

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно - Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации

КАФЕДРА  
Анестезиологии и реаниматологии ИПО

**Рецензия КМН кафедры Анестезиологии и Реаниматологии ИПО Фурсова Александра Анатольевича на реферат ординатора 2 года обучения специальности Анестезиология и реаниматология Чухломина Никиты Васильевича по теме: Методы неинвазивного и инвазивного мониторинга во время анестезиологического пособия**

Рецензия на реферат – это критический отзыв о проведенной самостоятельной работе ординатора с литературой по выбранной специальности обучения, включающий анализ степени раскрытия выбранной тематики, перечисление возможных недочетов и рекомендации по оценке. Ознакомившись с рефератом, преподаватель убеждается в том, что ординатор владеет описанным материалом, умеет его анализировать и способен аргументированно защищать свою точку зрения. Написание реферата производится в произвольной форме, однако, автор должен придерживаться определенных негласных требований по содержанию. Для большего удобства, экономии времени и повышения наглядности качества работ, нами были введены стандартизированные критерии оценки рефератов.

Основные оценочные критерии рецензии на реферат ординатора второго года обучения специальности Анестезиология и реаниматология:

Оценочный критерий	Положительный/ отрицательный
1. Структурированность	+
2. Наличие орфографических ошибок	+
3. Соответствие текста реферата его теме	+
4. Владение терминологией	+
5. Полнота и глубина раскрытия основных понятий темы	+
6. Логичность доказательной базы	+
7. Умение аргументировать основные положения и выводы	+
8. Круг использования известных научных источников	+
9. Умение сделать общий вывод	+

Итоговая оценка: положительная/отрицательная

Комментарии рецензента:

Дата: 21.12.2020 г.

Подпись рецензента:

Подпись ординатора:

*Фурсов АА*

*Чухломин НВ*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно- Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра анестезиологии и реаниматологии ИПО

Заведующий кафедрой: Д.М.Н. Профессор Грицан А. И.

Проверил: К.М.Н. Доцент Фурсов А. А.

Реферат

Методы неинвазивного и инвазивного мониторинга во время анестезиологического пособия

Выполнил: врач-ординатор анестезиолог-реаниматолог 2 года

Чухломин Никита Васильевич

Красноярск 2020 г.

## СТАНДАРТЫ МОНИТОРИНГА ПРИ АНЕСТЕЗИИ

Основная задача интраоперационного мониторинга — повышение безопасности во время общей анестезии и постоянный контроль функций, которые могут пострадать в результате проводимой операции или анестезии. Таким образом, условно можно разделить мониторинг на мониторинг безопасности и мониторинг состояния какой-либо системы пациента.

Основная тенденция современного мониторинга — возможно более полный отказ от использования инвазивных методик в том случае, если это идет не в ущерб безопасности больного. В любом случае необходимо стремиться соблюдать баланс между реальной пользой от использования того или иного исследования (тем более инвазивного или сопряженного с использованием громоздкой, дорогостоящей аппаратуры) и опасностью (а также трудозатратами), связанной с его проведением.

Согласно рекомендациям V Всероссийского съезда анестезиологов и реаниматологов (Москва, 1996), признано необходимым контролировать ЭКГ, пульсоксиметрию и проводить автоматическое измерение артериального давления неинвазивным методом во время выполнения любого оперативного вмешательства. Данный шаг следует признать весьма полезным, но недостаточным.

Минимальный объем мониторинга при любом виде общей анестезии должен включать:

- Электрокардиографию с подсчетом ЧСС.
- Пульсоксиметрию.
- Измерение АД неинвазивным методом.
- Термометрию.
- Капнографию с определением содержания  $\text{CO}_2$  в конце выдоха ( $\text{EtCO}_2$ ).
- Содержание кислорода во вдыхаемой смеси ( $\text{FiO}_2$ ).
- Контроль (ЧД).
- Минимальный объем мониторинга при проведении регионарной анестезии или общей в анестезии с сохраненным спонтанным дыханием должен состоять из:

- ЭКГ.
- Пульсоксиметрии.
- Измерения АД неинвазивным методом.
- Контроля ЧД.

## МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

### Электрокардиография

Непрерывный контроль ЭКГ проводят всем больным вне зависимости от типа оперативного вмешательства или варианта анестезии для:

- обнаружения аритмий;
- определения ишемии миокарда;
- обнаружения нарушений электролитного баланса крови;
- мониторинга функции кардиостимулятора;
- подсчета ЧСС.

**Расположение электродов.** Для контроля ЭКГ необходимо иметь как минимум три электрода: два активных и один электрод сравнения («земля»). ЭКГ-сигнал достаточно маломощный (порядка 1 мВ), и поэтому на запись ЭКГ существенное влияние оказывают использование электрокоагулятора, движения больного и т.д. Необходимо по возможности уменьшить сопротивление под электродом, для чего тщательно смазанный электропроводным гелем электрод накладывается на чистую, предварительно обезжиренную кожу.

При работе с трехэлектродным кабелем ЭКГ имеет смысл проводить постоянный мониторинг либо:

— во II стандартном отведении — оптимальное отведение для обнаружения и определения вида аритмий;

— в отведении V5 — для контроля ишемии миокарда, так как именно в этом отведении контролируется наибольшая по объему часть левого желудочка.

Еще более целесообразно мониторировать модифицированное отведение V5. При этом электроды располагают:

— «правая рука» — справа под ключицей;

— «левая рука» — в положении V5;

— «левая нога» — в обычном месте.

У пациентов с заболеваниями сердца имеет смысл проводить мониторинг ЭКГ в двух отведениях одновременно (II стандартном и V5), для чего необходимо иметь пяти-жильный кабель. Данное расположение электродов позволяет выявить до 80—96% случаев ишемии миокарда, против 75—80% — при использовании только V5, или 18—33% при использовании только II стандартного отведения. Большинство современных мониторов имеет выбор из двух возможностей анализа ЭКГ:

— «диагностическую» — при этом современный монитор производит автоматический анализ смещения сегмента *ST*, выявления и анализ аритмий. Недостатком является фильтр с достаточно широкой полосой пропускания (0,05—100 Гц). Анализ смещения сегмента *ST* во многом зависит от защиты прибора от работы электрокаутера и других электрических помех в операционной. Если еще 5—7 лет назад данный анализ в операционной был практически нереален, то современные мониторы (AS3/TM, Datex, Финляндия) позволяют проводить подобный контроль достаточно надежно и эффективно;

— в «режиме мониторинга» — более узкая полоса пропускания (0,5—100 Гц), а следовательно, большая устойчивость к шумам и более удобно следить за нарушениями ритма.

## **Измерение артериального давления**

**Определение артериального давления неинвазивным методом.** В настоящее время большинство мониторов оснащено блоком для измерения АД неинвазивным методом. При этом прибор раздувает манжету с запрограммированной врачом периодичностью и измеряет АД осциллометрическим методом. Как правило, точность автоматических приборов сравнима с измерением АД прямым методом.

На точность измерения влияют движения пациента, неправильно выбранный размер манжеты, сдавливание манжеты извне. Некоторые приборы имеют режим непрерывного измерения АД, т.е. сразу по окончании измерения цикл повторяется. Данный режим очень удобен во время вводного наркоза или при нестабильной гемодинамике, однако им не следует злоупотреблять, так как слишком длительное измерение АД в подобном режиме приводит к нарушению сначала венозного, а затем и артериального кровообращения конечности.

Обычная кратность измерения АД — 1 раз в 5 мин. Наконец, есть приборы, позволяющие не только измерять АД в непрерывном режиме, но и

моделировать на дисплее кривую артериального давления. Данные приборы достаточно хорошо работают при относительно стабильном АД, однако моделированные кривые, по крайней мере пока, могут существенно отличаться от истинных при резких колебаниях давления.

**Прямое измерение артериального давления.** В ряде случаев, когда есть основания предполагать существенные колебания АД во время операции, имеет смысл избрать метод его прямого измерения. В необходимый набор для измерения АД инвазивным методом входят:

— артериальная канюля. Канюляция артерии может производиться двумя способами: пункционно и путем артериосекции. Для обеспечения доступа используют, как правило, *a. radialis*:

— электронный датчик прямого измерения АД с одноразовой или многократной камерой («домиком») и артериальной магистралью (соединяющей «домик» и канюлю), заполненные стерильным раствором. Датчик предварительно выводится на «О» и калибруется в соответствии с инструкциями к монитору. Промывание датчика производится либо в автоматическом режиме, либо с необходимой кратностью, с тем, чтобы не допустить тромбоза измеряющей магистрали и попадания крови в «домик».

**Некоторые правила определения АД инвазивным методом:**

— перед постановкой артериальной канюли проводят пробное пережатие лучевой артерии (проба Аллена), с тем, чтобы убедиться, что кровоснабжение кисти сохраняется за счет анастомозов с веточками *a. ulnaris*;

— если катетер устанавливают повторно, место пункции следует выбрать проксимальнее предыдущей. Если ранее проводилась артериосекция, имеет смысл использовать для повторной канюляции контрлатеральную конечность;

— для корректного измерения необходимо следить за отсутствием в магистральных ветках воздуха, тромбов, перегибов и т.д. Магистраль не должна быть слишком длинной, чтобы не исказить результатов измерения («демпфированная» кривая);

— датчик измерения АД следует располагать на одном уровне с артерией.

### **Измерение центрального венозного давления**

Измерение центрального венозного давления (ЦВД) производится через катетер, установленный в подключичной или внутренней яремной вене, по правилам, изложенным для измерения инвазивного АД.

Другой метод измерения ЦВД предусматривает соединение с катетером через трех- или двухходовой краник специальной полой измерительной линейки, заполненной стерильным раствором (метод Вальдмана). «0» в данном случае устанавливается по передней подмышечной линии больного, что соответствует уровню правого предсердия. ЦВД определяют по высоте столба жидкости (по закону сообщающихся сосудов).

### **Измерение давлений в полостях сердца**

В ряде случаев стандартный мониторинг безопасности необходимо расширить и производить измерение давлений в легочной артерии (РА — pulmonary artery), включая давление заклинивания легочных капилляров (PCW — pulmonary capillary wedge pressure), правом предсердии (CVP — central vein pressure), правом желудочке (RV — right ventricle), минутного выброса сердца (CO — cardiac output), так называемый **полный инвазивный мониторинг**.

Для проведения полного инвазивного мониторинга необходимо установить катетер Сван-Ганц. Последний имеет каналы для измерения давлений (два — в легочной артерии и правом предсердии), термистор (для определения минутного выброса сердца). Последние модификации катетера (Baxter, USA; Abbott, USA) имеют дополнительные каналы:

— или оптоволоконный, для измерения насыщения смешанной венозной крови кислородом в режиме on line;

— или термонагреватель — позволяет измерять МОС в режиме on line.

Катетер имеет деления через каждые 10 см.

Показания к полному инвазивному мониторингу

— Пациенты с нарушением насосной функции сердца.

— Пациенты с тяжелой ишемической болезнью сердца.

— Пациенты с тяжелым поражением клапанного аппарата сердца.

— Пациенты с сочетанным заболеванием: ИБС и нарушением

проводимости (на фоне которого по данным ЭКГ трудно установить возникновение ишемии миокарда), например, ИБС на фоне блокады левой ножки пучка Гиса).

— Пациенты, которые нуждаются в пейсмекере интраоперационно (катетер Сван-Ганц, совмещенный с эндокардиальным электродом).

— Пациенты с полиорганной недостаточностью (сепсис, шок, РДС, почечная недостаточность).

— Пациенты, у которых оперативное вмешательство однозначно вызывает серьезные физиологические сдвиги (пациенты с торако-абдоминальной аневризмой или предполагаемой трансплантацией органов).

Полный инвазивный мониторинг позволяет наиболее рано и точно диагностировать нарушения сократимости миокарда, поражение клапанов сердца, аритмию, легочную гипертензию. PCW достаточно четко коррелирует с давлением заполнения левого желудочка, а, следовательно, по его величине можно судить о преднагрузке левого желудочка и волемическом статусе пациента.

### **Установка катетера Сван-Ганц**

Доступом через центральную или крупную периферическую вену под контролем кривой давления по магистрали легочной артерии проводят катетер до правого предсердия и далее до правого желудочка (рис. 9.1).

Появление характерной «желудочковой» кривой с высокими пиками и отсутствием диастолического давления является достоверным признаком нахождения кончика катетера в правом желудочке. Раздувают воздушный баллончик и с током крови стремятся продвинуть катетер в легочную артерию: появление «артериальной» кривой с ясно определяемой диастолой и характерным смещением в зависимости от фазы дыхательного цикла свидетельствует о нахождении катетера в легочной артерии. Катетер продвигают до исчезновения кривой («заклинивание» катетера), после чего удаляют воздух из баллончика и убеждаются, что кривая давления появляется вновь. Повторно раздув баллончик, измеряют PCW.

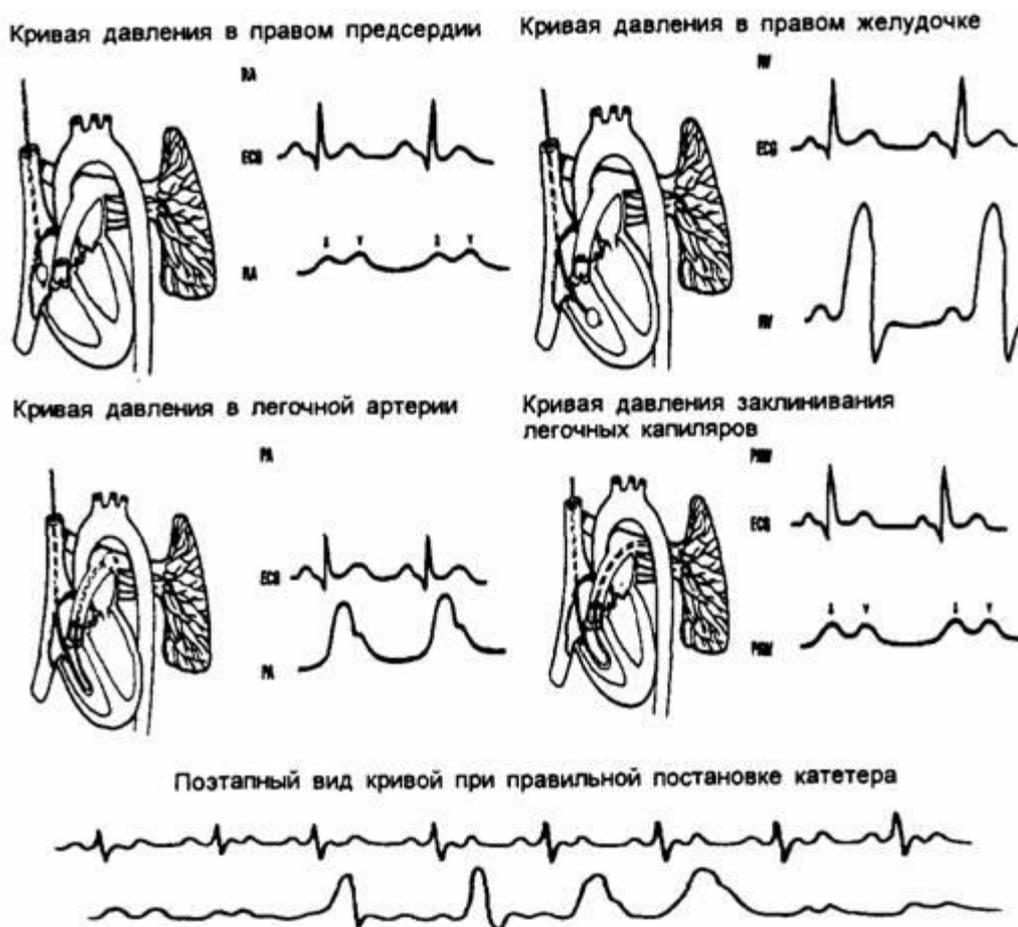


Рис. 9.1. Характерные кривые в зависимости от положения катетера Сван-Ганц в различных полостях сердца

### Осложнения катетеризации полостей сердца

1. Аритмия. При прохождении кончика катетера через правое предсердие и правый желудочек могут возникать различного рода нарушения ритма, чаще всего — экстрасистолия. Наиболее вероятно развитие аритмий у лиц с нарушениями сердечного ритма в анамнезе.

При возникновении аритмий целесообразно использовать введение 2%-го раствора лидокаина; у лиц с аритмическим анамнезом лидокаин вводится профилактически.

2. Может наблюдаться преходящая блокада правой ножки пучка Гиса. У пациентов с а.-в. блокадой первой степени или у больных с блокадой левой ножки пучка Гиса проведение катетера может спровоцировать развитие полной поперечной блокады. В этом случае должна быть полная готовность к проведению электрокардиостимуляции одним из вышеописанных способов (наружной или через трансвенозный доступ).

3. Нельзя держать воздушный баллон катетера постоянно раздутым из-за опасности развития пролежня стенки легочной артерии или инфаркта легкого. Раздувать баллон необходимо только на время измерения PCW.

4. Очень редко, но возможно скручивание катетера в полости сердца с образованием узла или подшивание (прошивание) катетера при выполнении операции на сердце.

5. Возможны осложнения, общие с осложнениями при катетеризации центральных вен.

### **Определение МОС (СО)**

Сердечный выброс и сердечный индекс ( $СИ=МОС/площадь\ поверхности\ тела$ ) — одна из ведущих констант организма. только определение СИ (СИ) позволяет оценить сократимость миокарда и количественно оценить сердечную недостаточность. Существует несколько способов определения минутного выброса сердца.

*Метод Фика.* Расчет производится по формуле, компонентами которой являются потребление кислорода и артерио-венозная разность по кислороду.

*Метод разведения красителя.* Точно известное количество инертного красителя (кардиогрин) вводится в центральную вену, а в артериальной пробе определяется его концентрация. Несложный расчет дает величину МОС.

Имеются приборы с ушным датчиком, которые позволяют регистрировать на бумаге кривую разведения красителя и автоматически рассчитывать величину МОС.

Известным ограничением метода является невозможность частого повторения измерений из-за накопления красителя в крови.

*Метод ультразвуковой доплерографии.* Датчик, расположенный эндопищеводно и сориентированный на грудную аорту, измеряет линейную скорость кровотока по аорте. Затем на основании антропометрических данных определяется диаметр аорты и производится расчет объемной скорости кровотока. Метод привлекателен ввиду неинвазивности, однако по понятным причинам недостаточно точен.

*Метод тетраполярной реографии.* Имеет те же преимущества (неинвазивность), но и те же недостатки, что и предыдущий вариант. Ошибка метода чаще всего превышает 20%, что делает измерение, по сути дела, бессмысленным.

*Метод прямой флоуметрии.* Наиболее точный метод измерения МОС. Однако измерение данным методом можно проводить только при строго ограниченном круге операций и только на определенных этапах, так как необходимо установить датчик электромагнитного флоуметра (точно подобранный по размеру) на корень аорты или легочной артерии. Кстати, на разности показаний датчиков, установленных на корне аорты и легочной артерии одновременно, основан один из методов измерения коронарного кровотока.

*Метод термодилуции.* Один из самых точных методов, лишенный недостатков флоуметрии. Для проведения измерений необходим катетер Сван-Ганц. Заранее известное количество охлажденного раствора быстро вводится через венозный порт. Термистор, расположенный на конце катетера, регистрирует разность температур и на основании кривой термодилуции рассчитывает величину МОС.

При проведении исследования необходимо помнить о следующих правилах:

— если прибор для измерения МОС не распознает автоматически тип катетера, необходимо выставить на мониторе калибровочное число используемого типа катетера;

— если введено меньшее количество раствора, чем это выставлено на мониторе, результат измерений превысит истинное значение МОС;

— при использовании современных мониторов температура вводимого раствора не имеет значения. Она может стать причиной ошибки, только если термистор перестает регистрировать разницу температур. Например, при использовании слегка подогретого раствора (24—25° С) у пациентов,

находящихся в состоянии гипотермии. В этом случае возможна ошибка измерения, или прибор сообщит о возникших проблемах;

— наличие внутренних шунтов в сердце искажает результаты измерения (например, дефект межжелудочковой перегородки);

— быстрое введение неподогретых растворов через центральную вену одновременно с проведением измерения искажает результат последних;

— правильнее проводить измерение МОС в конце выдоха, для чего необходимо отсоединить пациента от ИВЛ на время проведения измерения. Более современные мониторы (ASS/ТМ, Datex, Финляндия) автоматически синхронизируют измерение с концом выдоха. Истинным следует считать средний результат трех последовательных измерений.

### **Определение МОС в режиме on line**

В настоящее время фирмами Baxter (США) и Abbott (США) разработаны и производятся катетеры для непрерывной регистрации сердечного выброса. Спираль, расположенная проксимальнее термистора, подогревает омывающую кровь. Разность температур до и после подогрева регистрируется прибором. Это значительно расширяет возможности обсуждаемого метода.

### **Определение REF**

Также новой возможностью является измерение фракции выброса правого желудочка (REF — right ejection fraction). Необходимым условием для измерения данной величины является катетер типа Сван-Ганц с термистром с низкой постоянной времени (Fast Termistor) и математической программой наложения ЭКГ на кривую термодилуции. Измерение REF, ценное само по себе, позволяет определить и конечно-диастолический объем (КДО), и КД1 (КДО/ППТ) правого желудочка. Последний показатель, равный в норме 105—115 мл/м<sup>2</sup>, является *прямым* методом контроля воле-мического статуса пациента. Данная возможность реализована в настоящее время в приборах фирмы АББОТТ («Оксиметрик», США), Baxter («Explorer», США), Datex ASS/ТМ (Финляндия).

## **МОНИТОРИНГ ДЫХАНИЯ**

### **Пульсоксиметрия**

Система дыхания, включая внешнее дыхание и систему транспорта кислорода, является, наряду с сердечно-сосудистой системой, наиболее важной для поддержания жизнедеятельности организма. После газообмена в легких кислород переносится тканям в связанном с гемоглобином виде и в виде растворенного в плазме. Вклад последнего в общий транспорт кислорода минимален, что очевидно из следующей формулы:

$$CaO_2 = [(1,37) - (Hb) \times (SaO_2)] + [(0,003) - (PaO_2)],$$

где 1,37 — количество мл кислорода, связанного с полностью оксигенированной молекулой гемоглобина;

Hb — концентрация гемоглобина (г/дл);

SaO<sub>2</sub> — насыщение артериальной крови кислородом;

0,003 — константа растворимости кислорода в плазме;

PaO<sub>2</sub> — парциальное давление кислорода в плазме крови. В этой связи представляется чрезвычайно важным мониторировать насыщение кислородом гемоглобина артериальной крови. Методом, позволяющим производить подобные измерения в режиме on line, является пульсоксиметрия. Метод основан на разном поглощении света оксигемоглобином в видимом красном и инфракрасном диапазонах. Свет,

излучаемый двумя светодиодами, попадает на сенсор, проходя через капиллярное ложе (чаще всего ногтевая фаланга или мочка уха). Количество света, попадающее на сенсор, зависит от:

— пульсовой волны, так как во время систолы поглощение возрастает в обоих диапазонах вследствие увеличения количества крови в капиллярном русле, а, следовательно, и количества гемоглобина;

— изменения концентрации гемоглобина или оксигемоглобина, что, собственно, и регистрирует метод.

Следует помнить, что измерение возможно только во время пульсирующего кровотока, что позволяет проводить пульсоксиметрию именно артериальной крови. Однако с указанным свойством связаны и некоторые ограничения, например, пульсоксиметр не работает при плохой микроциркуляции (шок, сепсис, глубокая гиповолемия, гипотермия, искусственное кровообращение). Кроме того, все пульсоксиметры калиброваны эмпирически (на добровольцах), и потому точность измерения при насыщении ниже 70% резко снижается.

### **Возможные причины снижения сатурации**

#### *Пациент*

- низкая  $FiO_2$ ;
- неадекватная вентиляция;
- плохая микроциркуляция (*см. выше*);
- появление патологического гемоглобина (метгемоглобин, карбоксигемоглобин, сульфгемоглобин);
- введение красителя (кардиогрин, метиленовый синий);
- венозные застои;
- отсутствие пульсирующего кровотока (искусственное кровообращение);
- движения пациента.

#### *Монитор*

- электрическая интерференция (работа электрокаутера);
- наличие добавочных источников инфракрасного излучения (для устранения можно накрыть датчик пульсоксиметра непрозрачным материалом — салфеткой, простыней и т.д.);
- технические дефекты датчика или кабеля.

### **Непрерывное определение насыщения крови кислородом**

В настоящее время выпускаются катетеры, снабженные оптоволоконным каналом, позволяющие определять насыщение кислородом крови в том месте сосудистого русла, где установлен катетер. Одновременное проведение пульсоксиметрии и оксиметрии смешанной венозной крови позволяет рассчитать основные показатели кислородтранспортной функции крови и мониторировать их в режиме *on line*. Таким образом, появилась возможность оценить соотношение транспорта и потребления кислорода в реальном масштабе времени. Ценность подобной опции для практики анестезиолога трудно переоценить.

Пока невозможно предположить все области анестезиологии-реаниматологии, где может найти применение указанный метод. Однако уже сейчас он используется для:

- контроля гипоксии мозга во время операций на сонных артериях. Катетер устанавливается во внутреннюю яремную вену);
- оценки степени реперфузии тканей после снятия зажима с аорты при протезировании аорты и ее ветвей.

### Капнометрия

Исследование содержания углекислого газа в конце выдоха (EtCO<sub>2</sub>) производится при любом виде анестезии, в том числе и для контроля правильности интубации трахеи, правильности выбора параметров ИВЛ и для обнаружения некоторых патологических состояний: злокачественной гипертермии, эмболии легочной артерии. Как правило, значения EtCO<sub>2</sub> на несколько мм рт. ст. ниже соответствующих значений артериальной крови и довольно точно коррелируют с ними при большинстве клинических ситуаций. В то же время внутрилегочное шунтирование крови, значительное увеличение мертвого пространства и колебания легочного кровотока могут изменить артериальную разницу в конце выдоха таким образом, что EtCO<sub>2</sub> перестанет точно отражать изменения PaCO<sub>2</sub>. В указанных случаях необходим контроль газового состава артериальной крови.

Значительно расширяет диагностические возможности капнометрии регистрация кривых содержания CO<sub>2</sub> (рис. 9.2).

Капнография позволяет выявить следующие состояния:

- негерметичность контура;
- неисправность клапана вдоха или выдоха;

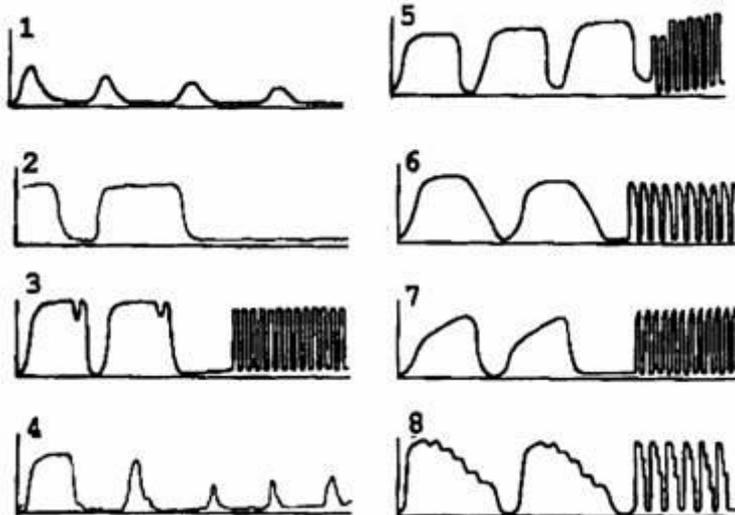


Рис. 9.2. Некоторые капнограммы, часто встречающиеся в практической работе:

- 1 — быстро убывающая кривая, характерная для ошибочной интубации пищевода;
- 2 — разгерметизация дыхательного контура;
- 3 — регулярные падения в конце конечно-экспираторного плато, характерные для гипервентиляции или для пациентов, с восстановлением нервно-мышечной проводимости;
- 4 — изменение формы капнограммы и уменьшение выделения CO<sub>2</sub>; указывает на редукцию кровотока через легкие в результате снижения сердечного выброса;
- 5 — смещение кривой вверх от изолинии, свидетельствующее о попадании углекислого газа во вдыхаемую смесь (контроль адсорбента);
- 6 — рестриктивное заболевание легких;
- 7 — обструктивное заболевание легких;
- 8 — кардиогенные осцилляции — неработающий адсорбер;

- обструкцию в дыхательном контуре;
- быстрое нарастание уровня  $\text{CO}_2$  (является одним из ранних признаков злокачественной гипертермии);
- состояние гипоперфузии — шок;
- эмболию легочной артерии;
- затрудненный выдох (бронхиальная астма, инородное тело, экстрапульмональная компрессия);
- внутрилегочное шунтирование крови;
- адсорбцию углекислоты из брюшной полости во время выполнения лапароскопических вмешательств;
- реперфузию, после снятия турникета с аорты;
- один из ранних признаков восстановления нервно-мышечной проводимости после медикаментозной блокады.

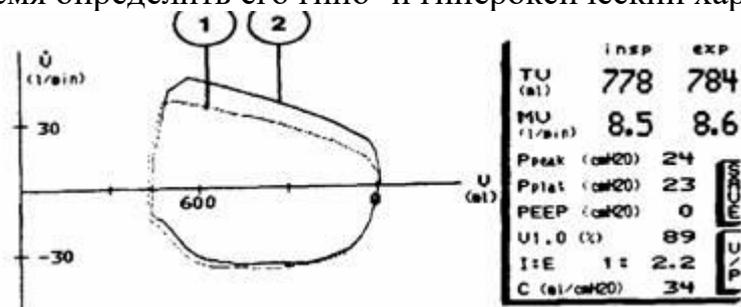
### Спирометрия в боковом потоке

В настоящее время ряд мониторов позволяет мониторировать некоторые показатели механики дыхания, используя для анализа минимальные объемы газа из контура пациента — метод, получивший название «Side Stream Spirometry». С помощью указанного метода достаточно точно можно определить:

- податливость, растяжимость (Compliance) легких — значение данного показателя для диагностики рестриктивных заболеваний легких и выраженности РДС-синдрома обсуждалось в соответствующей главе;
- аэродинамическое сопротивление на вдохе — данный показатель весьма эффективно позволяет диагностировать обструкцию в контуре или дыхательных путях пациента;
- получать на дисплее монитора кривые поток/объем и объем/давление, сравнивать их во времени и таким образом мониторировать механику дыхания (рис. 9.3, 9.4).

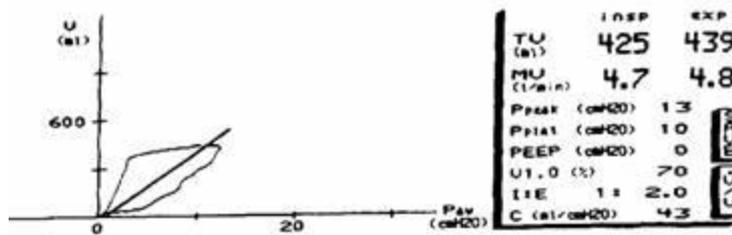
### Определение $\text{FiO}_2$ и концентрации ингаляционных анестетиков

Большинство современных наркозно-дыхательных аппаратов позволяет мониторировать процентное содержание кислорода во вдыхаемой смеси. Это необходимо, так как позволяет контролировать состав газонаркотической смеси и вовремя определить его гипо- и гипероксический характер.



1. интубационная трубка, диаметром 6 мм.
2. Иятубационная трубка диаметром 9 мм.

Рис. 9.3. Кривая поток/объем



### Хороший комплайнс

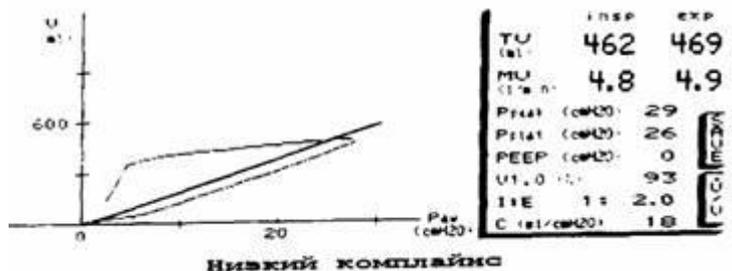


Рис. 9.4. Кривая объем/давление

Непрерывный контроль содержания ингаляционных анестетиков в подаваемой смеси и контуре пациента особенно необходим при проведении ИВЛ по методике Low или Minimum Flow, так как позволяет:

- в начале наркоза определить истинную концентрацию анестетика в контуре, которая может быть существенно ниже, чем концентрация анестетика в подаваемой смеси или той, которая выставлена регулировочной ручкой как желаемая;
- в период поддержания и окончания анестезии, когда складывается обратная ситуация.

Некоторые современные наркозно-дыхательные аппараты (например, ADU, Datex-Engstrom, Финляндия) позволяют сразу рассчитать МАК (минимальную альвеолярную концентрацию), что очень удобно, особенно для начинающего анестезиолога.

## ТЕРМОМЕТРИЯ

Термометрия является неременным компонентом современного мониторинга при любом типе оперативного вмешательства. Необходимость в термометрии диктуется следующими обстоятельствами:

- контроль за возникновением злокачественной гипертермии;
- у детей относительно высок индекс площади поверхности тела к массе тела. Мониторинг температуры у данного контингента особенно показан еще и в связи со слабо развитой системой терморегуляции;
- у всех пациентов потеря тепла с открытой раны, переливание инфузионных растворов различной температуры, использование термоматраца (или без него) вызывают необходимость в интраоперационной термометрии.

*Для измерения температуры приняты следующие точки:*

- кожная температура. Следует иметь в виду, что при длительных операциях температура кожи может быть на 3—4°C ниже внутренней температуры тела;
- в подмышечной впадине. Редко используется для рутинного мониторинга. Может быть на 1°C ниже внутренней температуры тела;

— ректальная температура. Достаточно точно отражает изменения температуры тела и может быть использована для мониторинга во время анестезии;

— температура пищевода. Достаточно точно отражает изменения температуры тела и может быть использована для мониторинга во время анестезии;

— температура в носоглотке. Достаточно точно отражает изменения температуры тела. Наиболее часто используется для мониторинга во время анестезии;

— при наличии катетера Сван-Ганц используют имеющийся термистор для измерения температуры.

— температура наружного слухового прохода. Достаточно точно отражает внутричерепную температуру.