

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
ПРОФЕССОРА В.Ф.ВОЙНО-ЯСЕНЕЦКОГО» МЗ РФ

Кафедра анестезиологии и реаниматологии ИПО

Зав. кафедрой: д.м.н., профессор Грицан А.И.

Кафедральный руководитель: к.м.н., доцент
Ермаков Е. И.

Реферат

«Интраоперационный мониторинг»

Выполнил:

Ординатор 1 года обучения

Специальность: Анестезиология и реаниматология

Доменюк М. В.

Красноярск, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

1 Мониторинг кровообращения	4
1.1 Артериальное давление.....	4
1.1.1 Неинвазивный мониторинг артериального давления	4
1.1.1.1 Показания	4
1.1.1.2 Противопоказания.....	5
1.1.1.3 Клинические особенности	5
1.1.2 Инвазивный мониторинг артериального давления.....	5
1.1.2.1 Показания	5
1.1.2.2 Противопоказания.....	5
1.1.2.3 Методика и осложнения.....	5
1.2 Электрокардиография.....	6
1.2.1 Показания и противопоказания	6
1.2.2 Методика и осложнения.....	6
1.2.3 Клинические особенности	7
1.3 Катетеризация центральных вен.....	7
1.3.1 Показания	7
1.3.2 Противопоказания.....	8
1.3.3 Методика и осложнения.....	8
1.3.4 Клинические особенности	8
1.4 Катетеризация легочной артерии	9
1.4.1 Показания	9
1.4.2 Противопоказания.....	9
1.4.3 Осложнения	9
1.4.5 Клинические особенности	9
1.5 Эхокардиография	10
1.6 Клинические особенности	10
2 Мониторинг дыхания.....	11
2.1 Пульсоксиметрия	11
2.1.1 Показания и противопоказания	11
2.1.2 Методика и осложнения.....	11
2.1.3 Клинические особенности	11
3 Мониторинг концентрации углекислого газа в конце выдоха (капнография)	12

3.1 Показания и противопоказания	12
3.2 Методика и осложнения	12
3.3 Клинические особенности	13
4 Мониторинг анестезиологических газов.....	13
4.1 Показания и противопоказания	13
4.2 Методики.....	13
4.3 Клинические особенности	14
5 Мониторинг центральной нервной системы.....	14
5.1 Электроэнцефалография. Показания и противопоказания.....	14
Список использованных источников	21

1 Мониторинг кровообращения

1.1 Артериальное давление

Ритмичные сокращения левого желудочка вызывают колебания артериального давления. Пик артериального давления, генерируемый во время систолического сокращения, называется систолическим артериальным давлением (АДсист.), а желобобразное снижение артериального давления в период диастолического расслабления — это диастолическое артериальное давление (АДдиаст.).

Пульсовое давление представляет собой разницу между систолическим и диастолическим артериальным давлением.

Средневзвешенное во времени значение артериального давления на протяжении сердечного цикла называют средним артериальным давлением (АДср.). Среднее артериальное давление можно рассчитать по следующей формуле:

$$\text{АДср.} = (\text{АДсист.} + 2\text{АДдиаст.})/3$$

Место измерения оказывает выраженное влияние на значение артериального давления. Когда пульсовая волна распространяется от сердца к периферии, то вследствие феномена отражения ее конфигурация искажается, приводя к увеличению АД сист. и пульсового давления. Например, АД сист. в лучевой артерии обычно выше, чем в аорте, потому что лучевая артерия расположена дистальнее. В отличие от вышесказанного после гипотермического искусственного кровообращения АД сист. в лучевой артерии ниже, чем в аорте, вследствие снижения сосудистого сопротивления верхней конечности. При использовании вазодилататоров (например, изофлюрана, нитроглицерина) эта разница возрастает.

На значения артериального давления также влияет место его измерения относительно уровня сердца, что обусловлено действием силы тяжести. При тяжелых заболеваниях периферических артерий могут наблюдаться существенные различия при измерении артериального давления на правой и левой руке: в этом случае следует принимать во внимание большее значение.

1.1.1 Неинвазивный мониторинг артериального давления

1.1.1.1 Показания

Общая и регионарная анестезия — это абсолютные показания для мониторинга артериального давления. Методика и частота измерения артериального давления зависят от состояния больного и вида хирургического вмешательства. В подавляющем большинстве случаев аускультативное измерение артериального давления каждые 3 — 5 мин представляет собой вполне адекватный подход. Если аускультативно измерить артериальное давление невозможно (например, при выраженном ожирении), то используют доплерографию или осциллометрию.

1.1.1.2 Противопоказания

Не следует накладывать манжетку для измерения артериального давления на конечность с аномалиями сосудов (например, артериовенозная фистула для гемодиализа) или установленным катетером для в/в инфузий.

1.1.1.3 Клинические особенности

Во время анестезии необходимо поддерживать адекватную доставку кислорода к жизненно важным органам. К сожалению, аппаратура для мониторинга перфузии и оксигенации отдельных органов сложна и дорогостояща, поэтому об органном кровотоке судят по системному артериальному давлению. Следует заметить, что кровоток определяется не только градиентом (разницей) давления, но и сосудистым сопротивлением: Поток = Градиент давления/ Сосудистое сопротивление. Таким образом, артериальное давление следует рассматривать только как индикатор перфузии органов, но отнюдь не как ее точный показатель.

В анестезиологии часто используются автоматические мониторы артериального давления. Автоматический насос нагнетает воздух в манжетку через установленные интервалы времени. Если воздух нагнетается в манжетку слишком часто и на протяжении длительного времени, то могут возникнуть отек конечности (вследствие интенсивного поступления введенных инфузионных растворов из сосудистого русла во внеклеточную жидкость) и парезы нервов. На случай неисправности всегда должен быть готов к работе запасной комплект оборудования для измерения артериального давления.

1.1.2 Инвазивный мониторинг артериального давления

1.1.2.1 Показания

Показания к инвазивному мониторингу артериального давления путем катетеризации:

- управляемая гипотония;
- высокий риск значительных сдвигов артериального давления во время операции;
- заболевания, требующие точной и непрерывной информации об артериальном давлении для эффективного управления гемодинамикой;
- необходимость частого исследования газов артериальной крови.

1.1.2.2 Противопоказания

Следует по возможности воздерживаться от катетеризации, если отсутствует документальное подтверждение сохранности коллатерального кровотока, а также при подозрении на сосудистую недостаточность (например, синдром Рейно).

1.1.2.3 Методика и осложнения

Для чрескожной катетеризации доступен ряд артерий:

1. Лучевую артерию катетеризируют чаще всего, так как она располагается поверхностно и имеет коллатерали. Тем не менее у 5 % людей артериальные ладонные дуги

оказываются незамкнутыми, что делает коллатеральный кровоток неадекватным. Проба Аллена — простой, хотя и не вполне достоверный способ определения адекватности коллатерального кровообращения по локтевой артерии при тромбозах лучевой артерии. Вначале больной несколько раз энергично сжимает и разжимает кулак, пока кисть не побледнеет; кулак остается сжатым. Анестезиолог пережимает лучевую и локтевую артерии, после чего больной разжимает кулак. Коллатеральный кровоток через артериальные ладонные дуги считается полноценным, если большой палец кисти приобретает первоначальную окраску не позже чем через 5 с после прекращения давления на локтевую артерию. Если восстановление первоначального цвета занимает 5 — 10 с, то результаты теста нельзя трактовать однозначно (иначе говоря, коллатеральный кровоток "сомнителен"), если больше 10 с — то существует недостаточность коллатерального кровотока. Альтернативными методами определения артериального кровотока дистальнее места окклюзии лучевой артерии могут быть пальпация, доплеровское исследование, плетизмография или пульсоксиметрия. В отличие от пробы Аллена, для этих способов оценки коллатерального кровотока не требуется содействие самого больного.

2. Катетеризацию локтевой артерии технически сложнее проводить, так как она залегает глубже и более извита, чем лучевая. Из-за риска нарушения кровотока в кисти не следует катетеризировать локтевую артерию, если ипсилатеральная лучевая артерия была пунктирована, но катетеризация не состоялась.

3. Плечевая артерия крупная и достаточно легко идентифицируется в локтевой ямке. Так как по ходу артериального дерева она расположена недалеко от аорты, то конфигурация волны искажается лишь незначительно (по сравнению с формой пульсовой волны в аорте). Близость локтевого сгиба способствует перегибанию катетера.

4. При катетеризации бедренной артерии высок риск формирования псевдоаневризм и атером, но часто только эта артерия остается доступной при обширных ожогах и тяжелой травме. Асептический некроз головки бедренной кости — редкое, но трагическое осложнение при катетеризации бедренной артерии у детей.

1.2 Электрокардиография

1.2.1 Показания и противопоказания

Мониторинг ЭКГ при хирургических вмешательствах показан всем больным без исключения. Противопоказаний нет.

1.2.2 Методика и осложнения

Диагностическую ценность ЭКГ определяет выбор отведения. Электрическая ось II отведения параллельна предсердиям, поэтому именно в этом отведении вольтаж зубца R максимален. Мониторинг II отведения ЭКГ позволяет распознавать ишемию нижней стенки левого желудочка и аритмии. Отведение V₅ регистрируется при установке электрода в пятом межреберье по передней подмышечной линии, что позволяет обнаружить ишемию передней и боковой стенки левого желудочка. Истинное отведение V₅ можно получить только на электрокардиографе, снабженном не менее чем пятью входными проводами для снятия ЭКГ.

Каждое отведение несет уникальную информацию, поэтому идеальным вариантом является одновременный мониторинг отведений II и V₅; с помощью двухканального

электрокардиографа. При использовании одноканального электрокардиографа выбор отведения для мониторинга зависит от локализации предшествующего инфаркта или ишемии миокарда.

Пищеводные отведения позволяют распознать аритмии даже лучше, чем II отведение, но они пока не получили широкого распространения в условиях операционной.

1.2.3 Клинические особенности

ЭКГ представляет собой запись электрических потенциалов, генерируемых клетками миокарда. Интраоперационный мониторинг ЭКГ позволяет своевременно диагностировать нарушения ритма и проводимости, дисфункцию электрокардиостимулятора, ишемию миокарда, электролитные расстройства. Так как вольтаж измеряемых потенциалов невелик, то артефакты составляют серьезную проблему при интерпретации ЭКГ.

Цифровое отображение частоты сердечных сокращений может быть ошибочным, если монитор воспринимает в качестве комплекса QRS увеличенный зубец Т (особенно часто у детей) или артефакт. В зависимости от имеющегося оборудования, до индукции анестезии следует или распечатать ЭКГ, или внести ее в память монитора для последующего сравнения с интраоперационной ЭКГ.

Автоматический анализ сегмента ST способствует раннему выявлению ишемии, не требует особых дополнительных навыков или внимания персонала и у некоторых больных способен предсказать — а иногда даже позволяет предупредить — осложнения со стороны сердечно-сосудистой системы.

Общепринятые критерии, позволяющие установить диагноз ишемии миокарда, включают уплощение или косонисходящую депрессию сегмента ST ниже изолинии более чем на 1 мм через 60 — 80 мс после точки J (точка перехода комплекса QRS в сегмент ST), особенно в сочетании с отрицательным зубцом Т. Подъем сегмента ST с сочетанием высоким заостренным зубцом Т также может быть признаком ишемии.

Автоматический анализ сегмента ST неинформативен при синдроме WPW (Вольфа — Паркинсона — Уайта), блокаде ветвей пучка Гиса электрокардиостимуляции.

1.3 Катетеризация центральных вен

1.3.1 Показания

Показания к катетеризации центральных вен включают:

- мониторинг центрального венозного давления (ЦВД) для инфузионной терапии при гиповолемии и шоке;
- парентеральное питание и введение раздражающих периферические вены препаратов;
- аспирация воздуха при воздушной эмболии;
- эндокардиальная электрокардиостимуляция;
- обеспечение венозного доступа при плохих периферических венах.

1.3.2 Противопоказания

К противопоказаниям относятся распространение клеток опухоли почек в правое предсердие и грибовидные разрастания трехстворчатого клапана. Другие противопоказания обусловлены местом катетеризации. Например, из-за риска непреднамеренной, пункции сонной артерии катетеризация внутренней яремной вены относительно противопоказана при лечении антикоагулянтами, а также при ипсилатеральной каротидной эндартерэктомии в анамнезе.

1.3.3 Методика и осложнения

Катетер для измерения ЦВД устанавливают таким образом, чтобы его конец находился прямо над местом впадения верхней полой вены в правое предсердие. Так как при этой локализации на конец катетера влияет внутригрудное давление, то в фазу вдоха ЦВД будет повышаться (при принудительной ИВЛ) или снижаться (при самостоятельном дыхании). ЦВД измеряют с помощью водного столба в градуированной трубке (единица измерения – см вод. ст.) или, что предпочтительнее, электронного датчика (единица измерения — мм рт. ст.).

Для пункции и катетеризации используют различные вены. Катетеризация подключичной вены даже при длительном нахождении катетера редко служит причиной бактериемии, но сочетается с высоким риском развития пневмоторакса во время пункции. Катетеризация правой внутренней яремной вены технически проста и относительно безопасна. Катетеризация левой внутренней яремной вены сочетается с повышенным риском эрозии сосуда и гидроторакса.

Существуют по крайней мере три методики катетеризации: катетер на игле (аналогично катетеризации периферической вены), катетер через иглу (необходима большая игла), катетер по проводнику (методика Сельдинджера).

К осложнениям катетеризации центральных вен относят:

- инфекцию;
- воздушную эмболию и тромбоэмболию;
- аритмии (признак того, что конец катетера находится в правом предсердии или желудочке);
- гематому;
- пневмоторакс, гемоторакс, гидроторакс, хилоторакс;
- перфорацию сердца;
- тампонаду сердца;
- повреждение близлежащих нервов и артерий;
- тромбозы.

1.3.4 Клинические особенности

Для нормальной работы сердца необходимо адекватное заполнение желудочков венозной кровью. ЦВД приблизительно соответствует давлению в правом предсердии, которое в значительной мере определяется КДО правого желудочка. У здоровых людей

механическая деятельность правого и левого желудочка изменяется параллельно, поэтому у них по ЦВД косвенно можно судить и о заполнении левого желудочка.

1.4 Катетеризация легочной артерии

1.4.1 Показания

Катетеризация легочной артерии показана в тех случаях, когда требуется информация о сердечном индексе, преднагрузке, ОЦК или степени оксигенации смешанной венозной крови. Эти показатели имеют исключительную ценность у больных с высоким риском возникновения гемодинамических нарушений (например, недавний инфаркт миокарда) или при операциях, сочетанных с высоким риском развития осложнений со стороны кровообращения (например, вмешательство по поводу аневризмы грудного отдела аорты).

1.4.2 Противопоказания

К относительным противопоказаниям к катетеризации легочной артерии относят полную блокаду левой ножки пучка Лиса (так как существует риск полной АВ-блокады), синдром Вольфа — Паркинсона-Уайта и аномалию Эбштейна (в связи с риском тахикардии). При этих состояниях предпочтительнее использовать катетер с встроенным электрокардиостимулятором. При сепсисе плавающий катетер может служить источником инфекции, при гиперкоагуляции - местом формирования тромбов.

1.4.3 Осложнения

Катетеризация легочной артерии может сопровождаться теми же осложнениями, что и катетеризация центральной вены, и, помимо того, бактериемией, эндокардитом, тромбообразованием, инфарктом легкого, разрывом легочной артерии (особенно при лечении антикоагулянтами, у пожилых, у женщин, при легочной гипертензии), узлообразованием катетера, нарушениями ритма и проводимости, повреждением клапанов легочной артерии.

Не следует игнорировать даже незначительное кровохарканье, так как оно может быть признаком разрыва легочной артерии. Своевременная интубация двухпросветной эндотрахеальной трубкой обеспечивает адекватную оксигенацию через неповрежденное легкое. Чем больше продолжительность катетеризации, тем выше риск развития осложнений: плавающий катетер следует удалить не позже чем через 72 ч после введения.

1.4.5 Клинические особенности

Плавающий катетер (катетер Свана — Ганца) революционизировал мониторинг и ведение больных в критическом состоянии во время операции. Катетеризация легочной артерии позволяет определить преднагрузку левого желудочка точнее, чем катетеризация центральной вены или физикальное исследование. Кроме того, катетер Свана — Ганца дает возможность получать образцы смешанной венозной крови, а также диагностировать воздушную эмболию и ишемию миокарда. Катетеры, снабженные термистором, позволяют измерять сердечный выброс, что помогает рассчитать многие параметры гемодинамики.

Некоторые модели катетеров имеют встроенные электроды, позволяющие регистрировать внутрисердечную ЭКГ и проводить электрокардиостимуляцию. Волоконно-оптический пучок (имеющийся в некоторых моделях) способствует проведению непрерывного мониторинга насыщения гемоглобина кислородом в смешанной венозной крови.

ЦВД не отражает давления в легочных капиллярах, если фракция изгнания составляет менее 0,50. Даже давление заклинивания легочной артерии не всегда соответствует конечно-диастолическому давлению левого желудочка. Зависимость между конечно-диастолическим объемом левого желудочка (истинная преднагрузка) и давлением заклинивания легочной артерии (измеряемая преднагрузка) нарушается при снижении растяжимости левого предсердия или желудочка, при дисфункции митрального клапана, при высоком сопротивлении легочных вен. Эти состояния часто встречаются в ближайшем послеоперационном периоде после серьезных вмешательств на сердце и сосудах, а также на фоне инотропной терапии и при септическом шоке.

1.5 Эхокардиография

Чреспищеводная эхокардиография с датчиком, содержащим пьезоэлектрические кристаллы, позволяет получить двухмерное изображение сердца. У младенцев и маленьких детей возможно сдавление аорты крупным датчиком. Чреспищеводная эхокардиография позволяет измерить заполнение левого желудочка (конечно-диастолический и конечно-систолический объем), фракцию изгнания, оценить глобальную сократимость и выявить нарушения локальной сократимости. Поскольку во время систолы амплитуда движений и степень утолщения ишемизированного миокарда значительно снижены, то чреспищеводная эхокардиография является чрезвычайно чувствительным индикатором интраоперационной ишемии миокарда. Помимо того, чреспищеводная эхокардиография позволяет легко обнаружить пузырьки воздуха при воздушной эмболии. Ограничениями в использовании чреспищеводной эхокардиографии являются: необходимость проводить ее под общей анестезией, сложность в разграничении ишемии миокарда и высокой постнагрузки, а также вариабельность в интерпретации результатов. При чрестрахеальной доплер-эхокардиографии датчик прикрепляют к дистальному концу эндотрахеальной трубки. Сердечный выброс рассчитывают на основании диаметра и линейной скорости кровотока восходящего отдела аорты. Точность результатов зависит от правильности размещения датчика.

1.6 Клинические особенности

Определение сердечного выброса позволяет рассчитать многие индексы, отражающие полную картину функционирования системы кровообращения. Результаты измерения давления в легочной артерии сложно интерпретировать без информации о сердечном выбросе. Например, у больного с нормальным артериальным давлением и нормальным давлением заклинивания легочной артерии перфузия жизненно важных органов может быть недостаточной вследствие низкого сердечного выброса и высокого общего периферического сосудистого сопротивления. Эффективное фармакологическое воздействие на преднагрузку, постнагрузку и сократимость невозможно без точного измерения сердечного выброса.

2 Мониторинг дыхания

2.1 Пульсоксиметрия

2.1.1 Показания и противопоказания

Пульсоксиметрия входит в стандарт обязательного интраоперационного мониторинга. Пульсоксиметрия особенно полезна в тех случаях, когда необходимо часто контролировать оксигенацию: при сопутствующей легочной патологии (например, при легочном фиброзе, обусловленном действием блеомицина), при специфическом характере оперативного вмешательства (например, пластика грыжи пищеводного отверстия диафрагмы), при некоторых видах анестезиологического пособия (например, односторонняя ИВЛ). Пульсоксиметрия показана для мониторинга у новорожденных с риском ретинопатии недоношенности.

Противопоказаний к пульсоксиметрии нет.

2.1.2 Методика и осложнения.

В основе пульсоксиметрии лежат принципы оксиметрии и плетизмографии. Она предназначена для неинвазивного измерения насыщения артериальной крови кислородом. Датчик состоит из источника света (два светоэмиссионных диода) и приемника света (фотодиода). Датчик размещают на пальце руки или ноги, на мочке уха — т. е. там, где возможна трансиллюминация (просвечивание насквозь) перфузируемых тканей. Оксиметрия основана на том, что оксигемоглобин (оксигенированный гемоглобин) и дезоксигемоглобин (восстановленный гемоглобин) отличаются по способности поглощать лучи красного и инфракрасного спектра (закон Ламберта — Бера). Оксигемоглобин (HbO_2) сильнее поглощает инфракрасные лучи (с длиной волны 990 нм), тогда как дезоксигемоглобин интенсивнее поглощает красный свет (с длиной волны 660 нм), поэтому деоксигенированная кровь придает коже и слизистым оболочкам синеватый цвет (цианоз). Следовательно, в основе оксиметрии лежит изменение поглощения света при пульсации артерии. Соотношение поглощения красных и поглощения инфракрасных волн анализируется микропроцессором, в результате рассчитывается насыщение пульсирующего потока артериальной крови кислородом — SpO_2 .

Пульсация артерии идентифицируется путем плетизмографии, что позволяет учитывать световую поглощение неппульсирующим потоком венозной крови и тканями и проводить соответствующую коррекцию. Если периодически не менять положение датчика, то тепло от источника света или механическое сдавление фиксирующей частью может вызвать повреждение тканей.

2.1.3 Клинические особенности

Пульсоксиметрия, помимо насыщения кислородом, оценивает перфузию тканей (по амплитуде пульса) и измеряет частоту сердечных сокращений. Поскольку в норме насыщение крови кислородом составляет приблизительно 100 %, то в большинстве случаев отклонение от этого показателя свидетельствует о серьезной патологии.

Датчики, прикрепленные к мочке уха, реагируют на изменения насыщения быстрее пальцевых, потому что кровь от легких поступает к уху раньше, чем к пальцам. Потерю сигнала вследствие периферической вазоконстрикции можно предупредить, выполнив блокаду пальцевых нервов растворами местных анестетиков.

Причиной появления артефактов при пульсоксиметрии могут быть такие состояния, как избыточная внешняя освещенность; движения; инъекция метиленового синего; пульсация вен в конечности, опущенной ниже уровня тела; низкая перфузия (например, при низком сердечном выбросе, выраженной анемии, гипотермии, высоком общем периферическом сопротивлении); смещение датчика; поступление света от светоизлучающего диода к фотодиоду, минуя артериальное ложе (оптическое шунтирование).

Тем не менее пульсоксиметрия — это поистине бесценный метод для быстрой диагностики катастрофической гипоксии (например, при нераспознанной интубации пищевода), а также для наблюдения за доставкой кислорода к жизненно важным органам. В палате пробуждения пульсоксиметрия помогает выявить такие дыхательные расстройства, как выраженная гиповентиляция, бронхоспазм и ателектаз.

3 Мониторинг концентрации углекислого газа в конце выдоха (капнография)

3.1 Показания и противопоказания

Определение концентрации CO_2 в конце выдоха применяется при всех методиках анестезии для подтверждения адекватности вентиляции. Знание концентрации CO_2 в конце выдоха позволяет проводить мониторинг при снижении внутричерепного давления с помощью ИВЛ в режиме гипервентиляции. Резкое снижение концентрации CO_2 в конце выдоха является чувствительным индикатором воздушной эмболии — серьезного осложнения при операциях на задней черепной ямке, выполняемых в положении больного сидя. Противопоказаний к капнографии не существует.

3.2 Методика и осложнения

Капнограф позволяет осуществлять достоверный мониторинг дыхания, кровообращения и состояния дыхательного контура. И капнографы прямого потока, и аспирационные капнографы основаны на принципе абсорбции инфракрасного света углекислым газом. Капнографы прямого потока измеряют концентрацию углекислого газа, проходящего через адаптер, установленный в дыхательном контуре. Капнограф измеряет степень абсорбции инфракрасных лучей в процессе прохождения через поток газа, и на мониторе отображается концентрация CO_2 . Аспирационные капнографы (капнографы бокового потока) постоянно отсасывают газовую смесь из дыхательного контура в измерительную камеру монитора. Концентрация углекислого газа определяется сравнением степени абсорбции инфракрасных лучей в камере с образцом и в камере, свободной от CO_2 . Постоянная аспирация анестезиологических газов приводит к существенным утечкам из дыхательного контура, что в отсутствие системы отвода отработанных газов или рециркуляции загрязняет воздух операционной. Высокая скорость аспирации (до 250 мл/мин) и использование трубок с низким "мертвым пространством" обычно увеличивают чувствительность и сокращают запаздывание по времени. Если дыхательный объем невелик

(например, у детей), то при высокой скорости аспирации из дыхательного контура может насасываться свежая дыхательная смесь, что приводит к занижению концентрации CO_2 в конце выдоха. Низкая скорость аспирации (менее 50 мл/мин) увеличивает запаздывание по времени и занижает концентрацию при высокой частоте дыхания.

Нарушение работы клапана выдоха выявляется при обнаружении CO_2 во вдыхаемой смеси. Хотя неисправность клапана вдоха также вызывает рециркуляцию CO_2 , этот дефект не столь очевиден, так как часть инспираторного объема будет еще свободна от CO_2 . При этом на мониторе капнографа в части фазы вдоха будет высвечиваться ноль. В аспирационной трубке и измерительной камере легко осаждается влага, что может привести к обструкции аспирационной линии и ошибке в измерении.

3.3 Клинические особенности

Другие газы (например, закись азота) также абсорбируют инфракрасные лучи, приводя к эффекту расширения давления. Капнографы быстро и достоверно определяют интубацию пищевода — наиболее распространенную причину анестезиологических катастроф, но не способны достоверно выявить интубацию бронха. Несмотря на то что в желудке в результате заглатывания выдыхаемой смеси может присутствовать небольшое количество CO_2 (в концентрации не больше 10 мм рт. Ст.), он вымывается буквально в течение нескольких вдохов. Внезапное исчезновение CO_2 на выдохе может свидетельствовать о рассоединении контура. Возрастание интенсивности метаболизма при злокачественной гипертермии сопровождается существенным нарастанием концентрации CO_2 в конце выдоха.

Градиент (разница) между концентрацией CO_2 в конце выдоха и парциальным давлением CO_2 в артериальной крови в норме составляет 2 — 5 мм рт. Ст. Этот градиент отражает альвеолярное «мертвое пространство» — альвеолы, которые вентилируются, но не перфузируются. Любое существенное снижение перфузии легких (например, воздушная эмболия, переход в вертикальное положение, уменьшение сердечного выброса или снижение артериального давления) увеличивает альвеолярное «мертвое пространство», так что в дыхательную смесь поступает меньше CO_2 и концентрация CO_2 в конце выдоха снижается. На дисплее капнографов, в отличие от капнометров, отражается кривая концентрации CO_2 (капнограмма), что позволяет распознавать различные состояния.

4 Мониторинг анестезиологических газов

4.1 Показания и противопоказания

Мониторинг анестезиологических газов обеспечивает ценную информацию при общей анестезии. Противопоказаний не существует, хотя высокая стоимость ограничивает проведение данного мониторинга.

4.2 Методики

К наиболее распространенным методикам анализа анестезиологических газов относятся масс-спектрометрия, рамановская спектроскопия и абсорбция инфракрасных лучей. Из бокового порта в сегменте дыхательного контура образцы газовой смеси под

воздействием вакуумной помпы через длинную трубку диаметром 1 мм поступают внутрь масс-спектрометра, где и осуществляется их анализ. Образец газа ионизируется электронным лучом и затем проходит через магнитное поле. Ионы с высоким соотношением масса: заряд в магнитном поле отклоняются слабее и следуют по кривой большего радиуса. Спектр отклонения ионов представляет собой основу для анализа.

Рамановская спектроскопия идентифицирует газы и измеряет их концентрацию путем анализа интенсивности световой эмиссии, которая происходит при возвращении молекул газа к исходному (невозбужденному) энергетическому состоянию после воздействия лазерным лучом.

Инфракрасные анализаторы основаны на различных методиках, принципиально сходных с капнографией. Молекулы кислорода не поглощают инфракрасные лучи, поэтому их концентрация не может быть измерена с помощью данной технологии.

4.3 Клинические особенности

Большинство масс-спектрометров обслуживают несколько операционных, хотя существуют модели предназначенные только для одной. Следовательно, образцы газа, как правило, анализируются по очереди для каждой операционной, и результаты обновляются каждые 1 — 2 мин. Новые модели непрерывно измеряют концентрацию CO_2 , с помощью инфракрасного анализатора и, таким образом, имеют преимущества перед стандартным капнографом.

Помимо содержания углекислого газа анализаторы способны измерять концентрацию азота, кислорода, закиси азота, галотана, энфлюрана, изофлюрана, десфлюрана и севофлюрана. Увеличение концентрации азота в конце выдоха свидетельствует о воздушной эмболии или поступлении воздуха извне в дыхательный контур. Измерение концентрации ингаляционных анестетиков позволяет предотвратить передозировку при нарушении работы испарителя или при не преднамеренном заполнении испарителя "чужим" анестетиком. Например, непреднамеренное заполнение энфлюранового испарителя галотаном может привести к передозировке, потому что давление насыщенного пара галотана выше и, кроме того, галотан мощнее энфлюрана.

Один из недостатков масс-спектрометрии обусловлен тем, что постоянная аспирация образцов газа осложняет измерение потребления кислорода при анестезии по закрытому (реверсивному) контуру. Если дыхательный объем невелик или же если используется бесклапанный дыхательный контур, то при высокой скорости аспирации из дыхательного контура может насасываться свежая дыхательная смесь, что приводит к занижению концентрации газов в выдыхаемой смеси.

5 Мониторинг центральной нервной системы

5.1 Электроэнцефалография. Показания и противопоказания

Электроэнцефалографию (ЭЭГ) применяют при вмешательствах на сосудах головного мозга, при искусственном кровообращении, а также при управляемой гипотонии для оценки адекватности оксигенации головного мозга. ЭЭГ-исследование в 16 отведениях, проводимое с помощью 8- канального электроэнцефалографа, редко бывает показано для мониторинга глубины анестезии, потому что существуют более простые методики. Противопоказаний к

проведению ЭЭГ нет. Методика и осложнения Электроэнцефалография представляет собой запись электрических потенциалов, генерируемых клетками коры головного мозга. Хотя можно использовать стандартные электроды для ЭКГ, все же целесообразно применять серебряные чашечковые электроды, заполняемые электродной пастой. Игольчатые электроды, изготовленные из платины или нержавеющей стали, травмируют скальп и имеют высокий импеданс (сопротивление); вместе с тем их можно стерилизовать и устанавливать в области операционного поля. Расположение электродов на скальпе (монтажная схема) соответствует международной системе «10- 20» . Между электродами существует разница электрических потенциалов, которая после фильтрации усиливается и передается на осциллоскоп или перовой писчик. Клинические особенности Интраоперационный мониторинг ЭЭГ применяют достаточно ограниченно, потому что электроэнцефалограф занимает много места, интерпретация результатов сложна и эффективность метода под вопросом. Точность ЭЭГ сомнительна у больных с устойчивым повреждением головного мозга (например, инсульт). Изменения, которые соответствуют ишемии головного мозга (например, угнетение высокочастотной активности), могут имитироваться такими состояниями, как гипотермия, воздействие анестетиков, электролитные нарушения и выраженная гипокапния. Тем не менее обнаружение отклонений на ЭЭГ ориентирует анестезиолога на поиск возможных причин ишемии, что в ряде случаев позволяет предотвратить необратимое повреждение головного мозга. Математическая обработка огромных массивов информации, полученной при ЭЭГ (например, периодический анализ, аперiodический анализ, спектральный анализ), позволяет упростить интерпретацию данных. К сожалению, компьютерный анализ обычно происходит в ущерб чувствительности. Мониторы, которые обрабатывают информацию, поступающую только от одной пары электродов, неспособны выявить очаговую ишемию мозга. Когда по мере усовершенствования математического аппарата и вида представления данных появятся более удобные для практики устройства, интраоперационный мониторинг ЭЭГ получит более широкое распространение. Вызванные потенциалы Показания Интраоперационный мониторинг вызванных потенциалов показан при хирургических вмешательствах, сочетанных с риском повреждения ЦНС (операции с искусственным кровообращением, каротидная эндартэктомия, спондилодез стержнями Харрингтона, вмешательство по поводу аневризмы брюшной аорты, операции на головном мозге). Вызванные потенциалы позволяют обнаружить глобальную ишемию при гипоксии или передозировке анестетиков. Мониторинг вызванных потенциалов облегчает проведение стереотаксических нейрохирургических операций. Противопоказания Хотя специфических противопоказаний не существует, проведение мониторинга вызванных потенциалов ограничено техническими возможностями (например, в некоторых случаях необходим прямой доступ к структурам мозга), наличием оборудования и квалифицированного персонала. Методика и осложнения Мониторинг вызванных потенциалов является неинвазивным методом оценки функции ЦНС путем измерения электрофизиологического ответа на сенсорную стимуляцию. Наиболее распространен мониторинг зрительных, акустических и соматосенсорных вызванных потенциалов. Ниже обсуждаются только последние из перечисленных. Кратковременными электрическими импульсами через пару электродов раздражают чувствительный или смешанный периферический нерв. Если раздражаемые проводящие пути не повреждены, то вызванные потенциалы будут передаваться на контралатеральную сенсорную кору. Этот потенциал измеряется электродами, установленными на скальп в соответствии с международной системой "10 — 20". Чтобы выявить реакцию коры, стимул подается

многократно, при этом каждый ответ суммируется с предыдущими и усредняется (ответы складываются и сумма делится на число суммаций). Эта методика позволяет выделить искомый сигнал и подавить фоновый шум. Вызванные потенциалы графически представляют как изменение вольтажа во времени. При анализе вызванных потенциалов оперируют такими понятиями, как латентность (время между подачей стимула и появлением потенциала) и пиковая амплитуда. Сравнивают вызванные потенциалы, полученные до и после манипуляции, сочетанной с риском повреждения мозговых структур (например, при спондилодезе стержнями Харрингтона). Определяют значимость выявленных изменений. Осложнения при мониторинге вызванных потенциалов развиваются редко. К ним относятся электрошок, раздражение кожи и ишемия от сдавления в месте наложения электродов.

Клинические особенности На вызванные потенциалы влияют не только повреждение нейронов, но и многие другие факторы. Так, анестетики оказывают на вызванные потенциалы многостороннее, сложное влияние. В общем, сбалансированная анестезия (закаись азота, миорелаксанты и опиоиды) вызывает минимальные изменения, тогда как испаряемые ингаляционные анестетики (галотан, энфлюран, севофлюран, десфлюран и изофлюран) при необходимости монито-ринга вызванных потенциалов применять не следует. Коротколатентные потенциалы в меньшей степени подвержены действию анестетиков, чем длиннолатентные потенциалы. Акустические вызванные потенциалы позволяют проводить мониторинг глубины анестезии. При мониторинге вызванных потенциалов физиологические параметры (артериальное давление, температура, насыщение гемоглобина кислородом) и глубину анестезии следует поддерживать на постоянном уровне. Устойчивое отсутствие ответа при мониторинге вызванных потенциалов является прогностическим признаком послеоперационного неврологического дефицита. К сожалению, наличие (сохранность) сенсомоторных вызванных потенциалов (путь которых проходит по задним отделам спинного мозга) не гарантирует нормальной двигательной функции, которая определяется интактностью вентральных отделов спинного мозга (ложноотрицательные результаты). Кроме того, вызванные соматосенсорные потенциалы, полученные при раздражении заднего большеберцового нерва, не позволяют отличить ишемию периферических нервов от ишемии ЦНС (ложноположительные результаты).

Разрабатываемые методики получения вызванных моторных потенциалов с помощью транскраниальной или эпидуральной стимуляции смогут уменьшить частоту получения ложных результатов.

Прочие виды мониторинга

Температура Показания **Общая анестезия** — показание к мониторингу температуры тела. Исключение можно сделать только для очень кратковременных вмешательств (< 15 мин). **Противопоказания** Противопоказаний нет, хотя иногда не рекомендуется вводить датчики в некоторые полые органы (например, при стриктурах пищевода — в пищевод).

Методика и осложнения В условиях операционной температура обычно измеряется термистором или термопарой. Термисторы представляют собой полупроводники, сопротивление которых предсказуемым образом снижается при нагревании. Термопара — это спайка из двух разнородных металлов, последовательно соединенных таким образом, что при нагревании их температура повышается неодинаково и генерируется разница потенциалов. Одноразовые датчики, сконструированные как термопары или термисторы, предназначены для мониторинга температуры барабанной перепонки, прямой кишки, носоглотки, пищевода, мочевого пузыря и кожи. Осложнения при мониторинге температуры обусловлены травмой при введении датчиков (например, перфорация прямой кишки или барабанной перепонки).

Клинические особенности **Гипотермия**, которая определяется как температура тела < 36 °C, — это частое явление при

общей анестезии и оперативных вмешательствах. Так как гипотермия снижает метаболические потребности в кислороде, она обеспечивает защиту при ишемии головного мозга или миокарда. Вместе с тем непреднамеренная гипотермия вызывает некоторые вредные физиологические эффекты. Периоперационная гипотермия сочетается с увеличением летальности у больных с травмами. Послеоперационная дрожь сопровождается увеличением потребления кислорода (которое может пятикратно превосходить потребление в покое), снижением насыщения гемоглобина кислородом и коррелирует с возрастанием риска развития ишемии миокарда и стенокардии. Хотя послеоперационная дрожь эффективно устраняется меперидином (25 мг в/в), ее все же целесообразно избегать путем поддержания нормотермии. Риск непреднамеренной гипотермии возрастает у детей и стариков, при вмешательствах на органах брюшной полости, при продолжительных операциях, а также при низкой температуре воздуха в операционной. Центральная температура (температура крови в центральных сосудах) обычно снижается на 1—2°C в течение первого часа общей анестезии (I фаза), затем в последующие 3 — 4 ч более постепенное снижение (II фаза), и в конце концов устанавливается постоянная температура, или равновесие (III фаза). Первоначальное значительное снижение температуры возникает из-за перераспределения тепла из теплых центральных отделов (например, брюшная или грудная полость) в более холодные периферические (верхние и нижние конечности) вследствие обусловленной анестетиками вазодилатации, в то время как потери тепла во внешнюю среду незначительны. Вместе с тем продолжающиеся потери тепла во внешнюю среду приводят к последующему медленному снижению температуры. В фазу равновесия потери тепла соответствуют его выработке в ходе метаболизма. В норме гипоталамус сохраняет центральную температуру тела в очень узких границах (межпороговый промежуток). Повышение температуры тела на долю градуса стимулирует испарение и вазодилатацию, тогда как снижение температуры вызывает вазоконстрикцию и дрожь. Во время общей анестезии организм не в состоянии компенсировать гипотермию, так как анестетики нарушают функцию гипоталамуса, что подавляет центральную терморегуляцию. Например, изофлюран вызывает дозозависимое снижение пороговой температуры вазоконстрикции (3°C на каждый процент концентрации изофлюрана). Спинномозговая и эпидуральная анестезия также приводят к гипотермии, вызывая вазодилатацию с последующим внутренним перераспределением тепла (I фаза). Кроме того, при регионарной анестезии происходят потери тепла в окружающую среду в результате изменения восприятия гипоталамусом; температуры в заблокированных дерматомах (II фаза). Таким образом, и общая анестезия, и регионарная увеличивают межпороговый промежуток, достигая этого посредством разных механизмов. Предварительное согревание в течение получаса с помощью согревающего одеяла (форсированная: конвекция теплого воздуха) устраняет температурную разницу между центральными и периферическими отделами тела, что предотвращает I фазу гипотермии. Снизить теплопотери (II фаза гипотермии) позволяют такие приспособления и методы, как согревающие одеяла с форсированной конвекцией теплого воздуха, одеяла с циркулирующей теплой водой, согревание и увлажнение вдыхаемой смеси, подогревание инфузионных растворов, повышение температуры воздуха в операционной. Приспособления для пассивной изоляции, например подогретые хлопковые одеяла, одеяла с полостью, имеют низкую эффективность, если только не закрыть ими все тело. Каждый из способов мониторинга обладает преимуществами и недостатками. Температура барабанной перепонки теоретически совпадает с температурой мозга, так как слуховой канал кровоснабжается из наружной сонной артерии. Риск травмы при введении датчика, а также ошибки в

показателях, обусловленные изолирующим действием ушной серы, значительно ограничивают клиническое применение тимпанических датчиков. Ректальные датчики медленно реагируют на изменение центральной температуры. Назофарингеальные датчики могут вызывать носовое кровотечение, но при условии непосредственного контакта со слизистой оболочкой измеряют центральную температуру с достаточно высокой точностью. Термистор, встроенный в плавающий катетер (катетер Свана — Ганца), также измеряет центральную температуру. Корреляция между подмышечной и центральной температурой варьируется в зависимости от перфузии кожи. Жидкокристаллическая липкая полоска, размещаемая на коже, не является адекватным индикатором центральной температуры во время хирургической операции. В пищеводных температурных датчиках, часто встраиваемых в пищеводный стетоскоп, оптимально сочетаются экономичность, точность и безопасность. Чтобы исключить измерение температуры трахеальных газов, температурный датчик должен быть размещен позади сердца, в нижней трети пищевода. На положение датчика в этой позиции указывает усиление сердечных тонов. Диурез Показания Надежный мониторинг диуреза невозможен без катетеризации мочевого пузыря. Показаниями к введению мочевого катетера являются сердечная недостаточность, почечная недостаточность, тяжелое заболевание печени и шок. Мочевой пузырь всегда катетеризируют при операциях на сердце, аорте, сосудах почек, головном мозге, больших вмешательствах на брюшной полости, а также в случаях, когда ожидаются значительные нарушения водного баланса. Продолжительные оперативные вмешательства и интраоперационное введение диуретиков также служат показаниями к катетеризации мочевого пузыря. Иногда необходимость в катетеризации мочевого пузыря возникает при затруднениях мочеиспускания в палате пробуждения после общей или регионарной анестезии. Противопоказания Следует избегать катетеризации мочевого пузыря при высоком риске его инфицирования. Методика и осложнения Катетеризация обычно выполняется хирургами или медицинскими сестрами. Чтобы избежать травмы, при патологии уретры мочевого пузыря должен катетеризировать уролог. Мягкий резиновый катетер Фолея вводят в мочевой пузырь через уретру и соединяют с калиброванной емкостью для сбора мочи. Во избежание развития мочевого рефлюкса емкость для сбора мочи следует размещать ниже уровня мочевого пузыря. К осложнениям катетеризации относятся травма уретры и инфекция мочевыводящих путей. Острая декомпрессия переполненного мочевого пузыря может вызвать артериальную гипотонию. Надлобковую чрескожную катетеризацию мочевого пузыря пластиковой трубкой, вводимой через толстую иглу, выполняют редко. Клинические особенности Диурез отражает степень перфузии и состояние функции почек. Это своего рода индикатор состояния почек, системы кровообращения, водного баланса и ОЦК. Олигурия определяется как снижение диуреза менее чем на 0,5 мл (кг х ч), но это не совсем корректно, так как в действительности нормальный уровень диуреза зависит еще и от концентрирующей способности почек, а также от осмотической нагрузки. Содержание электролитов в моче, осмолярность и удельная масса мочи позволяют проводить дифференциальную диагностику олигурии. Стимуляция периферического нерва. Показания Поскольку чувствительность к миорелаксантам варьируется, следует проводить мониторинг нервно-мышечной передачи у всех больных, получающих миорелаксанты среднего или длительного действия. Кроме того, стимуляция периферического нерва позволяет оценить миорелаксацию при быстрой последовательной индукции, а также при продолжительной инфузии миорелаксантов короткого действия. Наконец, при регионарной анестезии стимуляция помогает идентифицировать нерв и определить степень сенсорного блока.

Противопоказания Противопоказаний к мониторингу нервно-мышечной передачи не существует, хотя в некоторых случаях удобные для размещения электродов места находятся в зоне оперативного вмешательства. Методика и осложнения На кожу в проекции периферического двигательного нерва накладывают пару электродов, после чего подают электрический стимул. Используют либо хлорсеребряные электроды для ЭКГ, либо подкожные иглы. Регистрируется вызванный механический или электрический ответ иннервируемой мышцы. Хотя электромиография обеспечивает быстрое, точное и количественное измерение нервно-мышечной передачи, в клинической практике вполне приемлема визуальная или тактильная оценка мышечного сокращения. Чаще всего стимулируют локтевой нерв (наблюдают сокращение приводящей мышцы большого пальца кисти) или лицевой нерв (наблюдают сокращение круговой мышцы глаза. При мониторинге нервно-мышечной передачи следует избегать прямой стимуляции мышцы, располагая электроды по ходу нерва, но не над самой мышцей. Чтобы генерировать супрамаксимальный импульс, стимулятор периферического нерва должен обеспечить прохождение тока 50 мА через нагрузку в 1000 Ом. У пациентов в сознании ток с такими характеристиками вызывает значительный дискомфорт. Осложнения от стимуляции нервов ограничиваются раздражением кожи и ссадинами в месте наложения электродов. Клинические особенности Мониторинг нервно-мышечной блокады осуществляют с помощью различных режимов стимуляции периферических нервов. Для стимуляции используют электрические импульсы квадратной формы длительностью 200 мкс и одинаковой интенсивности. Одиночный стимул представляет собой одиночный импульс, подаваемый с частотой от 1 до 0,1 Гц (т.е. от 1 раза в 1 с до 10 раз в 10 с). Углубление нервно-мышечной блокады угнетает вызванный мышечный ответ при подаче одиночного стимула. Серия из четырех импульсов (англ. train, сокращенно — TOF) состоит в подаче четырех последовательных импульсов в течение 2 с (частота 2 Гц). По мере угнетения нервно-мышечной проводимости мышечные ответы на стимуляцию в ТОF-режиме последовательно затухают. Соотношение мышечных ответов на первый и четвертый импульс серии является чувствительным индикатором действия недеполяризующих миорелаксантов, но в клинических условиях измерить его трудно. В то же время простая визуальная оценка последовательного затухания мышечных ответов значительно удобнее для анестезиолога и коррелирует со степенью нервно-мышечной блокады. Отсутствие четвертого ответа соответствует 75 % нервно-мышечной блокаде, отсутствие третьего — 80 % и отсутствие второго — 90 % (100 % здесь — максимальная нервно-мышечная блокада). Для возникновения клинических признаков миорелаксации необходима 75 — 95 % нервно-мышечная блокада. Тетаническая стимуляция. Непрерывная серия импульсов частотой 50 — 100 Гц, подаваемых в течение 5 с, является чувствительным индикатором нервно-мышечной проводимости. Непрерывное сокращение в течение 5 с указывает на адекватно, но не обязательно полное — прекращение действия миорелаксантов. Стимуляция в режиме двойной вспышки (СРДВ) более комфортна для больного, чем тетаническая стимуляция. СРДВ имеет два варианта: серия из трех коротких (0,2 мс) импульсов с интервалом 20 мс (частота 50 Гц), затем пауза длиной 750 мс, после чего повторяются два (СРДВ) или три (СРДВ) импульса, аналогичных начальным. Стимуляция в режиме двойной вспышки более чувствительна для клинической (визуальной) оценки затухания, чем стимуляция в ТОF-режиме. Так как чувствительность разных мышечных групп к воздействию миорелаксантов различна, использование стимулятора периферических нервов не может заменить непосредственного наблюдения за состоянием тех мышц (например, диафрагмы), которые должны быть расслаблены во время той или иной

операции. Более того, восстановление функции приводящей мышцы большого пальца кисти и тонуса мышц, поддерживающих проходимость дыхательных путей, совсем не обязательно протекает параллельно. После воздействия миорелаксантов нервно-мышечная проводимость в диафрагме, прямых мышцах живота, приводящих мышцах гортани и круговой мышце глаза восстанавливается быстрее, чем в приводящей мышце большого пальца кисти. К иным признакам восстановления мышечного тонуса относятся способность удержать голову, усилие вдоха не менее 25 см вод. ст. и возможность крепко сжать руку. Гипотермия исследуемой группы мышц ослабляет силу ответа на стимул (6 процентов на каждый градус).

Список использованных источников

1. «Неотложная медицинская помощь», под ред. Дж. Э. Тинтиналли, Рл. Кроума, Э. Руиза, Перевод с английского д-ра мед. наук В.И.Кандрора, д. м. н. М.В.Неверовой, д-ра мед. наук А.В.Сучкова, к. м. н. А.В.Низового, Ю.Л.Амченкова; под ред. Д.м.н. В.Т. Ивашкина, Д.М.Н. П.Г. Брюсова; Москва «Медицина» 2001
2. Интенсивная терапия. Реанимация. Первая помощь: Учебное пособие / Под ред. В.Д. Малышева. — М.: Медицина.— 2000.— 464 с.: ил.— Учеб. лит. Для слушателей системы последипломного образования.— ISBN 5-225-04560-X
3. Вагнер Г.С. Практическая электрокардиография Ма-риотта. М.; СПб., 2002.
4. Хамм КюВ., Виллемс Ш. ЭКГ. М., 2013.
5. Benumof J. L. (eds). Clinical Procedures in Anesthesia and Intensive Care. Lippincott, 1992. Известное руководство, включающее описание большинства процедур мониторинга.
6. Blitt C. D., Hines R. L. (eds). Monitoring in Anesthesia and Critical Care Medicine, 3rd ed. Churchill Livingstone, 1995. Представлены все аспекты мониторинга во время анестезии
7. Butterworth J. F. Atlas of Procedures in Anesthesia and Critical Care. Saunders, 1992. Хорошо иллюстрированный атлас, включающий поэтапное описание катетеризации артерии и вены.