БИСПЕКТРАЛЬНЫЙ ИНДЕКС (BIS) В ОЦЕНКЕ ГЛУБИНЫ ОБЩЕЙ АНЕСТЕЗИИ У ДЕТЕЙ

Тойиров Фуркатжон Туйчибой угли
врач анестезиолог-реаниматолог, к.м.н. Щукин
Владислав Владимирович
https://doi.org/10.5281/zenodo.22982781

Аннотация. Актуальность. Контроль глубины общей анестезии является важной составляющей современного анестезиологического обеспечения, особенно у детей. Недостаточная глубина анестезии может сопровождаться реакциями на хирургическую стимуляцию и недостаточным гипнотическим эффектом, тогда как чрезмерная глубина анестезии может способствовать гемодинамическим нарушениям и замедлению восстановления после операции. В связи с этим применение объективных методов мониторинга глубины анестезии представляет практический интерес. Одним из таких методов является биспектральный индекс (BIS), основанный на компьютерном анализе электроэнцефалографической активности.

Цель исследования. Изучить возможности BIS-мониторинга для объективной оценки глубины общей анестезии у детей при использовании севофлурана и пропофола.

Ключевые слова: BIS-мониторинг, биспектральный индекс, общая анестезия, дети, глубина анестезии, севофлуран, пропофол, электроэнцефалография.

Введение. Обеспечение адекватной глубины общей анестезии является одной из основных задач анестезиологии. Глубина анестезии должна соответствовать интенсивности хирургической стимуляции и обеспечивать достаточный гипнотический эффект при одновременном сохранении стабильности основных физиологических параметров пациента. Как недостаточная, так и чрезмерная глубина анестезии может иметь неблагоприятное значение. Недостаточная глубина гипноза может сопровождаться реакцией пациента на хирургическую стимуляцию, тогда как чрезмерная глубина анестезии может быть связана со снижением системного сосудистого сопротивления, увеличением продолжительности искусственной вентиляции легких и более длительным пребыванием в отделении интенсивной терапии. Поэтому объективная оценка глубины анестезии является важной задачей современного анестезиологического мониторинга. Традиционная оценка глубины анестезии основывается на совокупности клинических признаков и стандартных показателей мониторинга: частоте сердечных сокращений, артериальном давлении, сатурации, частоте дыхания, реакции на хирургическую стимуляцию и других параметрах. Однако данные показатели не позволяют непосредственно количественно оценить гипнотический компонент анестезии. В связи с этим получили развитие методы обработки электроэнцефалографической активности, позволяющие представить изменения состояния центральной нервной системы в виде количественного показателя. Одним из наиболее известных методов является биспектральный индекс — BIS. Он представляет собой числовой показатель, рассчитываемый на основании анализа электроэнцефалографической активности и предназначенный для непрерывной оценки

уровня гипнотического состояния пациента. Шкала BIS находится в диапазоне от 0 до 100. Более высокие значения соответствуют состоянию бодрствования, а снижение показателя отражает углубление гипнотического состояния. Помимо самого BIS, система позволяет оценивать качество сигнала, электромиографическую активность, степень подавления электрической активности и непосредственно ЭЭГ-сигнал. Особое значение BIS-мониторинг приобретает в детской анестезиологии, где оценка клинических признаков глубины анестезии может быть затруднена вследствие возраста пациента, особенностей его поведения и реакции на хирургическую стимуляцию. В исходном исследовании была предпринята попытка оценить возможности BIS-мониторинга при использовании различных методов общей анестезии у детей.

Цель исследования. Изучить возможности применения биспектрального индекса для оценки глубины общей анестезии у детей при использовании севофлурана и пропофола.

Материалы и методы исследования. В исследование были включены **40 пациентов в возрасте от 4 до 17 лет**, не имевших острой или хронической неврологической патологии. Пациенты были распределены на три группы в зависимости от применяемой методики анестезии:

- **1-я группа — 15 пациентов:** индукция севофлураном;
- **2-я группа — 15 пациентов:** индукция пропофолом;
- **3-я группа — 10 пациентов:** индукция севофлураном с последующим поддержанием анестезии пропофолом.

В первой группе возраст пациентов составлял 4–15 лет, во второй — 9–17 лет, в третьей — 8–12 лет.

Методика анестезии. У пациентов первой группы индукция проводилась севофлураном в концентрации 8% об., после чего применялся фентанил в дозе 1–2 мкг/кг, выполнялась интубация трахеи и дальнейшее поддержание анестезии пропофолом.

У пациентов второй группы индукция проводилась пропофолом в дозе 1–3 мг/кг с последующим поддержанием анестезии пропофолом. В третьей группе индукция проводилась севофлураном в концентрации 8% об., после введения фентанила выполнялась интубация трахеи, а поддержание анестезии осуществлялось севофлураном в концентрации около 2% об.

BIS-мониторинг. Для мониторинга использовалась система Dräger Infinity S700, позволяющая одновременно регистрировать основные физиологические параметры и BIS.

Оценка BIS проводилась на восьми основных этапах:

1. исходное значение до начала анестезии;
2. перед интубацией трахеи;
3. перед кожным разрезом;
4. реакция на хирургический разрез;
5. основной этап оперативного вмешательства;
6. ушивание операционной раны;
7. экстубация трахеи;

8. через 1 час после экстубации.

Таким образом, динамика BIS оценивалась на протяжении всего периоперационного периода — от исходного состояния до восстановления после общей анестезии.

Результаты исследования. Анализ полученных данных показал закономерное снижение показателей BIS после начала общей анестезии. При индукции севофлураном в первой группе значение BIS снижалось от исходного уровня приблизительно 98 до 70. При индукции пропофолом во второй группе наблюдалось более выраженное снижение — с исходного значения около 99 до 60.В третьей группе, где индукция проводилась севофлураном с последующим применением пропофола, BIS снижался с 98 до 64. На основном этапе хирургического вмешательства значения BIS достигали наиболее низких показателей. В первой группе показатель составлял 46, во второй — 40, в третьей — 47. После завершения основного хирургического этапа отмечалось постепенное увеличение BIS, что соответствовало переходу пациента к более поверхностному уровню анестезии и последующему восстановлению сознания.

Таблица 1. Динамика показателей BIS на основных этапах общей анестезии

Этап исследования	1-я группа, севофлуран	2-я группа, пропофол	3-я группа, севофлуран + пропофол
Исходное состояние	98	99	98
Перед интубацией	70	60	64
Перед кожным разрезом	60	54	56
Реакция на разрез	52	47	49
Основной этап операции	46	40	47
Ушивание раны	60	58	58
Экстубация	70	72	74
Через 1 час после экстубации	99	74	99

Представленные значения соответствуют данным исходной работы.

Полученные результаты демонстрируют последовательную динамику BIS в соответствии с этапами общей анестезии. Наиболее низкие значения наблюдались во время основного этапа хирургического вмешательства, тогда как при завершении операции и восстановлении после анестезии отмечалось увеличение показателя. При индукции пропофолом снижение BIS происходило более быстро. В исходной работе также отмечалось быстрое выключение сознания после введения пропофола без выраженного возбуждения; на начальном этапе наблюдались изменения характера дыхания, после чего требовалась искусственная вентиляция легких.

При индукции севофлураном в отдельных случаях отмечался период возбуждения, после которого происходило постепенное снижение рефлекторной активности и BIS.

Обсуждение. Биспектральный индекс представляет собой инструмент количественной оценки гипнотического компонента общей анестезии. Его принципиальное отличие от стандартных параметров мониторинга заключается в том, что расчет показателя основан на анализе электроэнцефалографической активности. В

представленной работе применение BIS позволило проследить изменения состояния пациента на протяжении всего периода общей анестезии. До начала анестезии значения BIS находились около 98–99, что соответствовало исходному состоянию бодрствования. После введения анестетиков наблюдалось последовательное снижение показателя. На основном хирургическом этапе значения находились в диапазоне 40–47, после чего при завершении операции и восстановлении сознания показатель увеличивался.Такая динамика позволяет использовать BIS как дополнительный объективный показатель при оценке глубины гипнотического компонента общей анестезии у детей. При этом BIS не следует рассматривать как показатель всех компонентов анестезии. В частности, он отражает преимущественно гипнотический компонент и не позволяет непосредственно оценивать степень обезболивания. Поэтому интерпретация BIS должна проводиться совместно с клиническими данными и стандартным мониторингом. На показатель BIS также могут влиять различные факторы. В исходной работе отмечается возможность изменения корреляции BIS с глубиной седации при применении высоких доз опиоидов. Кроме того, использование миорелаксантов может изменять электромиографическую активность и тем самым влиять на интерпретацию BIS. Описываются также задержка отображения изменения показателя и влияние некоторых физиологических состояний.

Таким образом, BIS-мониторинг целесообразно рассматривать не как замену стандартному анестезиологическому мониторингу, а как дополнительный инструмент оценки глубины гипнотического состояния.

Практическое значение. Использование BIS-мониторинга у детей может быть особенно полезным при необходимости динамического контроля глубины общей анестезии.

Непрерывное отображение количественного показателя позволяет:

- оценивать изменение глубины гипнотического состояния;
- наблюдать динамику анестезии во время основных этапов операции;
- объективизировать переход от бодрствования к общей анестезии;
- контролировать углубление и поверхностное состояние анестезии;
- оценивать восстановление после прекращения анестезии;
- дополнительно оценивать соответствие глубины гипноза проводимой анестезиологической методике.

При этом решение об изменении дозировок анестетиков должно основываться на совокупной оценке BIS, клинической картины, гемодинамических показателей, параметров дыхания и характера хирургической стимуляции.

Заключение. Биспектральный индекс является информативным дополнительным методом мониторинга глубины гипнотического компонента общей анестезии у детей. В представленном исследовании применение BIS позволило количественно проследить динамику состояния пациентов от исходного бодрствования до индукции общей анестезии, поддержания анестезии, завершения операции и восстановления после экстубации. При использовании севофлурана и пропофола наблюдалось закономерное снижение BIS после индукции общей анестезии с достижением наиболее низких

значений на основном этапе хирургического вмешательства и последующим повышением показателя в период восстановления. На основании полученных данных BIS-мониторинг может рассматриваться как полезный дополнительный компонент комплексного анестезиологического мониторинга у детей. Его применение позволяет более объективно оценивать динамику гипнотического состояния и может способствовать более контролируемому проведению общей анестезии.

Список литературы

1. Малышев В.Д. Мониторинг глубины анестезии. — 2000.
2. Козлов С.В. и соавт. Современные методы оценки глубины анестезии. — 2005.
3. Лихванцев В.В. и соавт. Современная анестезиология. — 2001.
4. Tintinalli J.E. Emergency Medicine. — 2001.
5. Суслов В.В. и соавт. Мониторинг глубины анестезии. — 2009.
6. Dinse A., et al. Bispectral index monitoring and depth of anesthesia. — 2005.
7. Rüsch D., et al. Bispectral index monitoring and anesthetic management. BMC Anesthesiology. — 2018.
8. Wang Y., et al. Bispectral index monitoring during anesthesia. BMC Anesthesiology. — 2019.
9. Fahlenkamp A., et al. Bispectral index and depth of anesthesia. European Journal of Anaesthesiology. — 2010.
10. Ma J., et al. Bispectral index monitoring during general anesthesia. British Journal of Anaesthesia. — 2002.
11. Wilhelm W., et al. Bispectral index and anesthetic depth. Anesthesiology. — 2002.
12. Zheng X., et al. Bispectral index monitoring and anesthesia. — 2019.