

DOI: <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2023.1.76>

Особенности применения BIS-мониторинга при анестезиологическом обеспечении ортопедо-травматологических операций на нижних конечностях у детей

Ю.Э. Розин

Могилевская областная детская больница, г. Могилев, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2023. – Том 22, №1. – С. 76-82.

The peculiarities of the BIS monitoring application for anesthesia care in orthopedic-traumatology surgery on the lower extremities in children

Y.E. Rozin

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

Vestnik VGMU. 2023;22(1):76-82.

Резюме.

Цель исследования – определить эффективность использования показателя BIS-индекса как компонента анестезиологического мониторинга при ортопедо-травматологических операциях на нижних конечностях у детей с использованием различных методов анестезии.

Материал и методы. В настоящее исследование было включено 40 детей в возрасте от 7 до 17 лет, которым проводили плановые ортопедо-травматологические оперативные вмешательства на нижних конечностях. Пациенты были рандомизированы на две группы: 1-я группа (n=17), детям проводили многокомпонентную сбалансированную общую анестезию; 2-я группа (n=23), включала детей, которым проводили сочетанную анестезию (многокомпонентная общая анестезия с проводниковыми блокадами седалищного и бедренного нервов). Анализировали показатели биспектрального индекса в обеих группах на четырех этапах периоперационного периода, потребность в наркотических анальгетиках и ингаляционном анестетике, а также время от момента окончания операции до экстубации и полного пробуждения ребенка.

Результаты. В результате исследования было установлено, что значения BIS-индекса были достоверно выше у детей 2-й группы на четвертом (начало операции), пятом (травматичный этап операции) и шестом (окончание операции) этапах периоперационного периода. Также получены статистически значимые различия в потребности в севофлуране и наркотическом анальгетике. Количество фентанила 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 ($p<0,0001$). Время от момента окончания операции до экстубации в 1-й группе составило 8 [6;10] минут, что в 2 раза дольше, чем у пациентов 2-й группы 4 [3;5] минуты ($p<0,0001$). Время, необходимое до полного пробуждения, также было значительно дольше у детей 1-й группы 12 [10;17] минут по сравнению со 2-й группой 8,5 [7;10] минуты соответственно ($p<0,001$). Заключение. Использование электроэнцефалографического мониторинга, основанного на определении BIS индекса при ортопедо-травматологических операциях на нижних конечностях у детей, показало высокую клиническую эффективность и позволило исключить случаи интраоперационного пробуждения.

Ключевые слова: детская ортопедия, BIS-мониторинг, сочетанная анестезия, операции на нижних конечностях, общая анестезия, электроэнцефалографический мониторинг.

Abstract.

Objectives. To determine the effectiveness of using the BIS indicator index as a component of monitoring in orthopedic-traumatology surgery on the lower extremities in children using various methods of anesthesia.

Material and methods. The present study included 40 children aged from 7 to 17 years who underwent planned orthopedic-traumatology surgical interventions on the lower extremities. The patients were randomized into two groups: in the first group (n=17) children were administered multicomponent balanced general anesthesia; the second group (n=23) included

children who were administered combined anesthesia (multicomponent general anesthesia with conduction blockade of sciatic and femoral nerves). Bispectral index indications at four stages of perioperative period, the necessity for narcotic analgesics and inhalation anesthetic as well as time period from the end of the surgery to extubation and full awakening of the child were analyzed in both groups.

Results. As a result of the study it was found that BIS index values were significantly higher in children of the second group at the fourth (the start of the surgery), the fifth (traumatic stage of the surgery) and the sixth (the end of the surgery) stages of the perioperative period. Statistically significant differences in the need of sevoflurane and narcotic analgesics were also obtained. The amount of fentanyl in patients of the first group was 4.1 [3.3; 5.0] mkg/kg, that is 8.2 times more than in patients of the second group 0.5 [0.4; 0.53] mkg/kg ($p < 0.0001$). The time period from the end of the surgical intervention to extubation in the first group made up 8 [6; 10] minutes that is 2 times longer than in patients of the second group – 4 [3; 5] minutes ($p < 0.0001$). The time to fully wake up was also significantly longer in patients of the first group – 12 [10; 17] minutes compared to the second group – 8.5 [7; 10] minutes, respectively ($p < 0.001$).

Conclusions. The use of electroencephalographic monitoring based on BIS index determination in orthopedic-traumatology surgery on the lower extremities in children showed high clinical efficacy and made it possible to exclude cases of intraoperative awakening.

Keywords: *pediatric orthopedics, BIS monitoring, combined anesthesia, surgical interventions on the lower extremities, general anesthesia, electroencephalographic monitoring.*

Введение

Одним из направлений современного анестезиологического мониторинга является поиск наиболее информативного метода, отражающего глубину анестезии [1]. В связи с этим было разработано несколько методик, основанных на мониторинге электроэнцефалографии (ЭЭГ). Наиболее популярными из них являются Narcotrend, M-Entropy и Bispectral Index (BIS) [2]. В настоящее время наиболее изученным и адаптированным к клинической практике является мониторинг биспектрального индекса [3]. Этот метод основан на преобразовании электроэнцефалографических данных в виде числового значения на мониторе. Значения BIS составляет от 0 до 100, где 0 означает отсутствие мозговой активности, а 100 – ясное сознание. В большинстве современных исследованиях рекомендуется поддерживать показатели BIS-индекса во время общей анестезии от 40 до 60 у.е [4]. Применение BIS-мониторинга позволяет уменьшить расход ингаляционных и внутривенных анестетиков и исключить вероятность пробуждения во время оперативного вмешательства [5]. В течение нескольких лет появилось большое количество публикаций, посвященных контролю биспектрального индекса во время общей многокомпонентной сбалансированной анестезии у детей [6-8]. Однако по-прежнему отсутствуют сообщения, анализирующие использование BIS-мониторинга при ортопедо-травматологических операциях на нижних конечностях у детей с применением комбинированной общей и проводниковой анесте-

зии. В информационных ресурсах национальной медицинской библиотеки (PubMed.gov) за период с 2007 г. по 2023 г.: число статей при введении ключевых слов «BIS monitoring, nerve block anesthesia in children» составило 5. Среди данных публикаций не было найдено ни одной работы об использовании мониторинга биспектрального индекса для контроля глубины комбинированной общей и проводниковой анестезии при операциях в детской травматологии и ортопедии. В настоящем исследовании представлены собственные данные об эффективности использования BIS-мониторинга при оперативных вмешательствах на нижних конечностях в педиатрии.

Цель исследования – определить эффективность использования показателя BIS-индекса как компонента анестезиологического мониторинга при ортопедо-травматологических операциях на нижних конечностях у детей с использованием различных методов анестезии.

Материал и методы

Проведено одноцентровое простое проспективное рандомизированное исследование за период с 1.12.2021 по 1.12.2022 гг. На проведение исследования было получено согласие локального этического комитета ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования» (протокол № 7 от 13.10.2021). В исследование включены 40 пациентов в возрасте от 7 до 17 лет, которым выполнялись плановые ортопедо-травматологические оперативные вмешательства на нижних конечностях. Операции

выполнялись с целью коррекции врожденной ко-солапости, плосковальгусной деформации стоп, контрактур при детском церебральном параличе (ДЦП), травматических повреждений нижних конечностей и новообразований (экзостозы голени, стопы, кисты подколенной ямки). Критерии включения: возраст от 7 до 17 лет; наличие показаний к анестезиологическому обеспечению хирургического вмешательства на нижних конечностях; оценка физического статуса по шкале ASA I-II класс; подписанное информированное согласие родителей на участие в исследовании. Критерии исключения: отказ родителей от участия в исследовании; аллергические реакции на лекарственные препараты для общей и регионарной анестезии; изменения кожи в области проведения проводниковой блокады в результате инфекции либо травмы. Пациенты были рандомизированы на две группы. В первую группу были включены 17 пациентов, которым проводилась многокомпонентная сбалансированная общая анестезия. Во вторую группу включены 23 пациента, которым проводилась сочетанная анестезия (многокомпонентная общая анестезия с проводниковыми блокадами седалищного и бедренного нервов). Общая характеристика пациентов обеих групп представлена в таблице 1.

Премедикация осуществлялась за 2 часа до проведения анестезии пероральным приемом таблетки диазепам 5 мг. В операционной ребенка укладывали на операционном столе в положении лежа на спине, обеспечивался анестезиологический мониторинг. С целью контроля уровня сознания и глубины анестезии применялся мониторинг биспектрального индекса (BIS) при помощи приставки «Covieden» к монитору Infinity Delta (Drager, Германия). Перед наложением ЭЭГ-датчиков кожу пациента предварительно обезжировали 70% спиртом, а затем высушивали.

Использовали BIS-сенсор с четырьмя электродами. Первый электрод накладывали на 3 см выше переносицы, второй – на середину лба, третий – в области левого сосцевидного отростка, а четвертый – на 1 см выше латерального края левой надбровной дуги. Целевыми значениями BIS-индекса считали 40-60 у.е. Внезапное повышение показателя на 15% от исходного расценивали как недостаточность анальгезии.

Индукция в анестезию у 35 детей проводили севофлураном по «болюсной методике» начиная с 7 объемных % и смеси воздуха с кислородом (0,5/0,5), а у 5 детей внутривенным введением пропофола в дозировке 1,8-2 мг/кг. Выбор способа индукции зависел от эмоционального статуса и возраста ребенка. После катетеризации периферической вены начинали инфузионную терапию 0,9% раствором натрия хлорида. Затем пациентам обеих групп вводили фентанил 0,005% в количестве 0,5 мкг/кг, но не более 1 мл. Детям, у которых индукцию осуществляли пропофолом, дополнительно вводили миорелаксанты: рокуроний 1% 0,5-0,6 мг/кг либо дитилин 1,5-2 мг/кг. После достижения необходимого уровня анестезии выполняли постановку ларингеальной маски. Поддержание анестезии обеспечивали кислородо-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 пациентов 2-й группы. Интраоперационное обезболивание у детей в 1-й группе осуществляли внутривенным введением фентанила 0,005% в дозе 4,1 [3,3;5,0] мкг/кг. Детям во 2-й группе в качестве анальгетического компонента выполняли проводниковые блокады седалищного и бедренного нервов под контролем УЗИ. Для ультразвуковой навигации использовали аппарат LOGIQ P5 с линейным датчиком 12 МГц. Блокаду седалищного нерва выполняли подъягодичным доступом. Одновременно с УЗ-

Таблица 1 – Общая характеристика пациентов Me [LQ; UQ]

Критерии оценки	Группа 1 (n=17)	Группа 2 (n=23)	Значение p для статистического критерия
Возраст, лет	12 [11;13]	12 [10;13]	0,94 ¹
Масса, кг	57 [43;60]	52 [36;64]	0,96 ¹
Рост, см	158,5 [146;168]	156 [147;165]	0,69 ¹
Соотношение по полу, муж/жен	8/9	11/12	0,79 ²
Длительность операции, мин	70 [60;90]	65 [60;90]	0,52 ¹
Длительность анестезии, мин	105 [100;130]	110 [110;130]	0,2 ¹

Примечание: 1 – для статистического анализа использован критерий Манна-Уитни; 2 – для статистического анализа использован критерий χ^2 с поправкой Йетса на непрерывность.

визуализацией проводили электростимуляцию аппаратом Stimuplex 12 HNS (B.Braun, Германия). Блокаду бедренного нерва осуществляли паховым доступом. После верификации положения кончика иглы и проведения аспирационной пробы раствор местного анестетика вводился фракционно по 0,5-1мл до полного его распространения вокруг нерва. 2/3 рассчитанного объема анестетика вводилось для блокады седалищного нерва и 1/3 для блокады бедренного нерва. Для обеспечения блокад использовалась комбинация лидокаина 1% в дозе 1,49 [1,23;1,78] мг/кг и ропивакаина 0,5% 0,74 [0,62;0,89] мг/кг в соотношении 1:1.

Согласно протоколу исследования анализ показателей гемодинамики проводился на семи этапах периоперационного периода: 1-исходный, ребенок на операционном столе; 2-индукция в анестезию; 3-постановка ларингеальной маски; 4-начало операции; 5-травматичный этап операции; 6-окончание операции; 7- удаление ларингеальной маски. Показатели биспектрального индекса контролировались на 1, 4, 5, 7 этапах. Дополнительно проводился эндокринно-метаболический мониторинг, который включал забор венозной крови для определения уровня кортизола, глюкозы, лактата на 1, 5, 6 этапах исследования. После окончания оперативного вмешательства пациенты переводились в палату ортопедо-травматологического отделения или в отделение анестезиологии и реанимации.

Для статистической обработки полученных данных применяли программу Statistica 7.0. Оценку нормальности распределения проводили с использованием критерия Шапиро-Уилка. Учитывая, что распределение количественных признаков было отличное от нормального данные

представлены в виде медианы [Me] и нижней и верхней квартилей [LQ; UQ]. Сравнение двух независимых групп проводили при помощи критерия Манна-Уитни. Для сравнения категориальных данных использовали критерий хи-квадрат (χ^2) Пирсона, при числе наблюдений менее 10 применяли критерий χ^2 с поправкой Йетса на непрерывность. При сравнении зависимых переменных внутри групп между этапами исследования применяли критерий Вилкоксона. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты

Проведенные хирургические вмешательства во всех случаях были успешными. Значимых осложнений и неблагоприятных исходов, связанных с проведением анестезии, отмечено не было. Продолжительность хирургического вмешательства у пациентов 1-й группы составила 70 [60;90] минут. У пациентов 2-й группы 65 [60;90] минут. Длительность анестезии у пациентов группы 1 составила 105 [100;130] минут, а у пациентов 2 группы 110 [110;130] минут. Различий в продолжительности оперативного вмешательства и длительности анестезии между двумя группами выявлено не было. Отмечались статистически значимые различия в потребности в наркотических анальгетиках и севофлуране во время хирургического вмешательства (табл. 2). Количество фентанила у детей 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 ($p < 0,0001$).

Анализ показателей BIS-индекса во время оперативного вмешательства выявил следующее: на первом этапе (исходный, до начала анестезии) статистически значимые различия между

Таблица 2 – МАК ингаляционного анестетика у пациентов 1 и 2 группы на этапах оперативного вмешательства Me [LQ; UQ]

Показатель / этап операции	Группа 1 (n=17)	Группа 2 (n=23)	Значение p для статистического критерия Манна-Уитни
МАК, ед. 2 этап-индукция в анестезию	1,25 [1,2;1,3] (n=16)	1,3 [1,3;1,3] (n=19)	0,06
МАК, ед. 4 этап-начало операции	1,1 [1,0;1,1]	0,6 [0,6;0,7]	<0,001
МАК, ед. 5 этап-травматичный этап операции	1,1 [1,0;1,2]	0,6 [0,6;0,6]	<0,001
МАК, ед. 6 этап-окончание операции	0,9 [0,8;1,0]	0,5 [0,5;0,6]	<0,001

группами отсутствовали. На четвертом (начало операции) этапе при разрезе кожи пациентам 1-й группы потребовалось повышение концентрации ингаляционного анестетика на испарителе и введение фентанила, что вызвало снижение значения BIS-индекса по сравнению со 2-й группой, где анальгезия обеспечивалась проводниковыми блокадами. У одного ребенка из группы 2 также отмечалось повышение ЧСС более 15% от исходного и биспектрального индекса до 60 единиц во время начала оперативного вмешательства, что было расценено как недостаточный уровень анальгезии, и ему потребовалось дополнительное введение фентанила. На пятом (травматичный этап операции) и седьмом (удаление ларингеальной маски) этапах исследования показатели BIS-индекса оставались стабильно ниже у пациентов 1-й группы и имели статистически значимые различия, что связано с большей потребностью в наркотических анальгетиках и севофлуране (табл. 3). При сравнительном анализе BIS-индекса внутри групп отмечались статистически достоверные различия между первым (исходный) и четвертым (начало операции), а также между пятым (травматичный этап операции) и седьмым этапами (удаление ларингеальной маски) исследования в обеих группах ($p < 0,05$ для обеих групп, критерий Вилкоксона), что свидетельствует о достижении хирургической стадии анестезии в первом случае и прекращении подачи ингаляционного анестетика во втором случае. Между четвертым (начало операции) и пятым этапами (травматичный этап операции) в обеих группах статистически значимые различия не отмечались. Это свидетельствует об эффективности анестезиологического обеспечения на травматичном этапе хирургического вмешательства при использовании обоих методов анестезии.

Время от момента окончания операции до экстубации в 1-й группе составило 8 [6;10] минут, что в 2 раза дольше, чем у пациентов 2-й группы

4 [3;5] минут ($p < 0,0001$). Время, необходимое до полного пробуждения, также было значительно дольше у детей 1-й группы 12 [10;17] минут по сравнению со 2-й группой 8,5 [7;10] минут соответственно ($p = < 0,001$).

Обсуждение

В настоящее время BIS-мониторинг применяется в клинической практике хирургических стационаров более чем в 160 странах мира. Несмотря на его широкое применение, оценка биспектрального индекса во время операции не является стандартом анестезиологического мониторинга в педиатрии и во многом зависит от предпочтений анестезиолога. Существует ряд исследований, в которых авторы утверждают об отсутствии преимуществ BIS-мониторинга в контроле глубины анестезии по сравнению с клиническими данными [9, 10]. Однако авторы других исследований сообщают, что мониторинг BIS-индекса может быть связан со снижением конечной концентрации севофлурана и более быстрым временем пробуждения [11, 12]. Так, в 2020 году Cornelius A. Sullivan и соавторы провели проспективное рандомизированное исследование, в которое были включены 60 детей в возрасте от 2 до 12 лет. Пациентам проводились плановые ортопедо-травматологические операции на верхних и нижних конечностях с использованием общей многокомпонентной сбалансированной анестезии. В зависимости от методики применения BIS-мониторинга дети были разделены на две группы. В 1-й группе для оценки глубины анестезии контролировался показатель биспектрального индекса, во 2-й группе оценка глубины анестезии осуществлялась по клиническим данным. Статистически значимых различий между двумя группами в концентрации севофлурана и времени пробуждения выявлено не было [10]. В нашем исследовании проводилось сравнение двух групп

Таблица 3 – Значение показателя BIS-индекса у пациентов 1 и 2 группы на этапах оперативного вмешательства Me [LQ; UQ]

Этап исследования	BIS-индекс 1-я группа	BIS-индекс 2-я группа	Значение p для статистического критерия Манна-Уитни
Исходный (до начала анестезии)	97 [97;98]	97 [95;97]	0,16
Начало операции	36 [32;45]	48 [45;52]	0,001
Травматичный этап операции	36 [33;44]	50 [48;52]	0,001
После удаления ларингеальной маски	78 [68;78]	80 [78;83]	0,0007

пациентов с использованием различных методик анестезии. В результате было установлено, что применение BIS-мониторинга во время проведения хирургического вмешательства позволяет повысить управляемость и безопасность комбинированной общей и проводниковой анестезии, особенно при использовании низкой концентрации севофлурана.

Soo Hwan Kim et al. использовали BIS-мониторинг при проведении операций по удлинению ахиллова сухожилия у 52 детей. Пациенты были рандомизированы на две группы. В контрольной группе применялась общая многокомпонентная сбалансированная анестезия, а в исследуемой комбинация общей и каудальной анестезии. В результате данной работы получены следующие результаты: в группе детей, которым дополнительно выполнялась каудальная анестезия, потребность в севофлуране была ниже на 36% по сравнению с группой, где проводилась только общая анестезия. Не было отмечено значимых различий в значениях BIS-индекса между контрольной и исследуемой группами [13]. В нашем исследовании также потребность в ингаляционном анестетике была ниже в группе комбинированной анестезии, однако показатели биспектрального индекса статистически значимо отличались и были значительно ниже в группе детей, где проводилась только общая многокомпонентная сбалансированная анестезия. На основании полученных данных можно сделать заключение, что использование BIS-мониторинга во время анестезиологического обеспечения ортопедо-травматологических операций на нижних конечностях у детей позволяет повысить безопасность и управляемость анестезии и исключить случаи интраоперационного пробуждения.

Заключение

1. Применение электроэнцефалографического мониторинга, основанного на определении биспектрального индекса при ортопедо-травматологических операциях на нижних конечностях у детей, позволяет повысить безопасность анестезии и исключить случаи интраоперационного пробуждения.

2. Во время оперативного вмешательства показатели BIS-индекса определялись в диапазоне 36-60 у.е у пациентов обеих групп.

3. У детей в 1-й группе концентрация севофлурана на испарителе и количество введенного фентанила во время хирургического вмешательства превышали данные показатели по сравнению со 2-й группой, что привело к снижению BIS-индекса.

Литература

- Ивахненко, Ю. И. Изменение ЭЭГ и BIS индекса во время ингаляционной анестезии у детей / Ю. И. Ивахненко, Б. Д. Бабаев, И. Ф. Острейков // Общая реаниматология. 2011. Т. 7, № 3. С. 50–55.
- Hajat, Z. The role and limitations of EEG-based depth of anaesthesia monitoring in theatres and intensive care / Z. Hajat, N. Ahmad, J. Andrzejowski // Anaesthesia. 2017 Jan. Vol. 72, suppl. 1. P. 38–47.
- BIS monitoring versus clinical assessment for sedation in mechanically ventilated adults in the intensive care unit and its impact on clinical outcomes and resource utilization / R. M. Shetty [et al.] // Cochrane Database Syst. Rev. 2018 Feb. Vol. 2, N 2. CD011240.
- Диасамидзе, К. Э. Мониторинг глубины наркоза в современной анестезиологии / К.Э. Диасамидзе, Х. Э. Юсупов, М. М. Рыбка // Бюл. НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. 2017. Т. 18, № 3. С. 256–263.
- Цыпин, Л. Е. Оценка уровня сознания при анестезии у детей / Л. Е. Цыпин, А. А. Овчинникова // Вестн. интенсив. терапии. 2016. № 1. С. 12–16.
- Оценка глубины седации с помощью BIS-мониторинга при анестезии ксенонем у детей / В. Г. Багаев [и др.] // Мед. алфавит. Неотлож. медицина. 2014. № 5. С. 29–32.
- Коробова, Л. С. Анестезия и динамика BIS индекса при офтальмохирургических вмешательствах у детей / Л. С. Коробова, В. В. Лазарев, Л. М. Балашова // Педиатр. вестн. Юж. Урала. 2018. № 2. С. 37–41.
- Correlation between bispectral index and patient state index in children under sevoflurane anesthesia / D. Kim [et al.] // Paediatr Anaesth. 2022 Jun. Vol. 32, N 6. P. 740–746.
- The Influence of BIS Monitoring on Sedative Dose in Pediatric Patients Undergoing Open Muscle Biopsies - a Randomized Controlled Trial / E. Tschiedel [et al.] // Klin. Padiatr. 2018 Mar. Vol. 230, N 2. P. 68–72.
- The Use of Bispectral Index Monitoring Does Not Change Intraoperative Exposure to Volatile Anesthetics in Children / C. A. Sullivan [et al.] // J. Clin. Med. 2020 Jul. Vol. 9, N 8. P. 2437.
- The effect of cerebral monitoring on recovery after sevoflurane anesthesia in ambulatory setting in children: a comparison among bispectral index, A-line autoregressive index, and standard practice / W-W. Liao [et al.] // J. Chin. Med. Assoc. 2011 Jan. Vol. 74, N 1. P. 28–36.
- BIS мониторинг при индукции анестезии севофлураном у детей / В. В. Лазарев [и др.] // Общая реаниматология. 2009. № 5. С. 37–40.
- Effect of caudal block on sevoflurane requirement for lower limb surgery in children with cerebral palsy / S. H. Kim [et al.] // Paediatr Anaesth. 2011 Apr. Vol. 21, N 4. P. 394–398.

Поступила 06.02.2023 г.

Принята в печать 23.02.2023 г.

References

1. Ivakhnenko YuI, Babaev BD, Ostreykov IF. Changes in EEG and BIS index during inhalation anesthesia in children. *Obshhaja Reanimatologija*. 2011;7(3):50-5. (In Russ.)
2. Hajat Z, Ahmad N, Andrzejowski J. The role and limitations of EEG-based depth of anaesthesia monitoring in theatres and intensive care. *Anaesthesia*. 2017 Jan;72 Suppl 1:38-47. doi: 10.1111/anae.13739
3. Shetty RM, Bellini A, Wijayatilake DS, Hamilton MA, Jain R, Karanth S, et al. BIS monitoring versus clinical assessment for sedation in mechanically ventilated adults in the intensive care unit and its impact on clinical outcomes and resource utilization. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Feb;2(2):CD011240. doi: 10.1002/14651858.CD011240
4. Diasamidze KE, Yusupov KhE, Rybka MM. Monitoring the depth of anesthesia in modern anesthesiology. *Vjul NCSH im AN Bakuleva RAMN*. 2017;18(3):256-63. (In Russ.)
5. Tsypin LE, Ovchinnikova AA. Assessment of the level of consciousness during anesthesia in children. *Vestn Intensiv Terapii*. 2016;(1):12-6. (In Russ.)
6. Bagaev VG, Lukyanov VI, Davydov MYu, Bykov MV, Amcheslavskiy VG, Leonov DI. Assessment of the depth of sedation with BIS-monitoring during anesthesia with xenon in children. *Med Alfavit Neotlozh Medicina*. 2014;5:29-32. (In Russ.)
7. Korobova LS, Lazarev VV, Balashova LM. Anesthesia and dynamics of BIS index during ophthalmosurgical interventions in children. 2018;(2):37-41. (In Russ.)
8. Kim D, Kim J, Kim I, Gil N-S, Shin YH, Jeong JS. Correlation between bispectral index and patient state index in children under sevoflurane anesthesia. *Paediatr Anaesth*. 2022 Jun;32(6):740-746. doi: 10.1111/pan.14422
9. Tschiedel E, Müller O, Della Marina A, Felderhoff-Müser U, Dohna-Schwake C. The Influence of BIS Monitoring on Sedative Dose in Pediatric Patients Undergoing Open Muscle Biopsies - a Randomized Controlled Trial. *Klin Padiatr*. 2018 Mar;230(2):68-72. doi: 10.1055/s-0043-119692
10. Sullivan CA, Egbuta C, Park RS, Lukovits K, Cavanaugh D, Mason KP. The Use of Bispectral Index Monitoring Does Not Change Intraoperative Exposure to Volatile Anesthetics in Children. *J Clin Med*. 2020 Jul;9(8):2437. doi: 10.3390/jcm9082437
11. Liao W-W, Wang J-J, Wu G-J, Kuo C-D. The effect of cerebral monitoring on recovery after sevoflurane anesthesia in ambulatory setting in children: a comparison among bispectral index, A-line autoregressive index, and standard practice. *J Chin Med Assoc*. 2011 Jan;74(1):28-36. doi: 10.1016/j.jcma.2011.01.004
12. Lazarev VV, Tsypin LE, Linkova TV, Kochkin VS, Popova TG, Gasparyan KR, i dr. BIS monitoring during induction of anesthesia with sevoflurane in children. *Obshhaja Reanimatologija*. 2009;(5):37-40.
13. Kim SH, Chun D-H, Chang CH, Kim TW, Kim YM, Shin Y-S. Effect of caudal block on sevoflurane requirement for lower limb surgery in children with cerebral palsy. *Paediatr Anaesth*. 2011 Apr;21(4):394-8. doi: 10.1111/j.1460-9592.2011.03530.x

Submitted 06.02.2023

Accepted 23.02.2023

Сведения об авторах:

Ю.Э. Розин – врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации, Могилевская областная детская больница, <https://orcid.org/0000-0002-8194-9028>, e-mail: rozinyury@yandex.by – Розин Юрий Эдуардович.

Information about authors:

Y.E. Rozin – anesthesiologist-resuscitator of the anesthesiology and resuscitation department, Mogilev Regional Children's Hospital, <https://orcid.org/0000-0002-8194-9028>, e-mail: rozinyury@yandex.by – Yuriy E. Rozin.