

ГЛАВА 7

СОВРЕМЕННЫЙ МОНИТОРИНГ ПРИ АНЕСТЕЗИИ. ПОДГОТОВКА РАБОЧЕГО МЕСТА АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОЙ БРИГАДЫ

Во время анестезии в ряде случаев возникают грозные осложнения, вплоть до остановки сердца, из-за гипоксии вследствие своевременно незамеченного нарушения ИВЛ, разгерметизации системы аппарат ИВЛ—больной и других причин. Поэтому важно осуществлять мониторинг во время анестезии: за работой аппарата ИН и ИВЛ, его параметрами; за состоянием жизненно важных органов и систем организма больного.

Основы мониторинга во время анестезии и подготовки рабочего места анестезиологической бригады изложены в учебнике «Анестезиология и реаниматология», вопросы теории и практика по этому разделу предусмотрены при первичной специализации. В данной главе будут представлены лишь некоторые важные особенности современного мониторинга во время анестезии и подготовки рабочего места анестезиологической бригады.

Мониторинг при анестезии

Во многих странах мира во время анестезии, также как и при интенсивной терапии, строго соблюдается стандарт минимального мониторинга, что должна учитывать медсестра-анестезист при подготовке рабочего места анестезиологической бригады. Аналогичный стандарт используется при оказании анестезиологической помощи в военных лечебных учреждениях в соответствии с директивой начальника ГВМУ МО РФ от 24 февраля 1997 г. № 161/ДМ-2 («О мерах по обеспечению безопасности больных во время анестезии, реанимации и интенсивной терапии»).

Мониторинг оксигенации и вентиляции во время анестезии. Пульсоксиметрия. В первую очередь необходимо наблюдать за оксигенацией больного с помощью пульсоксиметрии, так как гипоксия — одна из основных причин остановки сердца во время анестезии, а клинические симптомы даже гипоксемии появляются поздно. Поэтому очень важно использовать мониторинг за более

информативными показателями, в частности за насыщением гемоглобина артериальной крови кислородом, определяемого с помощью пульсоксиметра (SpO_2).

Пульсоксиметрия позволяет своевременно выявить нарушение оксигенации в легких, гипоксемию ($SpO_2 < 94\%$) до, во время и после анестезии. *Постоянный мониторинг оксигенации можно обеспечить лишь в случае включения тревоги на снижение SpO_2 до 94 %.*

Контроль концентрации кислорода в дыхательной смеси.

Стандарт минимального мониторинга во время анестезии предусматривает непрерывный контроль концентрации кислорода в дыхательной смеси (FiO_2), что позволяет поддерживать рациональное содержание кислорода во вдыхаемой смеси во время анестезии с использованием закиси азота и при других ситуациях.

Оценка вентиляции. Капнография позволяет своевременно выявить нарушение вентиляции:

– гиповентиляцию – увеличение концентрации (парциального давления) CO_2 в конечно-выдыхаемом воздухе ($FetCO_2 > 6,4\%$, $PetCO_2 > 44$ мм рт. ст.);

– гипервентиляцию – $FetCO_2 < 4,9\%$, $PetCO_2 < 34$ мм рт. ст.;

– неравномерность вентиляции (угол наклона альвеолярного плато капнограммы – $\angle CO_2 > 7^\circ$).

Во время анестезии ИВЛ должны проводить в большинстве случаев в режиме нормовентиляции – $FetCO_2 = 4,9–6,4\%$, $PetCO_2 = 34–44$ мм рт. ст.

Во время анестезии динамический контроль парциального давления углекислого газа во вдыхаемой газовой смеси ($PiCO_2$) позволяет оценивать качество работы поглотителя CO_2 .

Волюмоспирометрия. При анестезии в условиях ИВЛ, если отсутствует капнограф, объем вентиляции контролирует медицинская сестра по минутному объему дыхания больного (V_E), измеряемому с помощью волюметра, который устанавливается в дыхательном контуре на пути выдоха.

Нередко при отсутствии капнографа должную минутную вентиляцию легких анестезиолог-реаниматолог устанавливает на основании формулы Т. М. Дарбиняна (масса тела/10 + 1), или ориентируясь на собственный опыт и на используемый аппарат, который к тому же не всегда перед анестезией проверяется на исправность (не проводится метрологическая проверка средств измерений аппарата ИВЛ). Такой подход приводит часто к выраженной гипервентиляции, а тактика является неправильной, так как даже кратковременная искусственная гипервентиляция может привести к серьезным последствиям.

Для проведения ИВЛ в режиме нормовентиляции целесообразно должную минутную вентиляцию при ИВЛ во время адекватной анестезии рассчитывать по следующей формуле:

$$\dot{V}_E = [60 (70) \text{ мл} \cdot \text{кг должной массы тела}],$$

где V_E — расчетная минутная вентиляция легких при адекватной анестезии, мл/мин; 60 мл — для аппарата типа «Фаза-5» и современных зарубежных аппаратов; (70) мл — для аппаратов типа РО; кг — должная масса тела: для мужчин она равна росту (см) — 100, а для женщин — роста (см) — 105.

При эндоскопических лапароскопических операциях с использованием карбоперитонеума при давлении в брюшной полости около 12 мм рт. ст. минутную вентиляцию увеличивают примерно на 15–20 % от расчетной, так как введенный углекислый газ из брюшной полости диффундирует в кровь и для выведения его из организма требуется дополнительная вентиляция.

Например, при лапоратомии для мужчины 80 лет, рост 170 см, масса тела 90 кг при ИВЛ аппаратом «Фаза-5»:

$$\dot{V}_E = (170 - 100) \cdot 60 = 4200 \text{ мл/мин},$$

а при проведении у него же эндоскопической лапароскопической операции с использованием карбоперитонеума:

$$\dot{V}_E = [(170 - 100) \cdot 60] + (4200/100 \cdot 20) = 4200 + 840 = 5040 \text{ мл/мин}.$$

Герметичность системы «аппарат ИВЛ—больной» контролируют по давлению, измеряемому посредством моновакуумметра или на дисплее по показаниям соответствующих датчиков давления в современных аппаратах, а также по разнице ($\dot{V}_i - \dot{V}_e$) или $[(V_{ti} - V_{te}) \cdot f]$.

(!) Во время анестезии медсестра, наблюдая за наиболее информативными показателями, осуществляет постоянный мониторинг за адекватностью дыхания (ИВЛ), прежде всего за оксигенацией (FiO_2 и SpO_2) и вентиляцией ($PetCO_2$, $\angle CO_2$, \dot{V}_i и \dot{V}_e).

Мониторинг кровообращения в основном осуществляют по показателям периферической (иногда центральной) гемодинамики, показатели которых и методика мониторинга представлены в гл. 4.

Мониторинг микроциркуляции. Микроциркуляция во время анестезии и интенсивной терапии оценивается в основном с помощью пульсоксиметра по данным формы и величины подъема плетизмограммы. Так, например, при стрессе вследствие неадекватной премедикации или неадекватной анестезии, охлаждении пациента (при спонтанной или «наведенной» гипотермии), боли и кровопотере микроциркуляция ухудшается, и плетизмограмма по своей высоте резко уменьшается (рис. 7.1).

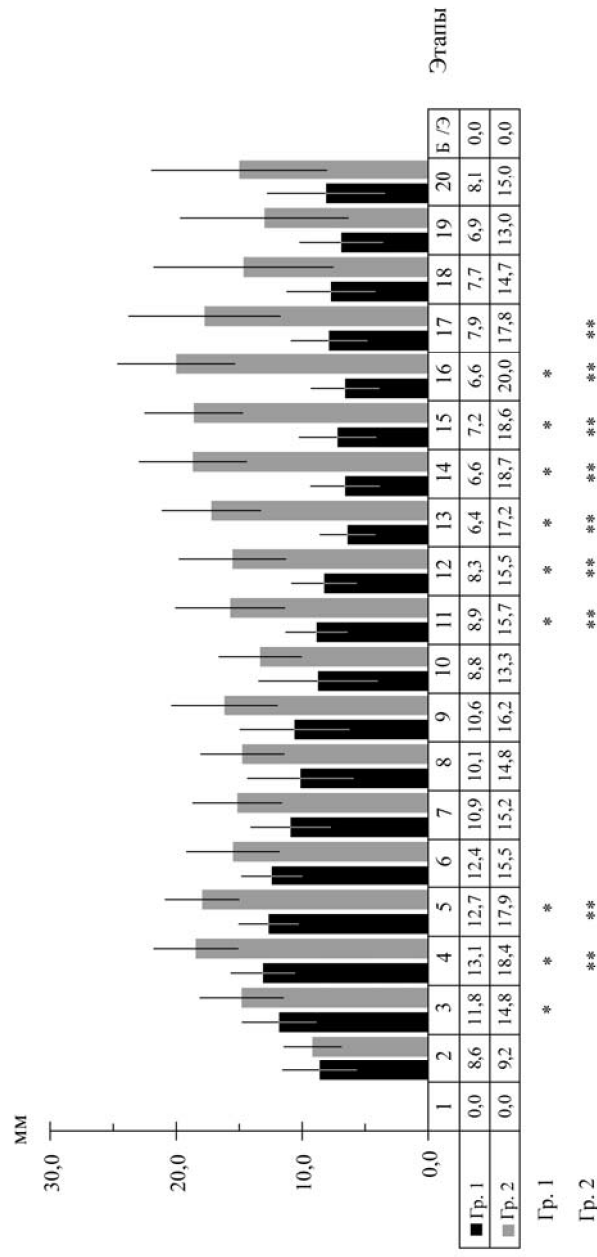


Рис. 7.1. Изменение средних величин ($M \pm m \cdot t_{95}$) плевтизограммы при нейрохирургических операциях во время анестезии (этапы 2–11) и в ближайшем послеоперационном периоде (этапы 13–20) у больных без сопревания (Гр. 1) и при использовании нагревательного устройства «БИОТЕРМ 5-У» (Гр. 2). * $p < 0,05$ при сравнении с исходными данными в операционной (этап 2); ** $p < 0,05$ при сравнении между группами 1 и 2

На рис. 7.1 видно, что во время анестезии высота плетизмограммы возрастает, так как анестезия предупреждает реакцию организма на охлаждение и операционную травму, и используемые во время анестезии средства вызывают вазоплегию. В послеоперационном периоде, когда анестезиологическая защита не полноценна, микроциркуляция ухудшается по сравнению с пациентами, у которых использовали согревающее устройство.

Все же при использовании пульсоксиметра, для исключения ложных результатов, медсестра-анестезист должна тщательно соблюдать основные положения методики оценки микроциркуляции по плетизмограмме:

- датчик пульсоксиметра накладывать лучше на палец той конечности, которая располагается на уровне сердца, особенно важно это учитывать при операциях в положении полусидя (табл. 7.1);
- в процессе исследования следить за положением датчика на пальце, чтобы он прилегал к пальцу полностью, а не частично;
- предупреждать сдавление пальцев конечности (так как от долгого сдавления капилляров может измениться величина плетизмограммы и результат не будет достоверным);
- следить за тем, чтобы конечности были укрыты, так как при их раскрытии местное охлаждение пальца вызывает спазм микрососудов и плетизмограмма отражает лишь микроциркуляцию охлажденной кисти.

Таблица 7.1

Изменение плетизмограммы на пальце руки и ноги в зависимости от положения пациента на операционном столе: горизонтальное (этапы 2–4 и 10–13) и полусидя (этапы 5–9)

Этап	Температура в подмышечной впадине (T_1)	Температура в межпальцевом промежутке ноги (T_2)	Градиент температуры ($T_1 - T_2$)	Плетизмограмма на ноге	Плетизмограмма на руке
2	34,5	30,7	3,8	1,0	5,0
3	35,2	30,5	4,7	2,0	5,0
4	35,2	33,4	1,8	17,0	8,0
5	35,2	34,8	0,4	18,0	8,0
6	35,0	34,5	0,5	12,0	0,5
7	34,9	34,3	0,6	18,0	5,0
8	34,9	33,8	1,1	11,0	5,0
9	34,9	33,9	1,0	11,0	5,0
10	35,0	32,8	2,2	13,0	15,0
11	35,3	32,9	2,4	0,1	3,0
12	35,3	32,9	2,4	0,1	23,0
13	34,4	34,4	0	6,0	22,0

Кроме плетизмограммы для оценки микроциркуляции используют симптом белого пятна, почасовой диурез и температурный градиент между центральной и периферической температурой. Для упрощения методики мониторинга можно определять градиент температуры в подмышечной впадине и в межпальцевом промежутке ноги (рис. 7.2).

Градиент температуры между подмышечной областью и межпальцевым промежутком ноги ($T_1 - T_2$) при поступлении в операционную был увеличен (7,5 и 6,7 соответственно в 1-й и во 2-й группах). Во время анестезии через 1 ч он существенно уменьшился до 3,6 и 0,5 соответственно в 1-й и во 2-й группах. Во 2-й группе градиент снижался быстрее и в большей степени по сравнению с 1-й группой. При этом после 4 ч анестезии и операции в 1-й группе он начал повышаться, а во 2-й — оставался на прежнем уровне. В конце операции и в ПИТ в 1-й группе он существенно возрастал, и только через 4 ч нахождения в ПИТ начинал снижаться. Во 2-й группе отмечена лишь незначительная тенденция к увеличению до 0,9 в течение первых 30 мин нахождения в ПИТ, а в дальнейшем градиент снижался почти до 0. Лишь при снятии матраса он вновь начинал возрастать. При этом, начиная с 15 мин анестезии в течение всего интра- и послеоперационного периода, было существенное различие градиента температур между группами.

Из всех четырех показателей наиболее информативным оказался градиент температуры в подмышечной впадине (T_1) и в межпальцевом промежутке ноги (T_2) (рис. 7.3).

Микроциркуляцию можно определять путем **определения величины мощности микровибрационного фона покоя (ММФП)** с помощью отечественного тремографа после серийного выпуска его модификации. Предварительные исследования показали, что у практически здоровых женщин в возрасте от 20 до 40 лет наибольшая ММФП на лбу, с последующим снижением на щеках, предплечьях, голених и наименьшие величины на стопах; на симметричных участках тела нет существенных различий в величинах показателей ММФП (табл. 7.2). У тяжелых пациентов этот показатель существенно изменяется по величине и на симметрических участках он разный.

Мониторинг нервно-мышечной передачи включен в ряд стран в стандарт минимального мониторинга во время анестезии. Для объективной оценки нервно-мышечной проводимости кроме клинических признаков (поднятие и удержание головы в течение 5—10 с и др.) используют в настоящее время три основных метода:

1) механомиография (ММГ) — измерение механических мышечных ответов, вызванных стимуляцией локтевого нерва;

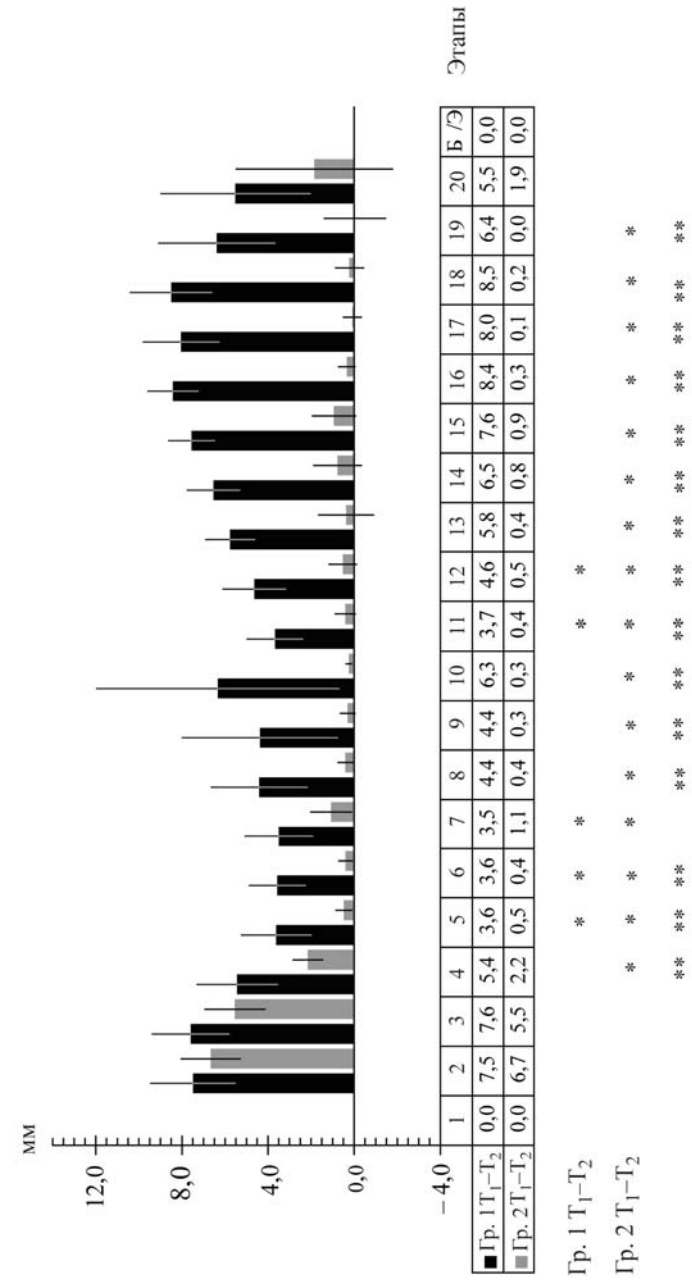


Рис. 7.2. Изменение средних величин градиента температуры (Т₁ – Т₂) при нейрохирургических операциях во время анестезии (этапы 2–11) и в ближайшем послеоперационном периоде (этапы 13–20) у больных без согревания (Гр. 1) и при использовании нагревательного устройства «БИОТЕРМ 5-У» (Гр. 2)
 * $p < 0,05$ при сравнении с исходными данными в операционной (этап 2); ** $p < 0,05$ при сравнении между группами 1 и 2

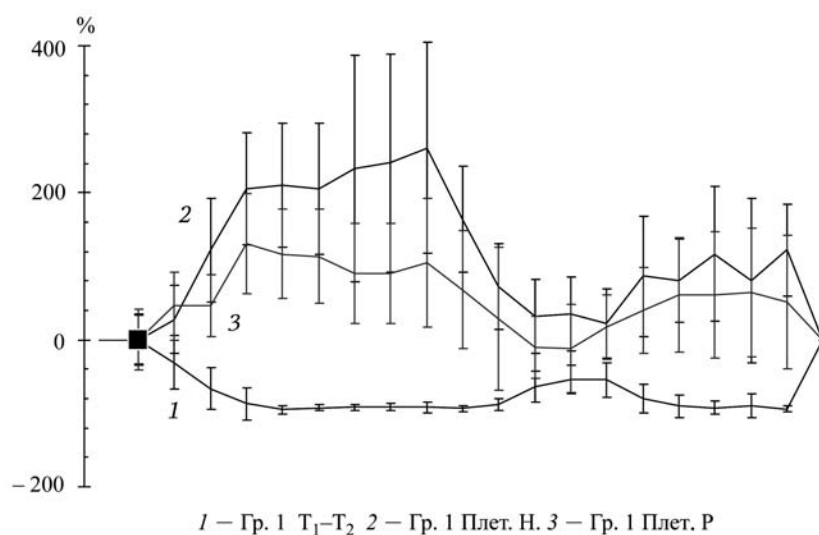


Рис. 7.3. Изменение средних величин плетизмограммы пальца ноги и руки, температурного градиента (верхняя, средняя и нижняя кривая соответственно) при нейрохирургических операциях во время анестезии и в ближайшем послеоперационном периоде у больных при использовании согревающего матраца

Таблица 7.2

**Мощность микровибрационного фона покоя (ММФП)
у практически здоровых женщин
в зависимости от места исследования**

Регион исследования	Средние величины показателей ММФП (усл. ед.)
Лоб	245 ± 4,9
Щека правая	156 ± 2,3
Щека левая	156 ± 2,7
Предплечье правое	151 ± 2,3
Предплечье левое	157 ± 2,9
Голень правая	143 ± 3,3
Голень левая	135 ± 3,1
Стопа правая	94 ± 0,9
Стопа левая	94 ± 1,0

2) электромиография (ЭМГ) — измерение вызванных электрических мышечных ответов в ответ на стимуляцию периферического нерва;

3) акцелеромиография (АкцМГ) — измерение ускорения, возникающего при сокращении мышцы вследствие стимуляции периферического двигательного нерва.

В практике анестезиолог-реаниматолог в основном применяет простой и довольно точный метод — акцелерометрию, которая впервые применена в 1987 г. Мониторинг можно осуществить с помощью простого и надежного монитора «TOF-GUARD» фирмы «Organon Teknika» (Нидерланды) (рис. 7.4).

Монитор небольшой по размерам (195 × 85 × 35 мм) и мало весит (550 г с двумя батарейками), удобный дизайн. В мониторе имеется дисплей на жидких кристаллах. На дисплее видны все графические и цифровые данные. Графика в реальном масштабе времени показывает последнее сокращение одновременно с тремя предыдущими. На графическом дисплее каждое из TOF-сокращений может быть зарегистрировано. На дисплее с помощью температурного сенсора можно контролировать температуру кожных покровов над сокращающейся мышцей, при падении температуры кожных покровов ниже 32 °С появляется предупреждение. В мониторе имеются часы и хронометр, с помощью которых на дисплее отражается окончание времени после запуска аппарата и при переключении хронометра, например при введении релаксанта (второе время). С помощью считывающего устройства «Card Reader» (для считывания информации с дискеты памяти) вся информация, сохраненная на диске памяти (на нем автоматически можно записать 3–15 ч графической и циф-

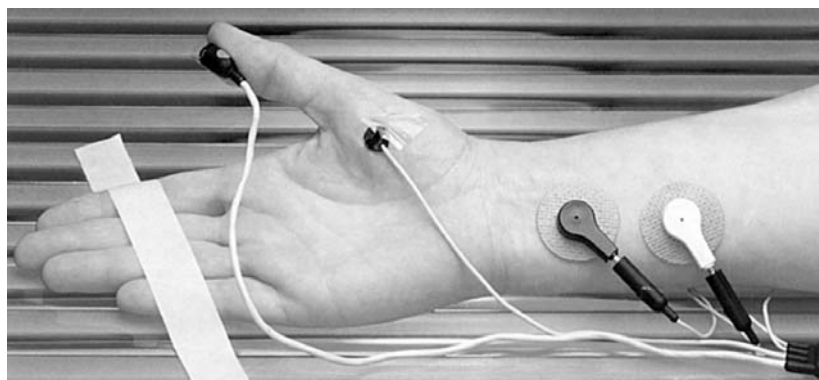


Рис. 7.4. Акцелерограф «TOF-GUARD» голландской фирмы «Organon Teknika»

ровой информации о пациентах), может быть выведена на персональный компьютер. Он позволяет проводить точное и объективное наблюдение всех уровней релаксации: время для интубации, хирургический и глубокий блок, двойной блок, время введения антагонистов, время экстубации, остаточную релаксацию. Монитор позволяет проводить все применяемые на сегодняшний день режимы стимуляции, имеется возможность выбора автоматического или ручного режима работы. Очень глубокий уровень релаксации можно легко контролировать с помощью автоматического РТС-режима. Ускоряющийся трансдюсер, накладываемый на кончик первого пальца, позволяет быстро и точно наблюдать за мышечным сокращением. Работа монитора осуществляется от двух батареек 9 В с автоматической индикацией уровня заряда батареек. Так как батарейки сравнительно часто приходится менять, мы используем аккумуляторные батарейки НИКА, которые периодически подзаряжаются от электросети с помощью специального устройства. Аппарат контролируется микропроцессором. Выходная мощность: постоянный ток — 0—60 мА, монофазный импульс 200 или 300 мкс.

В последние годы «TOF-GUARD» не используют, вместо него стали применять небольшие по размеру, легкие в использовании и имеющие разнообразные возможности для мониторинга различные модели «TOF-Watch»:

«**TOF-Watch**» (рис. 7.5) — это основной прибор из серии TOF-watch, который подходит для обычного мониторинга во время хирургических вмешательств.

«**TOF-Watch S**» (рис. 7.6) — усовершенствованная модель, которая в основном подходит для использования в отделениях интенсивной терапии. Этот прибор позволяет установить временные интервалы (от 1 до 60 мин) между Train— Of—Four-стимуляциями, что помогает осуществлять безопасное и экономичное управление нервно-мышечным блоком.

«**TOF-Watch SX**» — самый усложненный вариант из серии TOF-Watch, соединяющий в себе свойства других моделей. Подходит для использования как в операционной, так и в отделении интенсивной терапии. Кроме того, он наиболее полно соответствует направлениям GCP (Good Clinical Practice), а поэтому может быть использован для клинических исследований. Дополнительный сенсор позволяет измерять температуру



Рис. 7.5. Монитор «TOF-Watch»

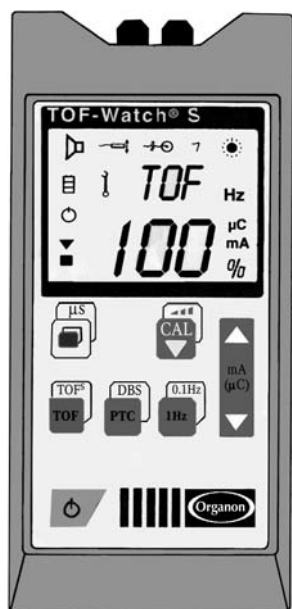


Рис. 7.6. Монитор «TOF-Watch S»

Предупреждения:

Нельзя применять к пациентам с сердечным водителем ритма.

Стимулирующие электроды должны быть покрыты изолирующим материалом.

Не использовать вблизи коротковолнового и микроволнового оборудования.

Пациенты с параличом Белла и миастенией не дают адекватного отклика на стимуляцию.

Не использовать оборудование, не входящее в комплект «TOF-Watch».

Методика нейростимуляции. Местом нейростимуляции чаще всего является локтевой нерв (*m. adductor pollicis*), трансдюсер фиксируют на дистальной фаланге большого пальца; реже — лицевой нерв (*m. orbicularis oculi*), тензодатчик фиксируют на верхней части брови — в таком положении в большей степени приближаются данные к результатам восстановления нервно-мышечной проводимости диафрагмы, или заднеберцовый нерв (*m. flexor hallucis brevis*), датчик

кожи. Измеренные данные могут быть загружены в компьютер, поддерживающий «TOF-Watch SX Monitor program» с помощью оптоволоконного соединения.

«TOF-Watch SX Monitor program» — компьютерная программа, предоставляющая разнообразные данные, связанные с измерениями, которые записываются во время использования «TOF-Watch SX». Данные можно редактировать, но так, чтобы все изменения были понятны при проверке (GCP). Доступны хранение, печать и передача данных в другие программы.

Фирма «Fisher&Paykel» выпускает мониторы контроля нервно-мышечной проводимости и определения нахождения нервных окончаний для проведения регионарной анестезии: NS232, NS242, NS252, NS272.

Монитор позволяет контролировать: время для интубации, хирургический блок, глубокий блок, время введения антагонистов, проверку пациента на остаточную кураризацию.

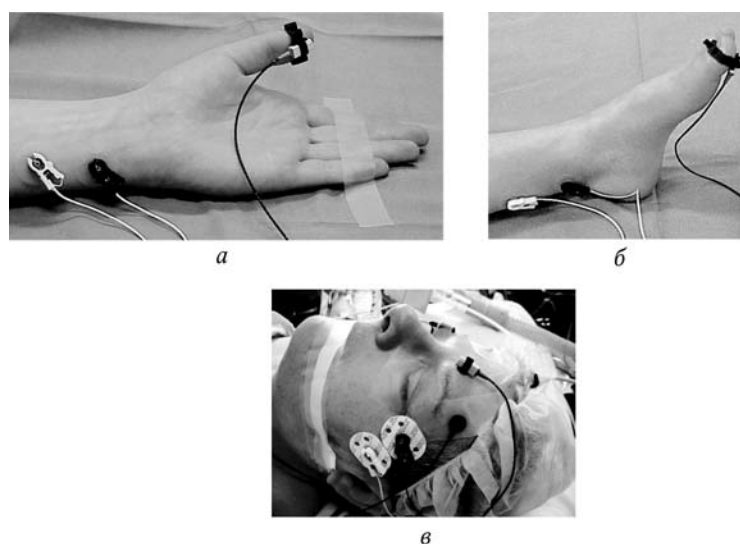


Рис. 7.7. Различные места крепления датчика для оценки нервно-мышечной проводимости:

a – *m. adductor pollicis*; *б* – *m. flexor hallucis brevis*; *в* – *m. orbicularis oculi*

накладывают на дистальной фаланге большого пальца ноги (рис. 7.7).

Для стимуляции локтевого нерва лучше всего крепить электроды на ладонной стороне запястья. Кожа должна быть хорошо очищена спиртом перед наложением электродов. Если супрамаксимальный ответ не может быть получен посредством плоских электродов, можно применить игольчатые. Дистальный электрод располагают на 1 см проксимальнее точки пересечения складки от сгибания запястья и сухожилия (*musculus flexor carpi ulnaris*). Проксимальный электрод располагают на 2–3 см выше дистального электрода. При данном расположении электродов электростимуляция вызывает только сгибание большого пальца. Если активный отрицательный электрод расположен на запястье, а проксимальный положительный – на локтевом сгибе (иногда предпочтителен у маленьких детей), можно получить максимальный ответ. Полярность электродов не имеет большого значения при близком расположении электродов друг к другу на тыльной поверхности запястья. Следует учитывать, что время начала блока короче для диафрагмы, чем для *m. adductor pollicis*, и диафрагма быстрее других периферических мышц восстанавливается после паралича. Поэтому следует иметь в виду, что даже полное исключение ответа на однократную и TOF-стимуляцию

не гарантирует от возможных движений диафрагмы, таких как икота, кашель. РТС-стимуляция позволяет более объективно оценить интенсивность блокады. Во время восстановления нервно-мышечной проводимости, когда тонус *m. adductor pollicis* удовлетворителен ($\text{TOF} > 0,7$), можно с уверенностью сказать, что в диафрагме нет остаточных явлений нервно-мышечного блока.

Нейростимулятор подключают к пациенту перед введением в анестезию, при этом кисть, за исключением большого пальца, на котором закреплен трансдюсер, с выпрямленными пальцами прикрепляется к лонгете. Большой палец должен быть свободным, не прижат, например, одеялом при наблюдении за больным в палате интенсивной терапии. Монитор включают во время сна пациента и при выключении у него сознания. Сначала, до применения супрамаксимального импульса для стимуляции, может быть использован однократный режим на частоте 1,0 Гц. Убедившись в супрамаксимальности стимуляции, нейростимулятор изменяют на режим TOF (или на 0,1 Гц — однократную стимуляцию). После получения контрольного ответа на стимуляцию вводят миорелаксант. Оптимальные условия для интубации создаются через 30–60 с после исчезновения ответа на TOF-стимуляцию.

После введения в достаточной дозе недеполяризующего миорелаксанта в TOF-записи можно выделить три фазы нервно-мышечной блокады (рис. 7.8).

1. Интенсивная (полная) блокада — «период отсутствия ответа», так как нет реакции ни на TOF, ни на однократную стимуляцию.

2. Умеренная, или хирургическая, блокада начинается при появлении первого ответа на стимуляцию (блокада = 90–95 %). При наличии одного—двух ответов релаксация удовлетворительна для

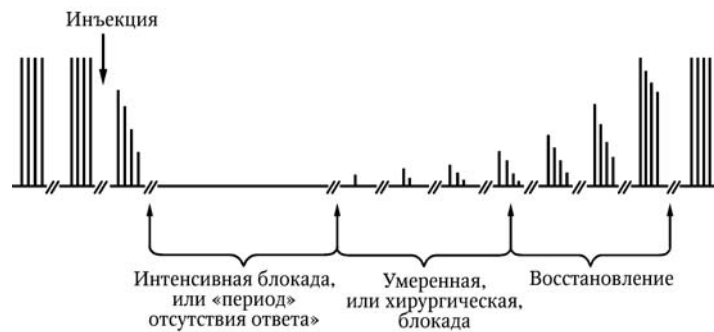


Рис. 7.8. График изменений ответов на TOF-стимуляцию в течение недеполяризующего мышечного блока (Viby-Mogensen J., 1985): интенсивная блокада, или «период отсутствия ответа», умеренная, или хирургическая, блокада и восстановление

большинства операций. Однако в связи с меньшей чувствительностью дыхательных мышц (включая диафрагму) к миорелаксантам, по сравнению с периферическими мышцами, больные могут дышать, икать и даже кашлять при депрессии сократимости недеполяризующими миорелаксантами на 90 % (один ответ на TOF). Поэтому для уверенности в параличе диафрагмы во время операции блокаду нужно поддерживать в такой степени, чтобы РТС применительно к большому пальцу был равен нулю.

3. Восстановление начинается с появления четвертого ответа TOF (нейромышечный блок в пределах 60–85 %): при TOF = 0,4 и менее пациент не в состоянии поднять руку или голову; при TOF = 0,6 он может поднять голову на 3 с, но сила вдоха часто оказывается недостаточной; при TOF = 0,7–0,75 больной может широко открыть глаза, удовлетворительно покашлять и поднять голову на 5 с; при значениях TOF = 0,8 и более жизненные возможности и сила вдоха в пределах нормы. Между TOF-индексом и клиническими критериями существует связь.

При использовании деполяризующих миорелаксантов у пациентов с нормальной активностью холинэстеразы плазмы амплитуда ответов на все 4 стимула одинакова (рис. 7.9), т. е. ответ на TOF или тетаническую стимуляцию не «увядал», не наблюдалось посттетанического облегчения проводимости.

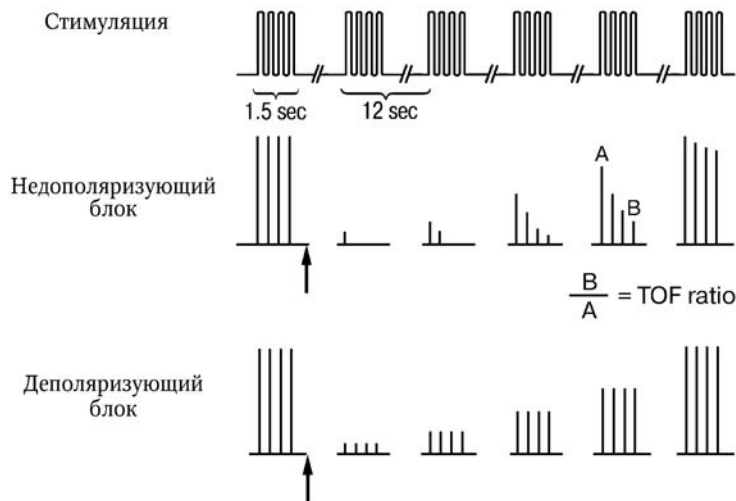


Рис. 7.9. Полученный мышечный ответ при TOF-режиме нейростимуляции перед и после инъекции недеполяризующего (Non-dep.) и деполяризующего (Dep.) миорелаксанта (указано *стрелками*) (Viby-Mogensen J., 1984)

В тех случаях, когда регистрирующее устройство отсутствует, информацию о нервно-мышечном блоке можно получить клинически: оценивается ответ мышцы «на глаз» или по ощущениям.

Запись *акцелеромиографии (АкцМГ)* вызывает некоторые трудности и не всегда отражает истинный нейромышечный блок. В частности, при неправильном расположении электродов и неправильной фиксации руки, при изменении температуры и разрядке батарей. В связи с этим необходимо соблюдать ряд условий:

- для обеспечения супрамаксимальной стимуляции — правильно очистить кожу, расположить электроды, зафиксировать их и руки (при неправильном расположении датчика на экране монитора появится сообщение «Err 2: skin resistance too high» — ошибка 2: кожное сопротивление слишком велико (более 5 кОм), или Err 4 — сигнал трансдюсера слишком велик (чем ближе к кончику пальца разместить датчик, тем сильнее получаемый сигнал);

- для предупреждения снижения нервной проводимости — предотвратить охлаждение конечности, с которой снимают данные (оптимальной считают температуру 32–33 °С);

- когда возможно, ответ на нейростимуляцию должен быть проверен с помощью ощущений, а не «на глаз»;

- следует помнить о различной чувствительности различных групп мышц к миорелаксантам;

- элементы питания менять при значениях напряжения тока менее 7 В, которое можно своевременно выявить при нажатии кнопки контроля напряжения.

Декураризацию (прекращение недеполяризующего нейромышечного блока) не должны применять до появления двух, но предпочтительно четырех ответов на ТОФ-стимуляцию, которые можно

почувствовать, или до появления ясных клинических синдромов возвращения нейромышечной функции. Тактильного определения ответа на ТОФ-стимуляцию недостаточно для исключения остаточного нейромышечного блока. Большей чувствительности можно достигнуть при применении двухразрядного режима стимуляции.

Отечественной фирмой «Диамант» разработан монитор нервно-мышечного блока (МНМБ). Двухлетний опыт его апробации и доработки, а также успешно проведенные клинические испытания показали, что окончательная модель (рис. 7.10) позволяет более



Рис. 7.10.
Монитор нервно-мышечного блока «Диамант»

широко использовать акцелеромиографию в клинической практике и для научных исследований. Это достигается следующими путями:

- При подключении зажимов проводов устройства (стимулятора) к электродам исключается необходимость их цветовых различий и подсоединения красного режима только проксимально, а черного — дистально.

- Данные исследования регистрируются в виде таблицы и графического изображения с пометками вводимого препарата (например, миорелаксанта) и события (например, интубация, экстубация) в соответствии с реальным временем суток на «Flesh-карте». Их легко и быстро можно перенести в компьютер, и после обработки, просмотра и занесения текстового заключения они легко доступны для хранения в архиве, печатания и передачи данных в другие программы.

- Возможно проведение исследования у пациентов без предварительного медикаментозного воздействия (аналгезии и седации), что достигается в режиме одноразрядной стимуляции (*ST*) путем постепенного увеличения с 0 мА силы импульса до определенного FNMP, выбора индивидуальной достаточной пороговой ответной реакции, не вызывающих болевого дискомфорта у пациента. Это позволяет использовать АкЦМГ для оценки нервно-мышечной проводимости как при использовании мышечных релаксантов, так и у больных (например, при миастении) без предварительного медикаментозного воздействия (аналгезия, седация).

Акцелеромиографию нужно использовать для уверенности анестезиолога в том, что все больные получают оптимальное лечение, особенно в следующих случаях:

- при необычных фармакокинетических характеристиках миорелаксанта (тяжелые заболевания печени или почек, тяжелом общем состоянии, у стариков и детей);

- при наличии изменений фармакодинамики (тяжелая миастения и миастеническом синдроме, другие нейромышечные заболевания);

- при желании избежать фармакологической декураризации (при серьезных заболеваниях сердца или бронхиальной астме);

- при предполагаемой длительной операции;

- при нейромышечной блокаде, полученной длительным введением миорелаксанта;

- при необходимости максимального восстановления после операции мышечной силы (тяжелые заболевания легких, выраженное ожирение).

- знание ответа мышцы на стимуляцию нерва позволяет получить полезную информацию во время и после анестезии (рис. 7.11–7.15):

- оптимальное время для интубации трахеи и экстубации;

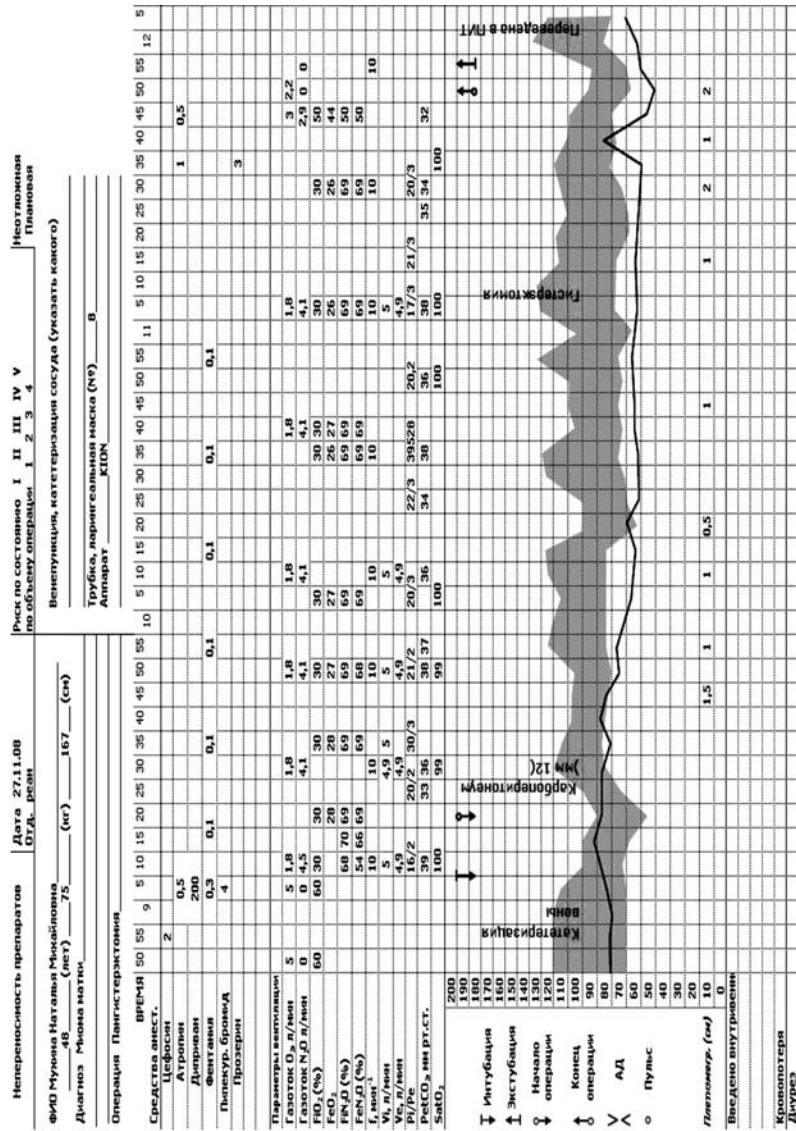


Рис. 7.11. Данные наблюдения пациентки М. При поступлении в клинику

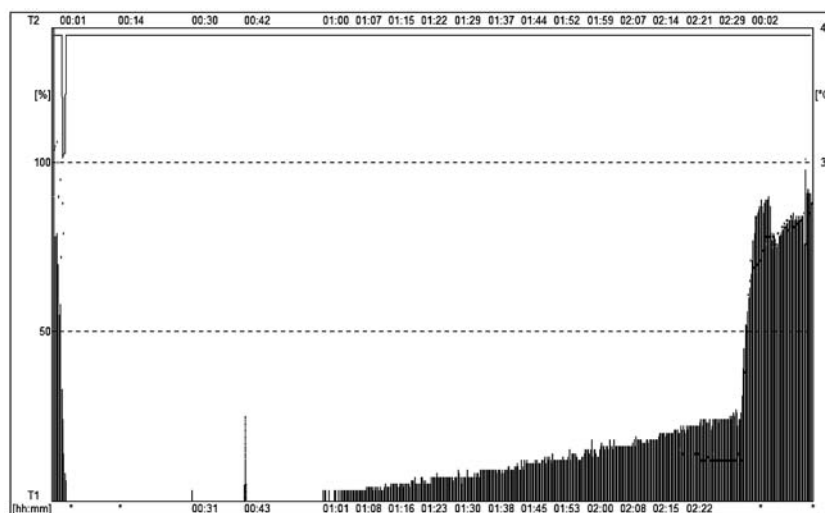


Рис. 7.12. Акселеромиограмма больной М. (TOF-GUARD) при лапароскопической пангистерэктомии (2 ч 30 мин) в условиях комбинированной анестезии с применением 0,06 мг/кг пипекурония бромид (ардуан). Спустя 2 ч 30 мин после введения пипекурония бромид за 4 мин до конца операции на фоне Tw1/TOF = 24/12 % произведена декураризация (атропин 1,5 мг; прозерин 3 мг), и через 12 мин после окончания операции при Tw1/TOF = 88/88 % произведена экстубация. Сознание ясное, дыхание атмосферным воздухом адекватное (SaO₂ = 98 %)

- точную дозу миорелаксанта для обеспечения нейромышечного блока;
- наилучший момент для устранения блокады;
- своевременно и точно оценить степень остаточного постоперационного нервно-мышечного блока и облегчить лечение остаточной миоплегии.

Наблюдение. Пациентка М., 48 лет, поступила в клинику акушерства и гинекологии 24.11.2008 г. Диагноз: Множественная миома матки, субмукозный узел. Аденомиоз. Полип цервикального канала. Метроррагия. Кистозное изменение правого яичника. Атеросклеротический кардиосклероз.

27.11.2008 г. операция: лапароскопия; адгезиолизис; пангистерэктомия; общая комбинированная анестезия с интубацией трахеи и ИВЛ. Риск по ASA II/3, риск ТЭО высокий.

Премедикация: Накануне вечером: фенобарбитал 100 мг *per os*, сибазон 10 мг *per os*. В день операции: сибазон 10 мг *per os*, кетопрофен 100 мг в/м, промедол 20 мг в/м.

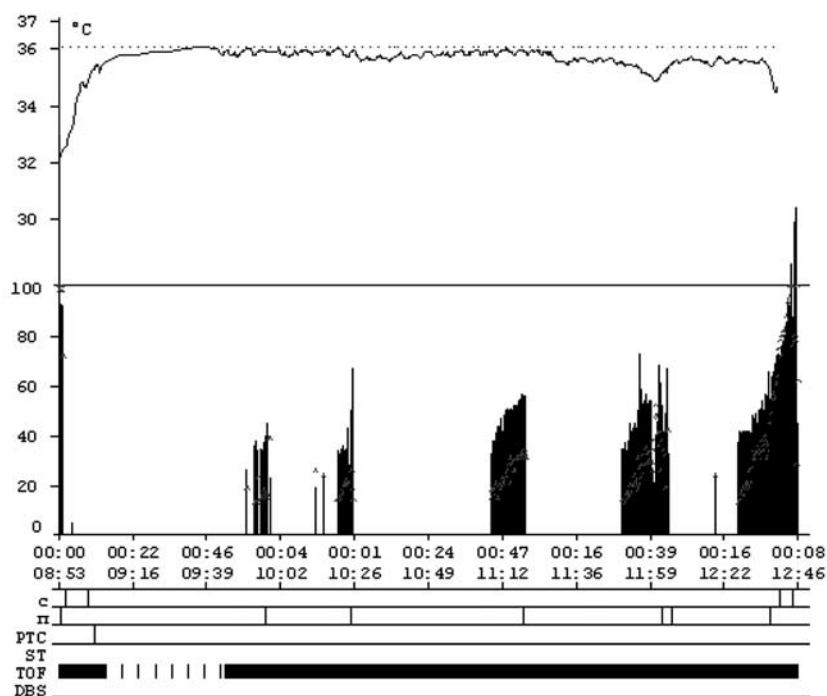


Рис. 7.13. Акцелеромиограмма (МНМБ) при 5-кратном использовании рокурония бромида

За 3 мин до конца операции на фоне $Tw1/TOF = 55/19\%$ произведена декураризация (атропин 1 мг, прозерин 2 мг) и через 3 мин 45 с после операции при полном восстановлении нервно-мышечной проводимости ($Tw1/TOF = 97/100\%$) и сознания произведена экстубация.

Таким образом, представленные данные свидетельствуют о целесообразности использования мониторинга нервно-мышечной проводимости при анестезии с использованием миорелаксации.

Сестринский контроль при низкотоковой анестезии.

В последние годы с появлением современных аппаратов ингаляционного наркоза (таких, как «KION», «Fabius» и пр.) и анестетиков (изофлуран, севофлуран) в России более часто стали использовать общую анестезию при низком или минимальном потоках газовой смеси (кислорода с закистью азота или без нее), а в ряде случаев — закрытый дыхательный контур. Контроль адекватности вентиляции и анестезии имеет свои особенности. Медсестра-анестезист, зная их и осуществляя постоянный мониторинг за основными показателями

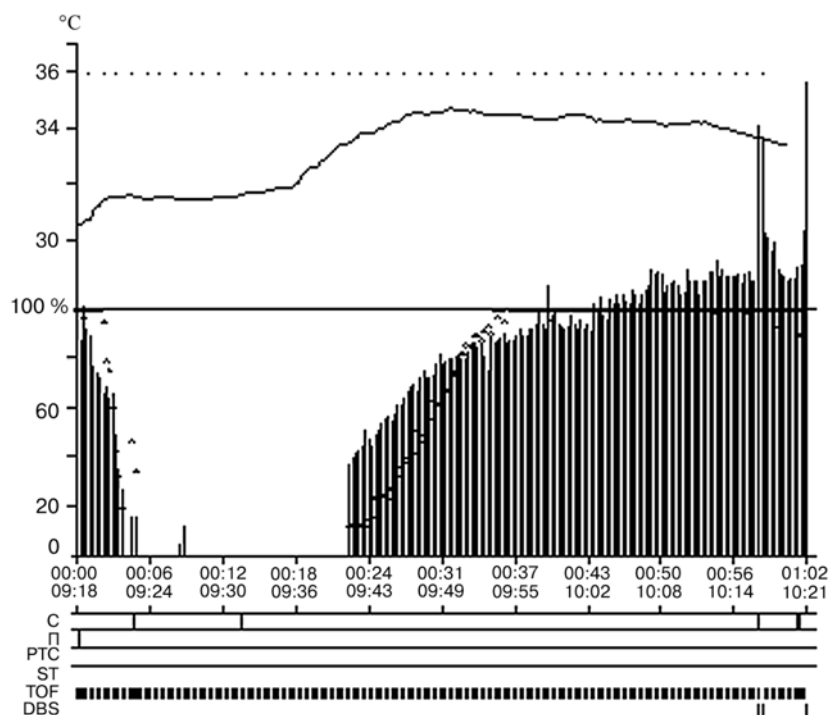


Рис. 7.14. Акцелеромиограмма (МНМБ) у больной Б. во время лапароскопической миомэктомии (45 мин) в условиях комбинированной анестезии с применением рокурония бромида 0,5 мг/кг. На фоне восстановленной нервно-мышечной проводимости за 10 мин до конца операции отключена закись азота, и на фоне восстановленного самостоятельного адекватного дыхания и сознания через 2 мин после окончания операции произведена экстубация. Гемодинамика стабильная

(регистрируя их в анестезиологической карте), может существенно помочь анестезиологу избежать возможных серьезных осложнений анестезии и юридического иска.

Особенности мониторинга и сестринского контроля при низкопоточковой анестезии. Во время вводной анестезии с использованием севофлурана, изофлурана на фоне высокого потока следует следить за концентрацией ингаляционного анестетика во вдыхаемой смеси и минимальной альвеолярной концентрацией (МАК). После наступления равновесия между вдыхаемой и выдыхаемой закисью азота (в случаях ее использования), достижения оптимального МАК анестетика (севофлурана, изофлурана) и перехода на низкий или мини-

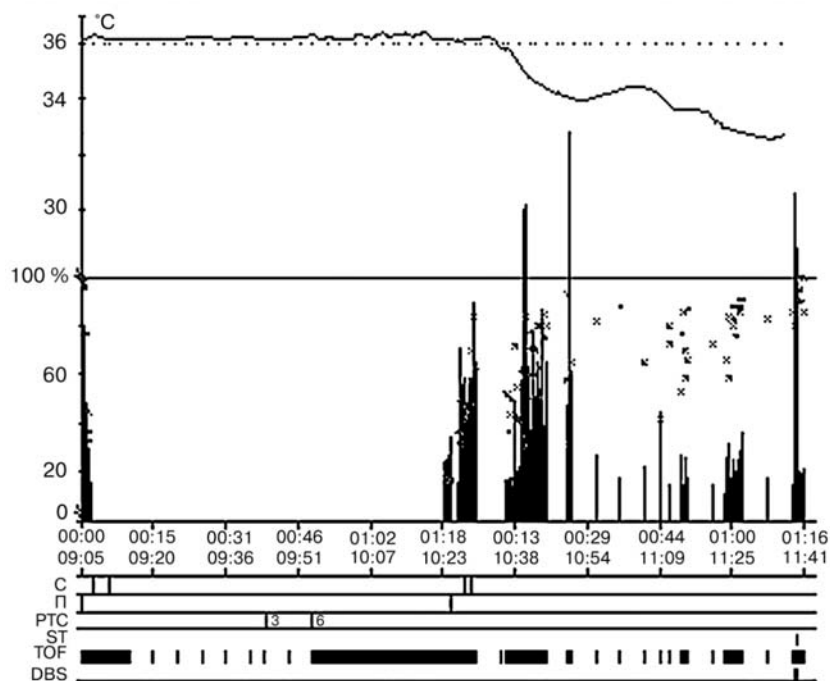


Рис. 7.15. Акцелеромиограмма (МНМБ) при использовании веропипекурония бромидом. Заключение: Спустя 1 ч 30 мин после введения веропипекурония бромидом 0,07 мг/кг за 2 мин до конца операции при Tw1/TOF= 10/2 произведена декураризация (атропин 1 мг, прозерин 2 мг) и на фоне Tw1/TOF = 58/70 % через 2 мин после окончания операции произведена экстубация. В связи с остаточным действием анестетика и миорелаксанта в течение 1 ч 15 мин проводили наблюдение за больной и кислородотерапию маской

мальный поток, медсестра-анестезист (также как и анестезиолог) осуществляет постоянный контроль минутной вентиляции пациента — \dot{V}_E (она не должна постепенно снижаться по сравнению с минутной аппаратной вентиляцией — \dot{V}_i) и вдыхаемой пациентом концентрации кислорода — F_iO_2 (а не подаваемой в аппарат — $F_{fr}O_2$). В случае постепенного снижения \dot{V}_E (рис. 7.16) следует увеличить газоток в дыхательный контур, так как при существенном снижении \dot{V}_E может прекратиться ИВЛ аппаратом KION и (или) появится гиперкапния ($PetCO_2 > 44$ мм рт. ст.), включится высокоприоритетная тревога. При снижении F_iO_2 ниже допустимого (установленного ане-

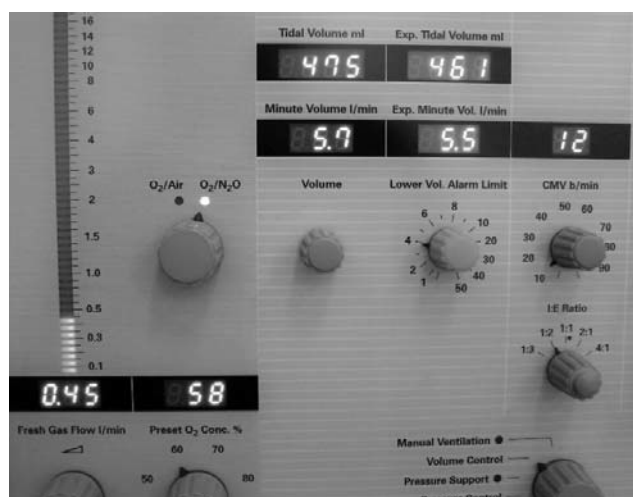


Рис. 7.16. Мониторинг минутной вентиляции легких во время анестезии с минимальным потоком газовой смеси (0,45 л/мин) с помощью аппарата «КИОН». Минутная вентиляция на вдохе 5,7 л/мин, на выдохе постепенно снизилась уже до 5,5 л/мин. Чтобы предупредить дальнейшее снижение, необходимо слегка увеличить газоток (до 0,48 или 0,5)

стезиологом) уровня, необходимо повысить F_{iO_2} , в противном случае может появиться гипоксемия, включится высокоприоритетная тревога.

(!) Таким образом, *сначала* (ранние признаки!) *уменьшаются* \dot{V}_E (при заниженном газотоке) и F_iO_2 (при заниженной подаваемой в аппарат — F_{iO_2}). Это два основных показателя, требующих особого внимания как анестезиолога, так и медсестры-анестезиста, а затем (более поздние признаки) — повышается $P_{et}CO_2$ и снижается SaO_2 .

Величину газотока для поддержания адекватной вентиляции можно определить по величине «общего газопотребления», равного объему потребляемого кислорода пациентом, + объем газопотребления датчиков газоанализатора + сброс газа при проверке аппарата на герметичность. В условиях применения закиси азота этот расчет должен проводиться при $FiN_2O = FeN_2O$.

Оценка и мониторинг адекватности анестезии. Оперативное вмешательство является выраженной формой агрессии, на которую организм отвечает комплексом сложных реакций. В их основе лежит высокий уровень нейроэндокринной напряженности, сопровождаю-

щейся выраженными сдвигами гемодинамики, изменением функций основных органов и систем и значительной интенсификацией метаболизма.

Важнейшей из задач анестезиологического обеспечения хирургических вмешательств является проведение *адекватной сбалансированной анестезии*, обязательными компонентами которой являются амнезия (утрата сознания, гипнотическое состояние), анальгезия, снижение рефлекторной активности, миорелаксация, комфортное состояние пациента. Для этого в повседневной практике анестезиологи чаще всего используют комбинации препаратов, которые взаимно потенцируют эффекты в меньших дозах и концентрациях, чем при использовании их в отдельности. При этом необходимо учитывать взаимодействие препаратов: фармацевтическое (например, преципитация при смешивании тиопентала и векурония), фармакокинетическое (адсорбция подкожно и внутривенно введенных препаратов замедляется или подавляется препаратами, снижающими регионарный кровоток) и фармакодинамическое (вытеснение из связи с белком варфарина кислотными препаратами, например сульфинпиразоном, и повышение антикоагулянтной активности). Доза вводимых препаратов для поддержания анестезии зависит от их метаболизма. Все это требует надежного метода оценки адекватности анестезии.

К признакам неадекватности анестезии причисляют появления подвижности пациента, гипертензию, тахикардию, слезотечение, усиленное потоотделение. Однако единственным имеющимся абсолютным признаком неадекватности анестезии является сохранение в памяти пациента эпизодов вмешательства, что не всегда сопровождается интраоперационной гипертензией или тахикардией.

На фоне отсутствия золотого стандарта для мониторинга глубины анестезии используют технические средства для получения вызванных слуховых потенциалов (ВСП) и биспектральный анализ (BIS-анализ) ЭЭГ, расчет показателя энтропии ЭЭГ. Проспективные рандомизированные исследования эффективности мониторинга BIS-анализа показали, что при адекватной анестезии можно снизить потребность в использовании гипнотиков, ускорить пробуждение и снизить необходимость в проведении послеоперационной ИВЛ.

Биспектральный анализ (BIS-анализ). «BIS Vista» («A-3000») и «A-2000 XP» (рис. 7.17) — это автономные приборы фирмы «Aspect Medical Systems Inc» (США), обеспечивающие возможность на основании BIS-индекса измерять эффект седации головного мозга, реакции пациента на анестетики и седативные средства. BIS-индекс вычисляется на основе непрерывно регистрируемой электроэнцефалограммы (ЭЭГ).

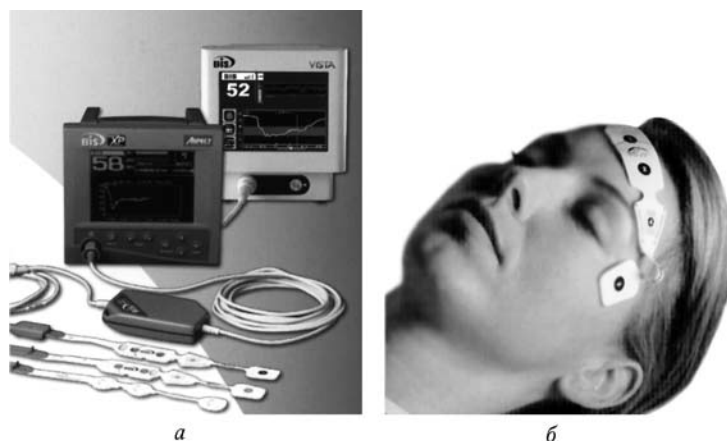


Рис. 7.17. BIS-мониторы:
а – «BIS Vista» («A-3000» и «A-2000 XP»); *б* – расположение сенсора на голове

Прибор регистрирует ЭЭГ с помощью сенсора, устанавливаемого на лбу пациента, дополнительный датчик – над глазом для определения и устранения артефактов (рис. 7.18). В BIS-систему поступает сигнал, и после обработки ЭЭГ вычисляется значение BIS-индекса, число которого от 0 до 100 позволяет судить о степени сознания пациента.

Значение BIS-индекса при полном сознании равно 100, а при полном отсутствии активности мозга – 0 (рис. 7.19). При общей анестезии BIS-индекс должен находиться в интервале от 40 до 50, для седации рекомендуют от 60 до 85.

При оперативных вмешательствах BIS позволяет: устранить риск преждевременного выхода из наркоза, уменьшить расход анестети-

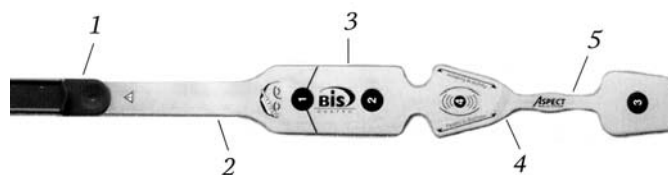


Рис. 7.18. Сенсоры BIS-монитора:

1 – коннектор легко подсоединяется к кабелю прибора; *2* – удобны для установки на пациентах, лежащих на животе; *3* – новая технология изготовления датчиков обеспечивает лучший контакт и лучшее качество ЭЭГ; *4* – дополнительный электрод над «глазом» позволяет определять и устранять артефакты; *5* – гибкий дизайн позволяет устанавливать датчик на пациентах с различным размером головы



Рис. 7.19. Мониторинг медсестрой-анестезистом глубины наркоза и седации с помощью BIS-монитора «А-2000 XP»

ка, уменьшить время выхода из наркоза. При интенсивной терапии BIS-мониторинг позволяет стабильно поддерживать требуемую глубину седации, улучшить качество ухода и уменьшить расходы на седативные средства, в частности пропофол (диприван).

Система «BIS Vista» — это новое поколение BIS-мониторов. Она более устойчива к появлению помех из-за воздействия различной аппаратуры, лучше определяет и устраняет артефакты, возникающие из-за мышечной активности или от других источников помех, имеет улучшенный эргономичный дизайн, цветной дисплей и сенсорное управление.

BIS-мониторингу посвящено более 2000 научных работ, он интенсивно распространяется в России.

Поверхностный уровень хирургической стадии наркоза (III_1) можно поддерживать, используя **монитор слуховых вызванных потенциалов** при их снижении до 30.

Однако до сих пор мы не имеем коммерчески доступного мониторинга, использующего данную технологию в клинических условиях. Кроме того, контроль BIS-анализа не может быть совершенным во всех без исключения клинических случаях (использование седативных доз закиси азота, анестезии без миорелаксации и пр.).

Оценка энергообмена. При неадекватной анестезии нередко повышается $PetCO_2$. Однако по этому показателю можно судить об адекватности анестезии лишь в случаях неизменной во время анестезии минутной вентиляции легких или при расчете количества выделяемой CO_2 в минуту. Однако при повышении $PetCO_2$ чаще всего анестезиолог увеличивает минутную вентиляцию легких.

Более доступной и надежной методикой оценки адекватности анестезии является оценка по изменению показателей энергообмена

на основании количества поглощенного во время анестезии кислорода и выделенного CO_2 .

Объем потребляемого организмом кислорода можно определить по формуле:

$$\dot{V}\text{O}_2 = (\text{FiO}_2 - \text{FeO}_2) \cdot \dot{V}_e$$

где $\dot{V}\text{O}_2$ — объем потребляемого кислорода; FiO_2 — концентрация кислорода во вдыхаемой смеси; FeO_2 — концентрация кислорода в выдыхаемой смеси; \dot{V}_e — минутный объем дыхания пациента.

Расчет $\dot{V}\text{O}_2$ проводят, когда наступило равновесие между концентрацией закиси азота на вдохе и выдохе.

Объем выделяемого углекислого газа ($\dot{V}\text{CO}_2$) рассчитывают по формуле:

$$\dot{V}\text{CO}_2 = \text{FetCO}_2 \cdot \dot{V}_A, \text{ мл/мин,}$$

где FetCO_2 — концентрация CO_2 в конечно-выдыхаемом воздухе; \dot{V}_A — объем минутной альвеолярной вентиляции, мл/мин; $\dot{V}_A = (\dot{V}_e - \dot{V}_d)$ — минутный объем дыхания пациента — объем мертвого пространства;

$\text{FetCO}_2 = \text{PetCO}_2 \cdot 100 / 760$ — перевод парциального давления CO_2 в концентрацию при ориентировочном барометрическом давлении (760 мм рт. ст.).

Должный основной обмен рассчитывают по уравнению Харриса-Бенедикта:

— для мужчин — $66,47 + 13,7 \cdot (\text{идеальная массы тела} + 10 \% \text{ от идеальной массы тела}) + (5 \cdot \text{рост}) - (6,8 \cdot \text{возраст})$ (ккал/сут), где 66,47; 13,7; 5; 6,8 — коэффициенты;

— для женщин — $665,31 + 9,6 \cdot (\text{идеальная массы тела} + 10 \% \text{ от идеальной массы тела}) + (1,85 \cdot \text{рост}) - (4,7 \cdot \text{возраст})$ (ккал/сут), где 665,31; 9,6; 1,85; 4,7 — коэффициенты.

Реальный обмен оценивают непрямым калориметрией — $(3,9 \cdot \dot{V}\text{O}_2 + 1,1 \cdot \text{VCO})$ (ккал/сут), где $\dot{V}\text{O}_2$ и $\dot{V}\text{CO}_2$ рассчитывали по показаниям газового состава и объема минутной вентиляции легких, мониторируемых во время анестезии на экране аппарата ингаляционного наркоза («KION»).

Как пример приводим данные наших исследований: группа 1 — эндоскопические холецистэктомии, $\dot{V}\text{O}_2 \geq 250$ мл/мин; группа 2 — нейрохирургические операции, $\dot{V}\text{O}_2 < 250$ мл/мин; группа 3 — нейрохирургические операции, $\dot{V}\text{O}_2 \geq 250$ мл/мин. У больных 2-й группы анестезия оказалась более адекватной, энергообмен существенно ниже по сравнению с должным обменом и с 1-й и 3-й группами больных (табл. 7.3).

Таблица 7.3

**Сравнительная оценка показателей энергообмена
у обследуемых пациентов**

Показатель	Средние величины показателей ($\bar{x} \pm m$)		
	Группа 1	Группа 2	Группа 3
$\dot{V}O_2$, мл/мин	297 ± 13,52	157 ± 4,72* **	294 ± 14,44
$\dot{V}O_2$, мл/мин	264 ± 6,65	165 ± 13,93* **	190 ± 10,26***
Должный обмен, ккал	1396 ± 34,44	1543 ± 68,65	1557 ± 79,89
Реальный обмен, ккал	1400 ± 65,4	770 ± 27,04* **	1355 ± 65,54

* $p < 0,05$ при сравнении с должными величинами; ** $p < 0,05$ при сравнении 2-й группы с 1-й и 3-й группами; *** $p < 0,05$ при сравнении 3-й группы с 1-й.

**Подготовка рабочего места
анестезиологической бригады**

Для анестезиологического обеспечения операций, перевязок, родов и некоторых сложных диагностических исследований в операционных, перевязочных и некоторых кабинетах предусмотрено оборудование рабочих мест анестезиологических бригад.

Обязанности медсестры-анестезиста относительно мониторинга регламентированы приказом Минздрава РФ от 19 августа 1997 г. № 249 «О номенклатуре специальностей среднего медицинского и фармацевтического персонала»:

- подготовка наркозно-дыхательной и контрольно-диагностической аппаратуры к работе, контроль исправности, правильности эксплуатации, техники безопасности, подготовка рабочего места;
- осуществление контроля состояния больного во время анестезии, интенсивной терапии и реанимации.

В соответствии с приказом Минздравсоцразвития России от 7 апреля 2008 г. № 165 «О признании утратившими силу некоторых приказов Министерства здравоохранения Российской Федерации» признаны утратившим силу следующие приказы:

- 1) от 19 августа 1997 г. № 249 «О номенклатуре специальностей среднего медицинского и фармацевтического персонала»;
- 2) от 19 января 1999 г. № 18 «О введении в действие перечня соответствия специальностей среднего медицинского и фармацевтического персонала должностям специалистов»;
- 3) от 14 мая 2003 г. № 197 «О внесении дополнений в приказ Минздрава России от 19 августа 1997 № 249».

В ВС РФ основным нормативным документом являются методические указания «Организация анестезиологической и реаниматологической помощи в Вооруженных силах Российской Федерации» (2002), в которых рекомендуется соответствующий перечень.

Перед анестезией медсестра должна подготовить рабочее место анестезиологической бригады, в том числе и технические средства для мониторинга. В частности, относительно мониторинга ее функциональные обязанности предусматривают:


- подготовить к работе контрольно-диагностическую аппаратуру и следить за ее исправностью;
- вписать в Анестезиологическую карту имеющиеся сведения о больном, свидетельствующие о его функциональном состоянии;
- следить за состоянием больного во время анестезии;
- периодически (через 5 мин, а при необходимости и чаще) измерять АД и частоту пульса;
- контролировать адекватность самостоятельного дыхания или ИВЛ и отмечать показатели в Карте;
- регистрировать в Анестезиологической карте показания дозиметров, аппаратов ингаляционного наркоза и ИВЛ, данные кардиомониторных систем и других контрольно-диагностических приборов, ширину зрачков;
- измерять величину кровопотери и диуреза; после окончания анестезии наблюдать за состоянием больного до полной стабилизации показателей основных жизненно важных функций организма;
- соблюдать стандарт минимального мониторинга во время анестезии.

В соответствии со своими обязанностями медсестра-анестезист должна подготовить соответствующие технические средства (пульсоксиметр, капнограф, газоанализатор кислорода, монитор контроля нервно-мышечной проводимости и пр.) – проверить их на исправность для осуществления постоянного контроля за параметрами ИВЛ и состоянием пациента.

КОНТРОЛЬ ОБУЧЕНИЯ

Студенты должны знать последние достижения в обеспечении мониторинга при анестезии и в подготовке рабочего места анестезиологической бригады.

Студенты должны уметь осуществлять современный мониторинг при анестезии и готовить рабочее место анестезиологической бригады, данные мониторинга регистрировать в Анестезиологической карте.

 *Вопросы семинара:*

1. Функциональные обязанности медсестры-анестезиста и значимость мониторинга и подготовки рабочего места анестезиологической бригады.
2. Обеспечение мониторинга при анестезии:
 - дыхания (газообмена в легких): оксигенации, концентрации кислорода в дыхательной смеси, вентиляции;
 - кровообращения;
 - микроциркуляции;
 - нервно-мышечной проводимости;
 - при низкотоковой анестезии;
 - адекватности анестезии
3. Подготовка рабочего места анестезиологической бригады.

Рекомендуемая литература

1. Приказ Минздравсоцразвития России № 165 от 7 апреля 2008 г. «О признании утратившими силу некоторых приказов Министерства здравоохранения Российской Федерации».
2. Анестезиология и реаниматология : учебник / под ред. проф. А. И. Левшанкова. — СПб. : СпецЛит, 2006. — С. 205–256, 386–393.
3. Практикум по анестезиологии (для интернов). — СПб. : ВМА, 2002.
4. Директива начальника ГВМУ МО РФ № 161/ДМ-2 «О мерах по обеспечению безопасности больных во время анестезии, реанимации и интенсивной терапии» от 24 февраля 1997 г.
5. Справочник главной (старшей) медицинской сестры. — Изд. 3-е, доп. и перераб. — М. : Издательство «ГРАНТЬ», 2001. — 880 с.
6. Актуальные вопросы сестринской практики в анестезиологии и реаниматологии / под ред. А. И. Левшанкова. — Вып. 2. — СПб. : «Агентство „РДК-принт“», 2000. — 96 с.