дозе 2 мг/кг, во 2-й группе — 0,5% ропивакаином (2 мг/кг) с внутривенным введением дексаметазона (0,2 мг/кг), в 3-й группе — 0,5% ропивакаином (2 мг/кг) в комбинации с параневральным введением дексаметазона (0,2 мг/кг). Во всех исследуемых группах отмечено снижение уровня кортизола, глюкозы, лактата на травматичном этапе операции. Статистически значимые различия при поэтапном сравнении

Таблица 3. Потребность в ингаляционном анестетике у пациентов 1-й и 2-й группы на этапе хирургического вмешательства, Ме [Q25; Q75]

Table 3. The need for inhalation anesthetic in patients of groups 1 and 2 at the stages of surgery, Me [Q25; Q75]

Показатель / этап операции	Группа 1 (n=17)	Группа 2 (n=22)	p
Севофлуран на вдохе, об. % (4-й этап — начало операции)	3 [2,5; 3,5]	1,5 [1,5; 1,5]	<0,0001
Севофлуран на вдохе, об. % (5-й этап — травматичный этап операции)	2,8 [2,5; 4,0]	1,5 [1,5; 1,5]	<0,0001
Севофлуран на вдохе, об. % (6-й этап — окончание операции)	2,5 [1,9; 3,0]	1,5 [1,0; 1,5]	0,00007
МАК, ед. (4-й этап — начало операции)	1,1 [1,0; 1,1]	0,6 [0,6; 0,7]	<0,0001
МАК, ед. (5-й этап — травматичный этап операции)	1,1 [1,0; 1,2]	0,6 [0,6; 0,6]	<0,0001
МАК, ед. (6-й этап — окончание операции)	0,9 [0,8; 1,0]	0,5 [0,5; 0,6]	<0,0001

Примечание. МАК — минимальная альвеолярная концентрация.

Note. MAK — minimum alveolar concentration.

получены у пациентов 1-й группы только по уровню кортизола [10]. Результаты этого исследования свидетельствуют об эффективности проводниковой анестезии в уменьшении стресс-ответа при операциях на нижних конечностях. Э.М. Насибова и соавт. в 2018 году провели анализ содержания кортизола в плазме крови у 59 детей при выполнении оперативных вмешательств на нижних конечностях с использованием каудальной анестезии и получили результаты, схожие с данными, полученными в нашем исследовании: зафиксировано снижение концентрации кортизола на травматичном этапе и в конце операции, что говорит о высокой степени антиноцицептивной защиты данного метода анестезии, однако применение каудальной анестезии может быть затруднено у детей старше 8 лет [11]. А.В. Марочков изучил влияние спинальной анестезии на содержание кортизола на 4 этапах анестезиологического обеспечения при выполнении операций на нижних конечностях у 15 взрослых пациентов [13]. Статистически значимые различия на этапах сравнения не зарегистрированы, что свидетельствует о большем стресс-лимитирующем эффекте проводниковых блокад по сравнению со спинальной анестезией.

Ограничения исследования

Возможным ограничением данной работы является небольшой объём выборки, в связи с чем необходимы дополнительные исследования с включением большего числа пациентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование содержания кортизола, глюкозы и лактата во время оперативного вмешательства является информативным показателем, определяющим выраженность хирургического стресс-ответа. В анализируемых случаях при ортопедо-травматологических операциях на нижних конечностях у детей применение многокомпонентной сбалансированной общей анестезии и сочетанной

анестезии (многокомпонентная сбалансированная общая анестезия в комбинации с проводниковыми блокадами седалищного и бедренного нерва) позволило обеспечить стабильные показатели кортизола, глюкозы и лактата. Однако у детей 2-й группы, которым выполняли комбинированную общую и проводниковую анестезию, отмечено снижение концентрации кортизола и лактата на травматичном этапе операции, тогда как у пациентов 1-й группы эти показатели оставались стабильными и статистически не отличались от исходного уровня.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Не указан.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Ю.Э. Розин — проведение анестезиологического обеспечения оперативных вмешательств, обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста; А.В. Марочков — сбор и анализ литературных источников и редактирование текста статьи. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ADDITIONAL INFO

Funding source. Not specified.

Competing interests. The authors declare that they no competing interests.

Authors' contribution. Yu.E. Rozin — conducting anesthesiological support, literature review, collection, and analysis of literary sources, writing the text; A.V. Marochkov — collection and analysis of literary sources and editing the article. All authors confirm that their authorship complies with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research, and preparation of the article, and also read and approved the final version before publication).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Здравоохранение в Республике Беларусь за 2019 г.: официальный статистический сборник. Минск, 2020. С. 113. Режим доступа: https://belcmt.by/docs/Stat/Healthcare_in_RB_2019.pdf. Дата обращения: 21.03.2023.
2. Белецкий А.В., Ломать Л.Н. Детский травматизм в Республике Беларусь: стратегия профилактики и пути ее реализации на 2013–2015 годы // Медицинские новости. 2013. № 7. С. 4–12.
3. Benka A.U., Pandurov M., Galambos I.F., et al. Effects of caudal block in pediatric surgical patients: a randomized clinical trial // Braz J Anesthesiol. 2020. Vol. 70, N 2. P. 97–103. doi: 10.1016/j.bjan.2019.12.003
4. Овечкин А.М. Хирургический стресс-ответ, его патофизиологическая значимость и способы модуляции // Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2008. Т. 2, № 2. С. 49–62.
5. Мурашова Н.А., Любошевский П.А., Ларионов С.В., Ганерт А.Н. Оценка состояния вегетативной нервной системы у пациентов с травмой дистального отдела нижней конечности в периоперационном периоде в зависимости от вида анестезии // Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2015. Т. 9, № 3. С. 14–18. doi: 10.17816/RA36253
6. Jung S.M., Cho C.K. The effects of deep and light propofol anesthesia on stress reaponse in patients undergoing open lung surgery: a randomized controlled trial // Korean J Anesthesiol. 2015. Vol. 68, N 3. P. 224–231. doi: 10.4097/kjae.2015.68.3.224
7. Любошевский П.А., Забусов А.В. Влияние регионарной анестезии на метаболические и воспалительные изменения при абдоминальных операциях // Общая реаниматология. 2011. № 7. С. 31–34. doi: 10.15360/1813-9779-2011-2-31
8. Карамышев А.М. Роль каудальной блокады в модуляции стресс-ответа при хирургической коррекции врожденных по-

роков развития нижних отделов мочеполовой системы у детей // Проблемы здоровья и экологии. 2020. № 1. С. 21–28. doi: 10.51523/2708-6011.2020-17-1-4

9. Дудко В.А., Клепча Т.И., Липницкий А.Л., и др. Влияние периоперационных факторов на содержание кортизола при анестезиологическом обеспечении кардиохирургических вмешательств // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2022. Т. 20, № 3. С. 343–347. doi: 10.25298/2221-8785-2022-20-3-343-347

10. Заболотский Д.В., Корячкин В.А., Савенков А.Н., и др. Влияние дексаметазона на качество анальгетического эффекта периферических блокад. Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2017. Т. 11, № 2. С. 84–89. doi: 10.18821/1993-6508-2017-11-2-84-89

11. Насибова Э.М., Исмаилов И.С., Насибов Ф.Г., Саттаров Н.С. Каудальная анестезия при оперативных вмешательствах на нижних конечностях у детей // Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2018. Т. 12, № 2. С. 113–117. doi: 10.18821/1993-6508-2018-12-2-113-117

12. Чехова О.Г., Останина В.А., Шмаков А.Н. Влияние проводниковой анестезии на реперфузию конечности в детской ортопедии // Детская хирургия. Журнал им. Ю.Ф. Исакова. 2020. Т. 24, № 5. С. 317–322. doi: 10.18821/1560-9510-2020-24-5-317-322

13. Марочков А.В., Печерский В.Г., Липницкий А.Л., и др. Спинальная анестезия и содержание кортизола у пациентов при операциях на нижних конечностях // Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2018. Т. 12, № 2. С. 91–97. doi: 10.18821/1993-6508-2018-12-2-91-97

REFERENCES

1. *Zdravookhranenie v Respublike Belarus' za 2019 g.: ofitsial'nyi statisticheskiy sbornik*. Minsk; 2020. P. 113. Available from: https://belcmt.by/docs/Stat/Healthcare_in_RB_2019.pdf. Accessed: 21.03.2023. (In Russ).
2. Beletsky AV, Lomat LN. Child injuries in Belarus: prevention strategy and the ways of its implementation in 2013–2015. *Meditsinskie novosti*. 2013;7:4–12. (In Russ).
3. Benka AU, Pandurov M, Galambos IF, et al. Effects of caudal block in pediatric surgical patients: a randomized clinical trial. *Braz J Anesthesiol*. 2020;70(2):97–103. doi: 10.1016/j.bjan.2019.12.003
4. Ovechkin AM. Surgical stress-response, its pathophysiological significance and methods of modulation. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management*. 2008;2(2):49–62. (In Russ).
5. Murashova NA, Lyuboshevskij PA, Larionov SV, Ganert AN. Evaluation of autonomic nervous system state in the patients with trauma of distal part of lower limb during perioperative period depending on type of anesthesia. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management*. 2015;9(3):14–18. (In Russ). doi: 10.17816/RA36253
6. Jung SM, Cho CK. The effects of deep and light propofol anesthesia on stress response in patients undergoing open lung surgery: a randomized controlled trial. *Korean J Anesthesiol*. 2015;68(3):224–231. doi: 10.4097/kjae.2015.68.3.224
7. Lyuboshevsky PA, Zabusov AV. Impact of Regional Anesthesia for Restriction of Metabolic and Inflammatory Changes during Abdominal Surgery. *General Reanimatology*. 2011;7(2):31–34. (In Russ). doi: 10.15360/1813-9779-2011-2-31

8. Karamyshev AM. Role of Caudal Blockade in the Modulation of Stress Response in the Surgical Correction of Congenital Malformations of the Lower Parts of the Urogenital System in Children. *Health and Ecology Issues*. 2020;1:20–28. (In Russ). doi: 10.51523/2708-6011.2020-17-1-4

9. Dudko VA, Klepcha TI, Lipnitski AL, et al. Influence of perioperative factors on the level of cortisol in anesthesia during cardiac surgery. *Journal Grsmu*. 2022;20(3):343–347. (In Russ). doi: 10.25298/2221-8785-2022-20-3-343-347

10. Zabolotskii DV, Koriachkin VA, Savenkov AN, et al. Effect of dexamethasone on quality of the analgesic effect of peripheral blockades. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management*. 2017;11(2):84–89. (In Russ). doi: 10.17816/RA42839

11. Nasibova EM, Ismailov IS, Nasibov FG, Sattarov NS. Caudal anesthesia in surgical interventions on the lower extremities in children. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management*. 2018;12(2):113–117. (In Russ). doi: 10.18821/1993-6508-2018-12-2-113-117

12. Chekhova OG, Ostanina VA, Shmakov AH. Effects of the regional nerve blockade at the limb reperfusion in pediatric orthopedics. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2020;24(5):317–322. (In Russ). doi: 10.18821/1560-9510-2020-24-5-317-322

13. Marochkov AV, Pechersky VG, Lipnitski AL, et al. Spinal anesthesia and cortisol level in patients with lower limb surgery. *Regional Anesthesia and Acute Pain Management*. 2018;12(2):91–97. (In Russ). doi: 10.18821/1993-6508-2018-12-2-91-97

ОБ АВТОРАХ

* **Розин Юрий Эдуардович**, врач анестезиолог-реаниматолог; адрес: Республика Беларусь, 212026, Могилев, ул. Б. Бирули, д. 9; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8194-9028>; e-mail: rozinyury@yandex.by

Марочков Алексей Викторович, д.м.н., профессор; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5092-8315>

AUTHORS INFO

* **Yuri E. Rozin**, anesthesiologist-resuscitator; address: 9 B. Biryli Str., 212026, Mogilev, Republic of Belarus; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8194-9028>; e-mail: rozinyury@yandex.by

Alexey V. Marochkov, MD, Dr. Sci. (Med.), professor; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5092-8315>

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author