

В медицинских карточках детей вводится графа «Оценка объема щитовидной железы», в которой по показателям физического развития (индекс Кетле) для каждого возраста по формулам 1 и 2 рассчитывается объем щитовидной железы. Такой расчет производится ежегодно и прослеживается динамика изменения размера щитовидной железы, при этом оценивается скорость роста объема и местоположение в соответствующей номограмме. За несколько лет нетрудно выявить тенденцию роста или уменьшения размера органа. Если динамика изменения размера щитовидной железы носит осциллирующий характер и значение объема находится в центильном диапазоне 25–75%, то такой случай является нормальным динамическим процессом. Если динамика изменения объема щитовидной железы имеет устойчивый характер к увеличению или уменьшению и значения переходят в 10–90% центильный диапазон, то такой случай требует назначения более высоких уровней исследования вплоть до анализа йода в моче.

Безусловно, предлагаемый метод может иметь погрешности в определении абсолютных значений органа, но систематическое применение единой расчетной процедуры внесет только системную ошибку. Скорость изменения размера щитовидной железы останется без искажений.

*Возможные ограничения метода.* Поскольку метод математического расчета основан на статистических распределениях большого числа наблюдений, имеющих высокую степень вариабельности, то и расчеты для конкретных представителей несут вероятностный характер. Расчетные значения объема щитовидной железы могут отличаться от измеренных на УЗИ значений приблизительно на 20%.

Такой учет и сравнение с номограммами необходимо проводить ежегодно. Способ расчета не представляет сложности и его может выполнять медицинский работник со средним образованием.

Практическое использование предложенного метода математического моделирования позволит выявить группу риска среди детей школьного возраста, предрасположенных к патологии щитовидной железы, на ранней стадии ее возникновения.

### Заключение

В результате проведенных исследований можно сделать следующие **выводы**:

— динамика объема щитовидной железы у детей 7–15 лет имеет сильную корреляционную связь с показателями их морфо-физического развития, а именно, с возрастом, массой тела и ростом или производными от этих показателей величинами;

— предложен простой, экономичный метод наблюдения за динамикой развития щитовидной железы у детей школьного возраста, который заключается в том, что для каждого ребенка школьного возраста производится расчет размера щитовидной железы по формулам, определенным для различных регионов (областей) Республики Беларусь, и сравнение с соответствующими номограммами для оценки состояния щитовидной железы;

— разработаны методические рекомендации по применению метода математического моделирования динамики объема щитовидной железы и номограммы оценки состояния органа, которые расширяют пределы диагностики физиологического состояния детей школьного возраста и способствуют выявлению группы риска детей, предрасположенных к патологии щитовидной железы, на ранней стадии.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дворник, А. М. Определение объема щитовидной железы методом математического моделирования / А. М. Дворник, И. М. Высоккая // Известия Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины. — 2005. — № 4. — С. 120–123.
2. Методика определения и региональные нормативы объема щитовидной железы у детей и подростков Беларуси: методические рекомендации / Л. Г. Дымова [и др.] / Могилев: БелНИИ ЭПП, 2000. — 23 с.
3. Методология раннего выявления рака и других заболеваний щитовидной железы при массовых обследованиях населения (скрининг) / В. С. Паршин [и др.] // Всемирная организация здравоохранения: WHO/SDE/RAD/02.06. — Женева, 2002. — 37 с.
4. Полянская, О. Н. Нормативы объема щитовидной железы у детей и подростков Беларуси / О. Н. Полянская, В. М. Дрозд // Здравоохранение Беларуси. — 1993. — № 2. — С. 13–17.
5. Свинарев, М. Ю. Нормативы тиреоидного объема у детей: в поисках истины / М. Ю. Свинарев // Тиронет. — 2002. — № 2. — С. 25–29.
6. Ультразвуковое исследование щитовидной железы при диспансеризации детского населения / М. А. Колесников [и др.] // Здравоохранение Беларуси. — 1990. — № 6. — С. 23–26.

Поступила 07.06.2010

УДК 617-089.166:616.831-073.96

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДВУХ РАЗЛИЧНЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ГЛУБИНЫ НАРКОЗА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ЭНДОТРАХЕАЛЬНОЙ АНЕСТЕЗИИ В АБДОМИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ

А. В. Марочков<sup>1</sup>, А. В. Брухнов<sup>2</sup>, В. А. Гомолок<sup>2</sup>, Н. В. Кулешов<sup>3</sup>,  
С. А. Точило<sup>1</sup>, Н. В. Акулич<sup>3</sup>, В. А. Дудко<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Могилевская областная больница

<sup>2</sup>4-я городская клиническая больница г. Минска им. Н. Е. Савченко

<sup>3</sup>Могилевский государственный университет им. А. А. Кулешова

Использование методик электроэнцефалографического контроля глубины наркозного сна является неотъемлемой составной частью во время проведения общей анестезии. Авторами произведена сравнительная

оценка клинических особенностей применения биспектрального индекса и электроэнцефалографической энтропии при проведении многокомпонентной эндотрахеальной анестезии у больных при абдоминальных операциях. Кроме того, изучено влияние таких факторов, как пол, возраст, масса тела пациента, количества введенного во время операции анагетика. Опыт применения электроэнцефалографического контроля для оценки глубины наркотического сна показал его высокую эффективность и безопасность.

**Ключевые слова:** абдоминальная хирургия, глубина анестезии, биспектральный индекс, электроэнцефалографическая энтропия.

## EFFECTIVENESS ASSESSMENT OF APPLICATION OF TWO DIFFERENT EXPERTISE SYSTEM OF ELECTROENCEPHALOGRAPHIC CONTROL OF DEPTH OF NARCOSIS UNDER MULTICOMPONENT ENDOTRACHEAL ANAESTHESIA IN ABDOMINAL SURGERY

A. V. Marochkov<sup>1</sup>, A. V. Bruhnov<sup>2</sup>, V. A. Gomolko<sup>2</sup>, N. V. Kuleshov<sup>3</sup>,  
S. A. Tochilo<sup>1</sup>, N. V. Akulich<sup>3</sup>, V. A. Dudko<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mogilev Regional Hospital

<sup>2</sup>Fourth City Clinical Hospital of Minsk named after N. E. Savchenko

<sup>3</sup>Mogilev State University named after A. A. Kuleshov

Use of techniques the electroencephalographic control depth of a narcotic dream is the integral component during carrying out of the general anaesthesia. Authors make a comparative estimation of clinical features of application bispectral index and electroencephalographic entropy at carrying out multicomponent endotracheal anesthesia at patients in abdominal surgery. Besides, influence of such factors as a sex, age, weight of a body of the patient, quantity entered into operation time analgetic is investigated. Application experience electroencephalographic control for an estimation depth of a narcotic dream has shown its high efficiency and safety.

**Key words:** abdominal surgery, depth of anaesthesia, bispectral index, electroencephalographic entropy.

Использование методик электроэнцефалографического контроля глубины анестезии, качества наркотического сна является неотъемлемой составной частью интраоперационного мониторинга во время проведения общей анестезии [5, 7].

Еще в 70–80-е годы XX в. существовали аппараты (индикатор стадий наркоза — ИСН-1М, интегратор электроэнцефалограммы ИЭГ-2-01 и другие) и технологии, с применением которых анестезиологи связывали свои надежды о получении достоверной информации по состоянию головного мозга пациента при применении комплекса препаратов для обеспечения общей анестезии [3]. Однако 30–40 лет назад эффективных технологий электроэнцефалографического (ЭЭГ) мониторинга для практической анестезиологии создано не было [1, 2, 6].

Анализ публикаций по этой проблеме за последние 10 лет показал, что сегодня в клинической практике наиболее часто применяются три экспертные системы ЭЭГ-контроля во время проведения общей анестезии. Это: а) информационно насыщенная ЭЭГ [4]; б) биспектральный индекс [5]; в) ЭЭГ [7, 8].

Авторы настоящего сообщения использовали во время анестезии две из указанных экспертных систем ЭЭГ-контроля. Это определение биспектрального индекса (BIS-index®) [5] и электроэнцефалографической энтропии (Entropy®) [7, 8].

Сравнительная оценка диагностических возможностей этих экспертных систем недостаточно хорошо изучена и представлена в пе-

чати. Поэтому нами проведена работа, целью которой является изучение клинических особенностей применения и биспектрального индекса, и ЭЭГ энтропии, сравнительная оценка эффективности их использования в анестезиологии во время проведения многокомпонентной эндотрахеальной анестезии у больных при абдоминальных операциях. Кроме того, нами изучено влияние таких факторов, как пол, возраст, масса тела пациента, количества введенного во время операции анагетика (фентанила) на параметры ЭЭГ-контроля.

### **Материал и методы**

Для реализации поставленных задач нами проведено проспективное рандомизированное исследование, в которое был включен 131 пациент, перенесший в период с мая 2007 г. по ноябрь 2009 г. лапороскопическую холецистэктомию.

Все больные были оперированы в условиях многокомпонентной эндотрахеальной анестезии с использованием на этапе поддержания анестезии в качестве гипнотика ингаляционно-го анестетика изофлурана (Форан®, АВВОТТ).

В зависимости от применения ЭЭГ-контроля пациенты были разделены на две группы: группу А, где использовали одновременно и BIS-индекс и ЭЭГ-энтропию (n = 31), и группу Б, в которой использовалась только ЭЭГ-энтропия (Entropy®) (n = 100).

На основании предоперационной оценки исходного состояния больных по ASA в этих двух группах нами были выделены четыре под-

группы (таблица 1). В 1 (n=26) включены больные, которым операция проводилась в условиях многокомпонентной эндотрахеальной анестезии с применением ЭЭГ-контроля, при этом по исходному состоянию больные отнесены к 1 и 2 классам по ASA. Во 2 подгруппе (n = 5) объединены пациенты, которым анестезия проводилась по идентичной схеме, но их тяжесть исходного физического статуса по ASA оценена как 3–4 класс. Анализ результатов исследования в подгруппах 1 и 2, где одновременно контролировались показатели биспектрального индекса и ЭЭГ-энтропии, позволяет нам ответить на вопрос о том, какой метод контроля глубины наркоза является предпочтительным.

В подгруппы 3 (n = 45) и 4 (n = 55) группы Б объединены больные, которым при проведении анестезии применялись более высокие дозы анальгетика (фентанила), при этом для контроля глубины утраты сознания использовалась регистрация только ЭЭГ-энтропии. В 3 и 4 подгруппу включены пациенты, с оценкой физического статуса по ASA 1–2 и 3–4 классов соответственно (таблица 1). Применение более высоких доз фентанила как на этапе индукции в наркоз, так и на этапе поддержания анестезии при контроле ЭЭГ-энтропии, на наш взгляд, позволяет судить о влиянии большего количества анальгетика на показатели мониторинга ЭЭГ-энтропии.

Таблица 1 — Общая характеристика пациентов

Характеристика групп	Компоненты эндотрахеальной анестезии	
	группа А (n = 31)	группа Б (n = 100)
Возраст, лет	52,2 ± 12,7	52,3 ± 13,0
Масса тела, кг	82,1 ± 14,9	82,0 ± 16,4
Пол, жен /муж	26/5	77/23
1–2 класс по ASA (чел.)	26	45
3–4 класс по ASA (чел.)	5	55
Длительность операции, мин	51,0 ± 31,9	49,9 ± 26,2

Как видно из таблицы 1, пациенты в группах А и Б не отличались по возрасту, массе тела, продолжительности оперативного вмешательства.

В большинстве случаев выполнялась стандартная премедикация: пациенты получали внутрь накануне вечером (22.00) и утром в день операции (7.00) по 5 мг диазепама и 50 мг димедрола. За 10–20 минут до операции внутримышечно или внутривенно вводили 0,5–0,7 мг атропина и 10 мг димедрола.

Сразу же после поступления больного в операционную катетеризировали периферическую вену; до начала индукции проводили инфузию кристаллоидными растворами в объеме 200–500 мл.

Индукция в наркоз в подгруппах 1 и 2 (пациенты с использованием одновременно двух экспертных систем ЭЭГ-контроля) состояла из последовательного введения 0,25 % раствора

дроперидола 1–2 мл, 0,005 % раствора фентанила 1–2 мл и через несколько минут — 1 % раствора пропофола.

Индукция в наркоз в подгруппах больных 3 и 4 (пациенты, которым применяли только контроль ЭЭГ-энтропии), также осуществлялась последовательным введением 2,5–5,0 мг дроперидола, 0,05–0,1 мг фентанила и пропофола.

Интубацию трахеи выполняли после введения дитилина. Поддержание анестезии осуществляли ингаляцией изофлурана в закисно-кислородной смеси с концентрацией кислорода 35–40 % и дополнительным болюсным введением дроперидола и фентанила. Миоплегию обеспечивали введением тракриума в дозе 0,34 ± 0,02 мг/кг в группе А и аркурона в дозе 0,03 мг/кг в группе Б.

Дозы препаратов, использованных для индукции и поддержания анестезии, представлены в таблице 2.

Таблица 2 — Дозы препаратов для индукции и поддержания анестезии

Компоненты анестезии	Группы больных с применением ингаляционного анестетика			
	группа А (n = 31)		группа Б (n = 100)	
	индукция	поддержание	индукция	поддержание
Фентанил, мкг/кг	0,96 ± 0,17	3,18 ± 1,04	2,22 ± 0,65	4,34 ± 1,67
Дроперидол, мг/кг	0,05 ± 0,02	0,01 ± 0,02	0,06 ± 0,01	0,07 ± 0,25
Пропофол, мг/кг	1,84 ± 0,31	—	2,37 ± 0,41	—
Дитилин, мг/кг	1,96 ± 0,19	—	1,84 ± 0,35	—
Аркурон, мг/кг	—	—	—	0,03 ± 0,01
Тракриум, мг/кг	—	0,34 ± 0,02	—	—
Изофлуран, об. %	—	0,62 ± 0,28	—	0,69 ± 0,14
МАК ингаляционных анестетиков	—	1,01 ± 0,1	—	1,00 ± 0,14

В группе Б на этапе индукции и поддержания анестезии использовались дозы фентанила и дроперидола достоверно выше ( $p < 0,05$ ), чем в группе А. Дозировка ингаляционных анестетиков — изофлурана в закисно-кислородной смеси, которую поддерживали на уровне 1 МАК, в группах А и Б не отличалась. ИВЛ во время наркоза проводили с использованием наркозно-дыхательных аппаратов ADU-5 (Datex-Ohmeda) в режиме VCV с потоками свежих газов до 2 л/мин, циркулирующей по полузакрытому контуру.

Интраоперационный мониторинг состояния пациента, работы комплекса «аппарат-больной» осуществлялся с помощью встроенного монитора наркозного аппарата ADU-5. Он включал ЭЭГ, ЧСС, измерение АД, пульсовую оксиметрию, термометрию, контроль газового состава (концентрации кислорода, закиси азота, ингаляционного анестетика) во вдыхаемой и выдыхаемой смеси, определение минимальной альвеолярной концентрации ингаляционного анестетика (МАК), концентрации двуокси углерода на вдохе и выдохе, капнографию. Эти показатели регистрировались в «Протоколе проведения анестезии и мониторинга» с интервалом в 5 минут.

Одновременно нами также производилась регистрация параметров дыхательного мониторинга, в том числе дыхательного объема ( $V_t$ ), минутного объема дыхания ( $MV$ ), пикового давления на вдохе ( $P_{max}$ ), давления плато ( $P_{plato}$ ), сопротивления дыхательных путей ( $R$ ), комплайнса ( $C$ ). По необходимости дополнительно выполняли лабораторные исследования крови (общий анализ крови, тромбоциты, содержание глюкозы), контроль кислотно-основного состояния. Качество нервномышечного блока и необходимость дополнительного введения миорелаксантов определяли путем стимуляции периферических нервов в TOF-режиме.

Для оценки уровня глубины анестезии и наркозного сна контролировали показатели ЭЭГ-энтропии (Entropy®) с использованием монитора ADU-5. Показатели биспектрального индекса (BIS-index®) регистрировались на мониторе Philips MP-20 с блоком ЭЭГ-контроля.

Измерение показателя энтропии (Entropy®) на основе экспертной ЭЭГ-программы представляло собой регистрацию данных ЭЭГ и фронтальной электромиографии (ЭМГ) с вычислением двух разных спектральных показателей, энтропии покоя и энтропии ответа, которые одновременно отражались на мониторе и имели условную цифровую оценку.

Одновременно с контролем ЭЭГ-энтропии у пациентов группы А отслеживали параметры другой экспертной системы ЭЭГ-контроля — биспектрального индекса. Биспектральный индекс включает регистрацию высокочастотной

(14–30 гц) или бета-активности, степень низкочастотной синхронизации, наличие периодов подавления ЭЭГ-активности с расчетом обобщенного цифрового показателя, отражающего степень угнетения мозга. BIS-index® — это условное число от 0 до 100, соотносящееся с клинически наблюдаемой картиной угнетения мозга при действии большинства анестетиков и изменениями ЭЭГ.

После изучения результатов использования двух экспертных систем контроля глубины общей анестезии у пациентов группы А мы применяли у остальных больных только одну из экспертных систем, а именно — ЭЭГ-энтропию (группа Б). Избранные нами параметры мониторинга анализировались на нескольких этапах проведения анестезии: 1 — исходный, при поступлении пациентов на операционный стол до начала анестезии; 2 — через 5 мин после интубации трахеи; 3 — через 10 мин после интубации; 4 — через 20–30 мин, что соответствовало основному этапу операции; 5 — окончание операции; 6-й — перед экстубацией пациента.

Статистическую обработку проводили на ПК с использованием программ MS Excel 2007, пакета программ «Statistica» 7.0 и определением параметров описательной статистики. Данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения. Проверку гипотез проводили с использованием методов непараметрической статистики с расчетом критерия Колмогорова-Смирнова и Вальда-Вольфовица. Для сравнения показателей на разных этапах внутри одной группы применяли дисперсионный анализ Фридмана и коэффициент корреляции Кендалла.

#### **Результаты исследования и обсуждение**

Анализируя результаты проведенного исследования, можно отметить, что пациенты в двух группах достоверно не отличались по возрасту, массе тела, агрессивности и длительности выполняемой операции ( $p < 0,05$ ). Общая продолжительность оперативного вмешательства в среднем составила в группе А  $51,0 \pm 31,9$  мин, в группе Б —  $49,9 \pm 26,2$  мин. Концентрации ингаляционного анестетика в закисно-кислородной смеси на этапе поддержания анестезии в группах не различались и составляла:  $1,01 \pm 0,1$  МАК в группе А и  $1,00 \pm 0,14$  МАК в группе Б.

До создания экспертных систем ЭЭГ-контроля глубину наркоза анестезиологи оценивали по косвенным данным, в том числе и по величине и динамике артериального систолического, диастолического, среднего давления, числу сердечных сокращений, ширине зрачков, состоянию кожных покровов, термометрии, другим параметрам. Полученные данные о гемодинамических эффектах при проведении анестезии у пациентов приведены в таблице 3.

Таблица 3 — Динамика изменений гемодинамических показателей на этапах анестезии

Этап операции	Группа	АД сист., мм рт. ст.	АД диаст., мм рт. ст.	АД ср., мм рт. ст.	ЧСС, мин
1	А	142,9 ± 11,5*	89,8 ± 6,6*	107,5 ± 6,9*	78,6 ± 12,5
	Б	160,7 ± 25,8*	89,3 ± 12,7*	114,4 ± 16,7*	85,6 ± 13,5
2	А	128,8 ± 15,6	73,2 ± 12,0	91,7 ± 12,3	75,8 ± 16,7
	Б	131,1 ± 23,1	75,2 ± 14,1	96,0 ± 16,2	83,2 ± 12,3
3	А	120,0 ± 16,2	69,4 ± 11,2	86,3 ± 12,4	75,4 ± 15,3
	Б	119,8 ± 20,8	72,0 ± 13,3	91,2 ± 15,3	80,8 ± 11,4
4	А	117,1 ± 13,5	69,7 ± 10,2	85,5 ± 10,7	76,7 ± 14,0
	Б	117,6 ± 19,5	70,9 ± 12,4	89,2 ± 14,6	78,9 ± 11,5
5	А	121,1 ± 13,8	71,2 ± 10,0	87,8 ± 10,6	76,4 ± 13,7
	Б	122,0 ± 19,3	71,8 ± 11,9	91,1 ± 13,4	77,3 ± 11,2
6	А	123,6 ± 16,7	73,4 ± 11,5	90,1 ± 12,8	78,6 ± 14,3
	Б	127,7 ± 18,5	76,4 ± 10,5	94,9 ± 13,7	78,7 ± 10,5

\* Изменение показателя на этапе анестезии достоверно отличается по сравнению с другими этапами ( $p < 0,05$ )

Анализ показателей гемодинамики по Колмогорову-Смирнову и Вальд-Вольфовицу на этапах 1–6 между группами А и Б достоверных отличий не выявил. Также использовали дисперсионный анализ Фридмана и коэффициент конкордации Кендалла. При анализе показате-

лей АД не было выявлено достоверных изменений гемодинамики на этапах исследования 2–6. На первом этапе величины систолического АД, среднего АД, диастолического АД в группах А и Б достоверно отличались от показателей последующих этапов ( $p < 0,05$ ) (рисунок 1).

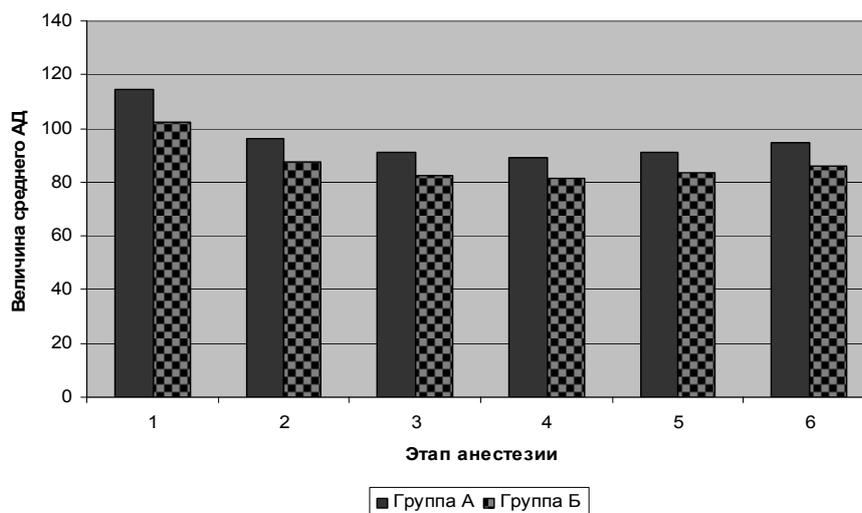


Рисунок 1 — Показатели среднего АД на этапах анестезии

Таким образом, динамика параметров АД (систолического, диастолического, среднего) и ЧСС демонстрирует, что качество анестезиологической защиты адекватно агрессивности проводимых хирургических вмешательств.

В проведенном исследовании показатели ЧСС в группах А и Б существенно не отличались на этапах 3, 4, 5, возможно, ввиду использования в схеме анестезии фентанила, который способен устранять компенсаторную тахикардию, возникающую при ингаляционной анестезии [5]. Между показателями ЧСС внутри одной группы на различных этапах анестезии достоверных отличий также выявлено не было.

Применение достоверно отличающейся, более высокой дозы фентанила, использованной на этапе поддержания анестезии в группе Б ( $p < 0,05$ ), по нашему мнению, было обусловлено дополнительным введением фентанила пациентам 3–4 класса по ASA, которым ингаляция была прекращена ввиду развития артериальной гипотензии.

Обобщая полученные данные дыхательного мониторинга, можно отметить, что их изменения на этапах исследования при лапароскопической холецистэктомии были аналогичны изменениям легочной механики, характерным для лапароскопических операций. Инсуффляция  $\text{CO}_2$  в брюшную полость и связанное с

этим увеличение внутрибрюшного давления приводило к повышению пикового давления на вдохе ( $P_{max}$ ), давления плато ( $P_{plato}$ ) и сопротивления дыхательных путей ( $R$ ). Помимо этих эффектов было отмечено снижение растяжимости легких ( $C$ ) у всех групп пациентов. Давление в брюшной полости при выполнении лапароскопии во всех случаях не превышало 14 мм рт. ст. В течение всей анестезии контролировали содержание двуокиси углерода на вдохе и выдохе, поддерживали уровень  $CO_2$  в конце выдоха на уровне 32–37 мм рт. ст. Значимых различий в группах по параметрам дыхательного мониторинга не установлено.

Важнейшим количественным показателем, отражающим качество анестезиологического обеспечения, является контроль глубины наркозного сна с использованием такого параметра, как ЭЭГ-энтропия. Энтропия покоя ( $SE$ ) отражает изменение частоты от 0,8 до 32 Гц. Она включает ЭЭГ-доминантную часть спек-

тра. Энтропия ответа ( $RE$ ) вычисляет изменение частоты от 0,8 до 47 Гц. Она включает как ЭЭГ, так и ЭМГ-доминантную часть спектра. Энтропия ответа ( $RE$ ) быстрее реагирует на активацию лицевой мускулатуры и служит как почти немедленный индикатор лобной ЭМГ-активности, отражая готовность пациента к пробуждению [8].

Значения  $RE$  варьируют от 0 до 100 условных единиц, энтропии покоя ( $SE$ ) — от 0 до 91 условных единиц; при полном контакте с больным уровень  $RE$  — 100 ед.,  $SE$  — 91 ед. Разница между этими двумя параметрами обычно < 10. При достаточно глубокой анестезии, хорошей аналгезии, при условии адекватной нервно-мышечной релаксации числовые значения энтропии находятся в пределах 40–60 ед. При этом хорошим индикатором адекватной анестезии является состояние, когда показатели  $RE = SE$ , то есть разница между  $RE$  и  $SE$  равна нулю [8].

Таблица 4 — Динамика показателей электроэнцефалографической энтропии  $RE$  и  $SE$ , показателя биспектрального индекса у пациентов в группах А и Б на этапах анестезии

Этап анестезии:	Группа А			Группа Б	
	величина $RE$	величина $SE$	величина BIS	величина $RE$	величина $SE$
1	98,4 ± 1,9	90,1 ± 4,9	95,9 ± 4,1	97,5 ± 1,7	89,7 ± 4,0
2	40,4 ± 16,9	36,8 ± 16,4	50,7 ± 15,1	45,0 ± 16,1	42,3 ± 14,7
3	36,8 ± 14,4	34,4 ± 12,7	44,6 ± 10,9	34,5 ± 14,0	32,5 ± 12,5
4	38,1 ± 14,2	37,2 ± 13,5	43,8 ± 10,0	33,5 ± 13,0	32,0 ± 12,5
5	57,6 ± 18,5	53,4 ± 15,4	60,4 ± 13,4	61,3 ± 21,2	56,6 ± 19,3
6	95,5 ± 7,2	87,9 ± 8,8	91,9 ± 5,5	95,2 ± 3,1	88,7 ± 3,4

Контроль ЭЭГ-энтропии и биспектрального индекса у больных группы А выявил, что при применении вышеописанных схем анестезии с использованием изофлурана и фентанила на этапе поддержания анестезии

значения  $RE$  и  $SE$ , биспектрального индекса достоверно снижались после индукции анестезии по сравнению с исходными данными на 51,5–52,0 % ( $p < 0,01$ ), достигая уровня 32–44 ед. (рисунок 2).

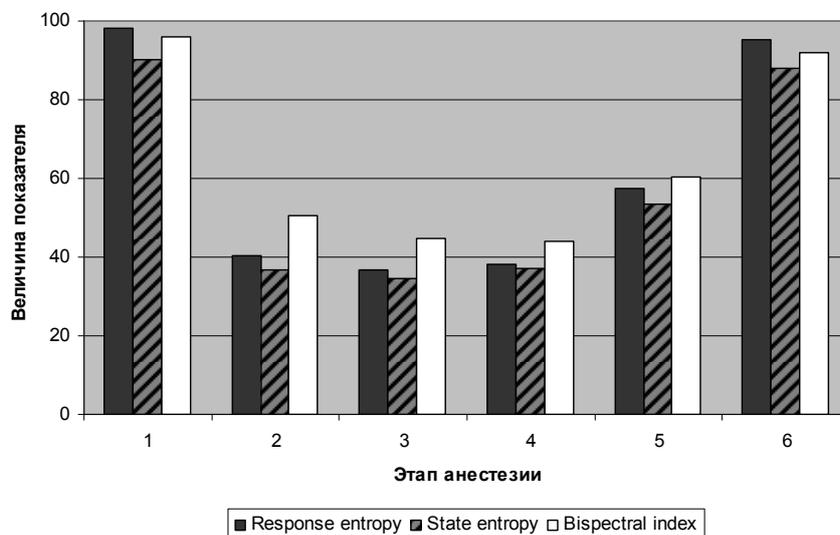


Рисунок 2 — Динамика показателей электроэнцефалографической энтропии  $RE$  и  $SE$ , показателя биспектрального индекса на этапах анестезии у пациентов группы А

В дальнейшем на 3 и 4 этапах, по мере углубления анестезии, показатели энтропии продолжали снижаться, достигая значений 31–51 ед. на основном этапе операции (этап 4). Основываясь на имеющихся данных, результатах статистического анализа, можно сделать вывод о том, что анестезия на этапах 2–4 в нашем исследовании протекала на качественном уровне и обеспечивала адекватную защиту пациента от хирургического стресса. Показатели ЭЭГ-энтропии и биспектрального индекса на этапах исследования полностью коррелировали друг с другом. Однако наличие показателя RE, включавшего в себя фронтальную ЭМГ, создавало для анестезиолога определенные преимущества. Появление разности между RE и энтропией покоя позволяло быстро принимать решение об углублении анестезии, введении дополнительных доз мышечных релаксантов.

При опросе пациентов групп А и Б в послеоперационном периоде каких-либо воспоминаний, свидетельствующих об эпизодах непреднамеренного пробуждения больного во время операции, не зафиксировано.

Анализ по Колмогорову-Смирнову и Вальд-Вольфовицу в подгруппах 1–4 показал, что пол, масса тела пациентов, длительность операции не влияли на показатели ЭЭГ-энтропии и биспектрального индекса. При анализе возрастного фактора было установлено достоверное снижение ( $p < 0,05$ ) показателя энтропии у лиц старше 60 лет на этапе 4 (основной этап операции и анестезии). Вероятно, у лиц пожилого возраста дозы анальгетиков и ингаляционных анестетиков вызывают большее в сравнении с лицами до 40 лет угнетение функций мозга.

Для определения, каким образом доза анальгетика (фентанила) влияет на показатели энтропии во время наркоза, мы проанализировали динамику RE и SE на этапах анестезии в группах А и Б. Количество фентанила на этапе индукции в наркоз составляло в группе А —  $0,96 \pm 0,17$  мкг/кг, в группе Б —  $2,22 \pm 0,65$  мкг/кг. На этапах поддержания анестезии количество использованного фентанила в группе Б ( $4,34 \pm 1,67$  мкг/кг) было достоверно выше, чем в группе А ( $3,18 \pm 1,04$  мкг/кг). Анализ полученных данных показал, что несмотря на увеличение дозы фентанила в группе В показатели RE и SE в группах А и Б достоверно не отличались.

По завершении операции подачу ингаляционного анестетика прекращали. После восстановления спонтанного дыхания, адекватного сознания и мышечного тонуса больных экстубировали на операционном столе. Нами определено время восстановления эффективного дыхания и ясного сознания после применения многокомпонентной анестезии у пациентов групп А и Б, которое составляло  $7,2 \pm 1,4$  минут. Достаточный мышечный тонус позволил пациентам самостоятельно передвигаться с

операционного стола на каталку. Всех больных после операции переводили в палату хирургического отделения, где пациента осматривал анестезиолог через 2–4 часа и на следующие сутки.

Таким образом, опыт применения ЭЭГ-контроля показал высокую его эффективность для оценки глубины наркотического сна.

### Выводы

1. ЭЭГ-контроль глубины анестезии с помощью двух экспертных систем — биспектрального индекса и электроэнцефалографической энтропии показал высокую эффективность во время многокомпонентной эндотрахеальной анестезии на основе ингаляционного анестетика, анальгетика (фентанила), деполяризующих и недеполяризующих миорелаксантов.

2. Сравнительная оценка двух экспертных систем при их одновременном применении показала полную корреляцию регистрируемых цифровых показателей биспектрального индекса и электроэнцефалографической энтропии. В клинической практике с одинаковой эффективностью можно применять как мониторинг биспектрального индекса, так и электроэнцефалографической энтропии. Показатель ЭЭГ-энтропии, состоящий из двух параметров (энтропия покоя, энтропия ответа) RE и SE, в ряде случаев быстрее отображает изменения спектральных потенциалов, что позволяет анестезиологу оперативно реагировать на изменение клинической ситуации.

3. Анализ полученных данных показал, что пол, масса тела пациента, длительность операции не влияли на показатели биспектрального индекса и электроэнцефалографической энтропии во время проведения общей анестезии. Использование во время наркоза более высоких доз анальгетика (фентанила) не влияет на показания электроэнцефалографической энтропии.

4. У лиц старше 60 лет применение использованных протоколов анестезии приводило к более выраженному снижению показателя ЭЭГ-энтропии, чем у лиц моложе этого возраста.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атанасов, А. Анестезиология / А. Атанасов, П. Абаджиев. — 2-е изд. — София: Медицина и физкультура, 1962. — 384 с.
2. Бунятян, А. А. Анестезиология и реаниматология / А. А. Бунятян, Г. А. Рябов, А. З. Маневич. — М.: Медицина, 1977. — 432 с.
3. Справочник по анестезиологии и реаниматологии / Под ред. А. А. Бунятяна. — М.: Медицина, 1982. — 400 с.
4. Субботин, В. В. Нейрофизиологический мониторинг ЭЭГ в оценке адекватности различных вариантов общей анестезии: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / В. В. Субботин. — М., 2003. — 47 с.
5. Келли, С. Д. Мониторинг состояния сознания при проведении анестезии и седации / Рук-во по использованию технологии биспектрального индекса // <http://www.biseducation.com>.
6. Larsen, R. Anesthesia / R. Larsen. — Munchen, 1990. — 932c.
7. Spectral entropy monitoring is associated with reduced propofol use and faster emergence in propofol-nitrous oxide-alfentanil anesthesia / A. Vakkuri [et al.] // *Anesthesiology*. — 2005. — Vol. 103. — P. 274–279.
8. Facial muscle activity, response entropy, and state entropy indices during noxious stimuli in propofol-nitrous oxide or propofol-nitrous oxide-miobutanol anesthesia without neuromuscular block / A. J. Aho [et al.] // *Br. J. Anaesth.* — 2009. — Vol. 102. — P. 227–233.

Поступила 27.05.2010