

А. Ю. Патрушев, А. Н. Бабко, В. В. Морозов, О. И. Калмыкова

Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН
просп. Академика Лаврентьева, 8, Новосибирск, 630090, Россия

НИИ клинической и экспериментальной лимфологии СО РАМН
ул. Академика Тимакова, 2, Новосибирск, 6300117, Россия

Фонд «Медсанчасть 168»
ул. Арбузова, 6, Новосибирск, 630117, Россия
E-mail: peterswim@ngs.ru

БИСПЕКТРАЛЬНЫЙ ИНДЕКС: СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ АДЕКВАТНОСТИ АНЕСТЕЗИИ

Приведен собственный опыт использования биспектрального индекса с целью оценки адекватности проводимого анестезиологического пособия при лапароскопических операциях на органах брюшной полости и малого таза. Анестезиологическое пособие проводилось на основе низкочастотной анестезии севофлюраном, являющимся адекватным методом обезболивания при лапароскопических операциях, что подтверждено регистрацией биспектрального индекса и показателей центральной гемодинамики.

Ключевые слова: биспектральный индекс, электроэнцефалография, анестезия, севофлюран.

На всех этапах развития анестезиологии одной из ведущих проблем остается адекватность анестезии. На нее влияют не только эффекты лекарственных препаратов, но и сила афферентной импульсации, а также индивидуальные особенности больного. Поэтому адекватная анестезия должна соответствовать основному требованию – быть эффективной для пациента и безопасной для хирурга и анестезиолога.

Для контроля глубины анестезии необходимо наличие четко наблюдаемого и количественно определяемого ответа на стимуляцию ЦНС. Оценка глубины анестезии предлагается осуществлять на основе мониторинга функциональной активности ЦНС при помощи электроэнцефалографии (ЭЭГ). Основной задачей ЭЭГ является оценка глубины наркоза, возможность оценить влияние неблагоприятных факторов на мозг и эффективность проводимых мероприятий, а также создать документальные доказательства функционального состояния ЦНС во время анестезии. Кроме того, мониторинг ЭЭГ позволяет охарактеризовать действие различных анестезиологических препаратов на мозг. Различие в степени угнетения корковых и стволовых структур при применении анестетиков приводит к различным клиническим эффектам при иден-

тичной ЭЭГ. Поэтому шкалу глубины наркоза следует определять для каждого анестетика отдельно.

Громоздкость, недостаточная помехозащищенность, сложность метода в монтаже, отсутствие способов обработки ЭЭГ и однозначных, легко интерпретируемых показателей, коррелирующих с уровнем глубины анестезии, также ограничивают применение ЭЭГ в клинической анестезиологии.

В этих случаях существенную помощь оказывают методы компьютерного анализа. Прежде всего был применен спектральный анализ, отражающий полный спектр ЭЭГ-ритмов. Но и этот метод достаточно трудоемкий, требует специальных знаний. Погрешности вносят артефакты записи, которые всегда присутствуют в ЭЭГ, особенно при длительной регистрации в операционной [1; 2]. Эти недостатки присутствуют и в методе компрессионного спектрального анализа по Фурье, основанном на преобразовании ЭЭГ-колебаний и графическом их разложении на ряд гармонических частот. Достоинством метода можно считать его доступность, возможность длительной регистрации спектров, представление их в сжатой форме, возможность количественной оценки результатов и их сопоставления. Недостатки те же, что и при других методах

спектрального анализа. В оценке функционального состояния мозга также используют методы корреляционного анализа, отражающие взаимоотношения ритмов ЭЭГ между отдельными точками мозга внутри одного полушария или между полушариями (кросс-корреляция, когерентность) или между различными эпохами и по разным ритмам в одном отведении (автокорреляция, биспектральный индекс) [1–3]. В начале 90-х годов прошлого столетия был предложен новый метод анализа ЭЭГ, носящий название «биспектральный индекс» (БИ). Вычисление БИ состоит из двух этапов.

1. *Создание базы данных.* Первоначально она была создана на основе записей ЭЭГ нескольких сотен пациентов при проведении общей анестезии пропофолом, мидазоламом, тиопенталом, изофлюраном, севофлюраном, различными опиоидами и закисью азота. Оценивали также клинические данные (показатели центральной и периферической гемодинамики), результаты различных тестов, определяющих уровень седации, и заключения специалистов. Далее при помощи статистических методик был проведен поиск наилучших корреляций между клиническими показателями и результатами биспектрального и спектрального анализа ЭЭГ. На этой основе была создана база ЭЭГ и соответствующих им клинических состояний [4].

В результате была построена многофакторная статистическая модель, способная предсказать на основе комбинаций из различных показателей ЭЭГ тот или иной уровень седации независимо от выбранного анестетика. Многократное повторение процесса вычислений позволило получить сложный по алгоритму параметр, названный биспектральным индексом (byspectral index, BIS).

2. *Работа монитора.* После исключения артефактов нативная ЭЭГ посекундно обрабатывается в двух режимах: спектральном и биспектральном. Эти участки сравниваются с базой данных, полученной на предыдущем этапе. Далее на основе многофакторной модели комбинируется значение БИ, которое в числовом виде от 100 до 0 % линейно соответствует уровню седации пациента. Методика вычисления БИ защищена патентами. Предлагаемый параметр являет-

ся заключением, отражающим степень угнетения ЦНС в числовой форме независимо от того, каким образом оно вызвано, – естественным сном или медикаментозно. Во втором случае отражается функциональное состояние ЦНС, а не концентрация препарата в крови.

В настоящее время за рубежом нет практически ни одного исследования в области анестезиологии, в котором бы не использовался данный показатель. Поиск новых методов интраоперационного контроля за пациентом вызван возрастающими требованиями к анестезии. Приоритетными становятся малоинвазивные хирургические методы, прослеживается рост количества оперируемых пациентов пожилого возраста с отягощенным соматическим статусом, экономические расчеты требуют увеличения «нагрузки на операционный стол», а значит, сокращается время послеоперационного наблюдения анестезиолога за больным и снижается количество периоперационных осложнений.

Цель исследования: оценить адекватность низкопоточной анестезии севофлураном путем анализа показателей БИ на различных этапах лапароскопических операций хирургического и гинекологического профиля.

Материал и методы

Регистрация БИ проводилась у 57 пациентов мужского (21 %) и женского (79 %) пола при выполнении лапароскопической холецистэктомии (39 операций), лапароскопической ампутации тела матки (12), лапароскопической консервативной миомэктомии (6). Средний возраст пациентов составил 49,2 года.

Преобладающей формой сопутствующей патологии являлась артериальная гипертензия – у 26 пациентов (45,6 %), ишемическая болезнь сердца – у 9 (15,7 %), хронический бронхит – у 7 (12,3 %), сахарный диабет – у 4 (7,0 %), нарушения ритма сердца – у 5 (8,8 %), язвенная болезнь желудка или двенадцатиперстной кишки в стадии ремиссии – у 8 (14 %). Интраоперационный мониторинг пациентов заключался в измерении артериального давления, частоты сердечных сокращений, пульсоксиметрии, минут-

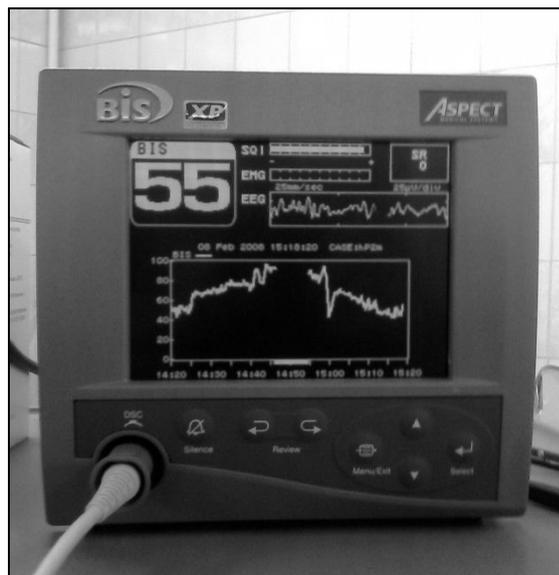
ной вентиляции легких, дыхательного объема, пикового давления на вдохе, минимального давления на выдохе, электрокардиографии, концентрации кислорода в дыхательной смеси, концентраций севофлурана и углекислого газа на вдохе и выдохе. Анестезиологическое пособие проводилось однотипно: непосредственно перед операцией внутривенно вводились атропин в дозе 0,05–0,08 мг/кг, димедрол 10 мг, промедол 20 мг. Индукция осуществлялась 2,5 % раствором тиопентала натрия в дозе 5–8,3 мг/кг или 1 % раствором пропофола 2,5–3,3 мг/кг. Миоплегия производилась раствором атракурия. Основная анестезия была следующей: севофлюран 1,5–2,6 об. % в потоке газовой смеси 2 л/мин. Анальгетический компонент осуществлялся дробным введением фентанила в средней дозе 2,05 мкг/кг-час (1,6–2,5 мкг/кг-час).

Регистрация БИ проводилась на всех этапах оперативного вмешательства – от момента поступления пациента в операционную до перевода в профильное отделение стационара. В работе использован монитор А-2000 XP («Aspect Medical System Inc.», США). Нормативные показатели БИ: 90–100 % соответствуют ясному сознанию, 80–90 % – легкой седации, 60–80 % – глубокой седации, 40–60 % – хирургической стадии анестезии.

Крепление датчика на лице пациента производилось согласно рекомендациям фирмы-производителя. Функция проверки функционирования и целостности датчика запускается автоматически перед началом исследования. Также на экран монитора можно вывести журнал регистрации БИ за все время работы с минимальными и максимальными показателями за минуту.

Результаты исследований и обсуждение

Используя значения биспектрального индекса, полученные в ходе исследования, можно представить основные тактические моменты при проведении анестезиологического пособия. При проведении премедикации на операционном столе по указанной методике отмечалось максимальное снижение БИ до показателей 91 %, в среднем – 95 %. Для того чтобы индекс не превысил



Монитор А-2000 XP
для регистрации биспектрального индекса

значение 60 % после интубации трахеи, индукцию в анестезию следует проводить исходя из значений БИ, не превышающих 45 %. Основные этапы оперативного вмешательства проводились при показателе БИ 33–60 %, что является оптимальным для безопасности пациента во время общей анестезии и характеризуется стабильными показателями центральной гемодинамики. Эти данные подтверждаются исследованиями отечественных авторов [5].

Проведение мониторинга на этапе выхода из анестезии обеспечивает возможность анестезиологу контролировать пробуждение пациента, совершать своевременные действия. Перевод на спонтанное дыхание с последующей экстубацией проводился при уровне БИ равным не менее 78 %, что обеспечивало адекватное восстановление спонтанного дыхания и должного уровня насыщения капиллярной крови кислородом. Перевод пациента в отделение стационара осуществлялось при значениях БИ = 90 % и выше, что исключало возможность ресседации и депрессии дыхания в ближайшем послеоперационном периоде.

Приведен фрагмент анестезиологической карты, фиксирующий основные показатели неинвазивной оценки гемодинамики пациента на различных этапах операции (табл. 1). Данные показатели используются анестезиологами для оценки адекватности выполняемой анестезии, глубины наркоза. В качестве дополнительного параметра фикси-

Таблица 1. Динамика показателей гемодинамики и биспектрального индекса в ходе оперативного вмешательства

Этапы операции, наркоза	Время операции, наркоза, мин	Биспектральный индекс, %	АД, мм рт. ст.	ЧСС, уд./мин
Исходно	0	98	130/80	78
Премедикация	5	95	130/80	86
Индукция	10	46	130/80	84
Интубация	15	53	130/80	86
Кожный разрез	20	47	130/80	68
Карбоксиперитонеум	25	44	115/70	72
Основной этап операции	30	43	110/60	78
	35	46	115/70	76
	40	46	115/70	74
	45	44	110/70	74
	50	50	110/70	76
Наложение швов на кожу	55	62	115/70	84
	60	70	115/70	82
Экстубация	65	81	130/80	90
	70	87	125/80	78
Перевод в отделение	75	92	125/80	76

Таблица 2. Корреляционные связи показателей гемодинамики и биспектрального индекса во время операции

Показатели	Коэффициент Пирсона	<i>p</i>	Коэффициент Спирмена	<i>p</i>
БИ / ЧСС	0,390	0,068	0,472	0,032
БИ / АД систолическое	0,545	0,015	0,577	0,010
БИ / АД диастолическое	0,592	0,008	0,671	0,002

рвались значения БИ, которые зрительно дублируют колебания систолического, диастолического и среднего АД во время выполнения лапароскопических операций.

Для выявления достоверной взаимосвязи цифровых колебаний БИ, систолического и диастолического артериального давления, частоты сердечных сокращений (как основных показателей оценки адекватности анестезии) были рассчитаны коэффициенты корреляции Спирмена и Пирсона (табл. 2).

Проведенный статистический анализ показал достоверную положительную коррелятивную связь между всеми учитываемыми параметрами неинвазивной оценки состояния гемодинамики и электрической активности головного мозга.

Особо важной представляется регистрация БИ на завершающих этапах операции – на выходе из наркоза, когда стандартные критерии адекватности анестезии не способны отражать достижение уровня восстановления сознания, и оценка уровня сознания проводится анестезиологом субъективно. В случае доступности мониторинга БИ достигается объективизация данного

показателя, что позволяет унифицировать ориентиры для экстубации больного, перевода его в палату в послеоперационном периоде.

Таким образом, показатели БИ могут использоваться для комплексной оценки адекватности проводимого анестезиологического пособия и стандартизации ведения основных этапов наркоза.

Заключение

Применение BIS-монитора во время общей анестезии делает возможным осуществлять динамическую оценку глубины наркозного сна в постоянном контакте с пациентом и исключить поверхностную или чрезмерно глубокую седацию. Ориентируясь на показатели БИ, возможен индивидуальный подбор доз анестетиков, что позволяет добиться «мягкого выхода» из наркоза, обеспечивая интраоперационную амнезию у больного в последующем.

Контроль показателей БИ позволяет избежать преждевременного пробуждения пациента в ходе общей анестезии и способ-

ствует объективизации показаний к переводу пациента в профильное отделение.

Список литературы

1. *Динамика* спектрально-когерентных характеристик ЭЭГ человека в норме и при патологии мозга / С. М. Бородкин, О. М. Гриндель, Болдырева Г. Н. и др. // Журн. высшей нервной деятельности. 1987. Т. 37. С. 22–30.
2. *Биопотенциалы* мозга человека. Математический анализ / В. С. Русинов, О. М. Гриндель, Г. Н. Болдырева и др. М., 1987.
3. *Hall J. D., Lockwood G. G.* Bispectral index: comparison of two montages // *Brit. J. Anaesth.* 1998. Vol. 80. P. 342–344.
4. *Sigl J. C., Chamoun N. G.* In introduction to bispectral analysis for EEG // *J. Clin. Monitor.* 1994. Vol. 10. P. 392–404.
5. *Byspectral* index (BIS) – новая идеология в решении старой проблемы / В. Л. Виноградов, В. В. Лихванцев, В. В. Субботин и др. // *Анестезиология и реаниматология.* 2002. № 1. С. 49–53.

Материал поступил в редколлегию 01.03.2008

A. Yu. Patrushev, A. N. Babko, V. V. Morozov, O. I. Kalmykova

Bispectral Index: the Modern Approach to an Estimation of Adequacy of Anaesthesia

Own experience of use bispectral index for the purpose of an estimation of adequacy spent anaesthe-
siological grants is resulted at laparoscopic operations on bodies of a belly cavity and a small basin.
The anaesthesiological grant was spent on a basis low flow anesthetics sevofluran, being adequate
method of anaesthesia at laparoscopic operations that is confirmed by registration bispectral index and
indicators of central haemodynamics.

Keywords: bispectral index, electroencephalography, low flow anaesthesia, sevofluran.