

## МЕСТО КИСЛОРОДОТЕРАПИИ В МЕДИЦИНЕ КРИТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ

*А. Варвинский (Архангельск, Россия), С. Хант (Уэльс, Кардифф)*

### Введение

Со времени введения кислорода в клиническую практику прошло уже более 200 лет. Применение данного газа является, по-видимому, наиболее широко распространенным компонентом интенсивной терапии как на этапе первой, так и квалифицированной врачебной помощи. При надлежащем использовании кислород может спасти жизнь, он служит неотъемлемым условием начального лечения многих критических состояний. Немаловажно, чтобы этот газ не только попадал в легкие, но и доставлялся к тканям. В связи с этим значение сердечного выброса, состояние кровообращения в целом и уровень гемоглобина играют жизненно важную роль и определяют необходимость раннего восстановления гемодинамики во время проведения СЛР. Как и в случае любого другого лекарственного препарата, кислород должен применяться по строгим показаниям, в соответствующей дозировке (концентрации) и в течение правильно выбранного периода времени.

### Получение и хранение кислорода

При значительном снижении температуры газы переходят в твердое (углекислый газ) или жидкое (кислород и азот) состояние. Для получения жидкой формы кислород должен быть охлажден ниже  $-118^{\circ}\text{C}$ , при этом объем занимаемый газом значительно уменьшается. В случае последующего повышения температуры и переходе в газообразное состояние образуется огромный объем газа. Кислород может храниться в газообразном состоянии в баллонах или в виде жидкости в специальных контейнерах. Благодаря малому объему, свойственному данному газу в сжиженном состоянии, он может без труда подвергаться дли-

тельному хранению и транспортировке. В то же время поддержание необходимой для этого низкой температуры сопряжено с определенными трудностями, которые освещены ниже.

*Вакуумно-изолированные испарители (ВИИ, VIE).* ВИИ представляют собой специальные, приспособленные для хранения жидкого кислорода, контейнеры. Они обеспечивают сжиженному газу сохранение низкой температуры. Контейнер состоит из двух слоев: наружная оболочка, выполненная из углеродистой стали, и внутренняя - из нержавеющей стали, которая и представляет содержащую кислород емкость, разделены вакуумом (рисунок 1). Температура находящегося внутри кислорода поддерживается на уровне приблизительно  $-190^{\circ}\text{C}$ , давление в контейнере составляет 10,5 атм. (10,5 Бар). Находящийся над слоем жидкого газа газообразный кислород проходит через нагревательный теплообменник и достигает температуры окружающей среды. Затем газ поступает в больничную разводящую систему, обеспечивающую постоянный подвод газа к выпускным дозаторам в палатах и операционных блоках. Контейнер постоянно находится под воздействием внешнего тепла, обеспечивающего поступление энергии, необходимой для испарения жидкого газа и поступления кислорода в больничную разводящую систему. Постоянная утечка газа в систему предупреждает чрезмерное повышение давления внутри контейнера. При чрезмерном и опасном нарастании давления (более 17 атм.) происходит срабатывание клапана безопасности, после чего кислород стравливается в окружающую атмосферу.

Таблица 1: Используемые в тексте термины и единицы измерения

$\text{PaO}_2$	Парциальное давление (напряжение) или уровень кислорода артериальной крови
Бар	Единица давления, составляющая приблизительно 1 атмосферу (760 mmHg или 101 кПа)
кПа	1 килоПаскаль = 1000 Паскалей (Па); единица измерения давления (7,5 mmHg = 1 кПа)
МОВ (минутный объем вентиляции)	Объем газа, участвующий в дыхании в течение 1 минуты
Пиковая скорость потока вдоха	Максимальная скорость потока воздуха (газотока) при вдохе
<>	< = менее чем; > = более чем

Таблица 2: Размеры баллонов для кислорода

Размер	C	D	E	F	G	J
Высота (см)	36	46	79	86	124	145
Емкость (л)	170	340	680	1360	3400	6800

Падение давления газа в контейнере может быть вызвано значительным увеличением потребности больницы в его использовании. Для поддержания необходимого давления жидкий кислород может быть выведен из контейнера, пропущен через испаритель и затем возвращен в ВИИ уже в газообразном состоянии. Количество содержащегося в контейнере газа может оцениваться путем взвешивания ВИИ встроенным устройством.

ВИИ используются в крупных лечебных учреждениях, снабженных централизованной системой разводки кислорода. Пополнение запасов жидкого газа в контейнерах осуществляется специально оборудованными автоцистернами, которые развозят сжиженный кислород после заправки на кислородных станциях.

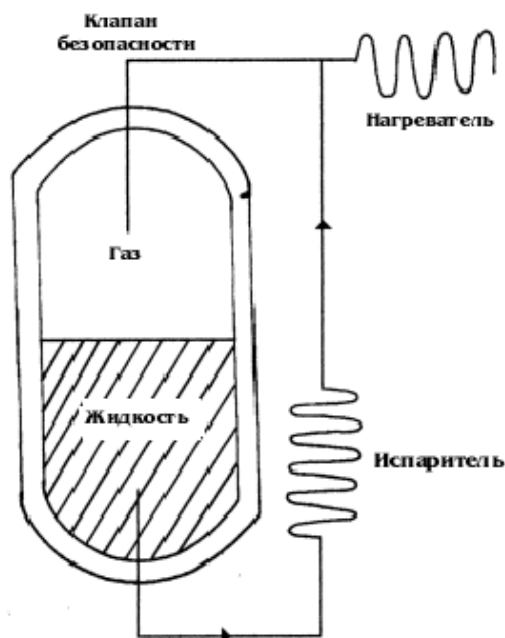


Рис. 1. Вакуумно-изолированный испаритель – обратите внимание на газообразный кислород, находящийся над поверхностью сжиженного. Газ поступает в находящуюся наверху резервуара систему забора. При возникновении необходимости в больших количествах кислорода, жидкий газ забирается со дна емкости и после прохождения через испаритель поступает в разводящую систему

**Кислород в баллонах.** Газ также может храниться под давлением в специальных баллонах, изготовленных из стали с добавлением молибдена. Баллоны могут объединяться по несколько штук в стояк и присоединяться к разводящей кислородной системе. Преимуществами подобного объединения баллонов являются снижение цены, облегчение транспортировки и возможность постоянной взаимозаменяемости. Существуют баллоны нескольких размеров и емкости. При 15<sup>0</sup>С давление внутри составляет 137 Бар.

**Концентраторы кислорода.** Концентраторы кислорода представляют собой приборы, извлекающие кислород из атмосферного воздуха при помощи содержащих zeолит коробочных фильтров. После отделения азота выделяется практически чистый кислород. Принцип действия и экономическая целесообразность использования этих устройств детально описаны. При использовании эфира необходимо размещать концентраторы на высоте более 1,5 м от поверхности пола.

#### Гипоксия

*Гипоксемия* подтверждается при снижении напряжения кислорода в артериальной крови ниже 80 mm Hg (10,6 кПа). *Гипоксией* называется состояние, при котором недостаток кислорода проявляется на тканевом уровне. Традиционно принято разделять гипоксию на 4 типа:

1. Гипоксическая гипоксия – выражается в снижении парциального давления кислорода в артериальной крови.
2. Гемическая (или анемическая) гипоксия – состояние, при котором напряжение кислорода в крови соответствует нормальному уровню, но снижена концентрация способного к транспорту гемоглобина (анемия) или способность гемоглобина связывать и транспортировать кислород (отравление CO).
3. Стагнантная (застойная) или ишемическая гипоксия – состояние, при котором, несмотря на нормальное содержание гемоглобина и парциальное давление кислорода, кровоснабжение тканей настолько снижено, что кислород практически к ним не доставляется.
4. Гистотоксическая гипоксия – система доставки кислорода к тканям не нарушена, но действие токсических веществ препятствует его утилизации.

#### Распознавание гипоксии

По причине большого числа признаков и симптомов тканевую гипоксию не всегда легко

распознать. На развитие данного состояния указывают:

- изменение психического состояния (возбуждение, дезориентация, сонливость, развитие комы)
- диспноэ, тахипное или гиповентиляция
- аритмии
- периферическая вазоконстрикция, часто сопровождающаяся повышенной влажностью конечностей
- системная гипо- или гипертензия в зависимости от сопутствующих заболеваний
- тошнота, рвота и прочие желудочно-кишечные нарушения

Цианоз соответствует синеватой окраске кожных покровов и связан с избыточным количеством деоксигенированного гемоглобина в крови периферических кровеносных сосудов. Цианоз возникает при повышении уровня деоксигенированного гемоглобина выше 15 г/л (при нормальном уровне Hb – 150 г/л). При нормальном содержании Hb данное состояние часто развивается при снижении сатурации артериальной крови кислородом ниже 90%. При снижении SaO<sub>2</sub> у пациентов с анемией цианоз нередко отсутствует.

Поскольку клинические признаки неспецифичны, лучшим методом оценки оксигенации является измерение сатурации артериальной крови (SaO<sub>2</sub> не должна быть ниже 95%) и прямое определение в ней же парциального давления кислорода (гипоксии соответствует снижение PaO<sub>2</sub> < 80 mm Hg или 10,6 кПа). Пульсоксиметры и газоанализаторы находят все большее применение в различных сферах медицины. В то же время, даже при неизменных показателях PaO<sub>2</sub> и SaO<sub>2</sub> при снижении сердечного выброса, анемии или потере тканями способности утилизировать кислород (например, при отравлении цианидами) может развиваться тканевая гипоксия. Развивающийся в данной ситуации анаэробный метаболизм сопровождается ростом концентрации лактата.

#### Системы доставки кислорода к пациенту

Доставка кислорода пациенту может осуществляться при помощи различных устройств и приспособлений. К двум наиболее распространенным типам подобных устройств отно-

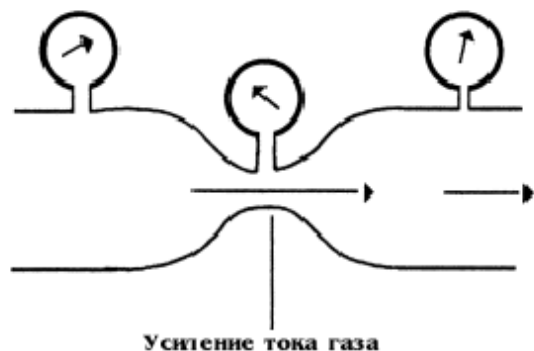
сятся маски с фиксированной (нерегулируемой по FiO<sub>2</sub>) и регулируемой пропускной способностью.

#### Подробности

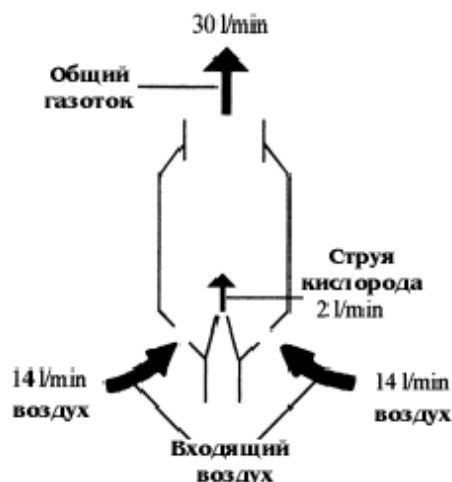
В основе принципа действия так называемых масок НАFOE лежит эффект Бернулли, заключающийся в поступлении внешнего воздуха через боковые отверстия канала. Согласно принципу Вентури, при протекании газового потока через трубку, имеющую сужение, его скорость в этом месте нарастает, что, в свою очередь, служит источником получения дополнительной кинетической энергии. Общая энергия всей системы должна оставаться стационарной, следовательно, потенциальная энергия должна уменьшиться. Потенциальной энергии газа соответствует значение его давления. Таким образом, в области снижения потенциальной энергии газа происходит относительное падение его давления. При этом благодаря появлению области пониженного давления становится возможным поступление вторичного газа (в данном случае атмосферного воздуха), которое может происходить непосредственно в канал или через боковое отверстие (рис. 3).



Рис. 2. На рисунке представлен а маска постоянного потока (с нерегулируемой фракцией кислорода), снабженная системой подсоса Вентури. Подробности механизма действия этих устройств представлены ниже. Поток кислорода является постоянным, фракция доставляемого газа составляет 24%. Обратите внимание на большой размер маски и отверстия, позволяющие газовой смеси покидать пространство под маской.



**Рис. 3а.** Эффект Бернулли возникает при прохождении газа через имеющий сужение канал (трубку). Обратите внимание на происходящее в месте уменьшения диаметра падение давления.



**Рис. 3б.** Система (клапан) Вентури. Кислород со скоростью 2 л/мин (низкий поток) проходит через узкое выпускное отверстие «увлекает» за собой окружающий воздух (28 л/мин). Точный подбор размера боковых отверстий позволяет обеспечить смешение кислорода и окружающего воздуха в нужной пропорции.

**Маски с нерегулируемым составом газовой смеси** обеспечивают постоянную концентрацию поступающего к пациенту кислорода ( $FiO_2$ ) вне зависимости от каких-либо изменений минутной вентиляции. К подобным системам относятся:

- Закрытые или полузакрытые анестезиологические дыхательные системы, соединенные с наркозным аппаратом и снабженные накопительным мешком. Необходимо поступление сжатого газа.
- Головные тенты для новорожденных с постоянным поступлением воздушно-кислородной смеси. Для вымывания накапливающегося в замкнутом пространстве  $CO_2$  необходимо поддержание достаточного газотока под тентом.
- Системы типа НАFOE (High Air Flow Oxygen Enrichment – высокопоточное обогащение кислородом), например, *Venti-mask*.

Маски типа НАFOE (рис. 2) имеют цветовую маркировку и указание на необходимый для достижения данной концентрации кислорода минутный поток этого газа (в л/мин). Они снабжены отверстиями, предназначенными для поступления окружающего воздуха (по принципу Вентури). Для использования подобных приспособлений требуется относительно высокий поток кислорода: например, 8 л/мин для образования газовой смеси с  $FiO_2$  40% и 15 л/мин для обеспечения концентрации кислорода на уровне 60%. Объемная скорость кислорода в 2, 4 и 6 л/мин обеспечивает

поступление газовой смеси с  $FiO_2$  24, 28 и 31%, соответственно. Пациент дышит при постоянной концентрации  $O_2$  благодаря тому, что скорость поступления обогащенного воздуха превышает пиковую скорость потока вдоха. Таким образом «разбавления» смеси окружающим воздухом не происходит. Рециркуляция и повторное вдыхание смеси исключается в связи с высокой скоростью потока, позволяющей вытеснить выдыхаемый газ. *Системы (маски) с регулируемой фракцией кислорода.* Второй тип систем для кислородотерапии представлен устройствами с регулируемой подачей кислорода. Концентрация поступающего кислорода зависит от таких факторов, как минутный объем вентиляции пациента, пиковая скорость вдоха и объемная скорость  $O_2$ . Например, в случае, если минутный объем дыхания больного мал, а скорость потока кислорода значительна,  $FiO_2$  становится относительно высокой. Увеличение МОД без соответствующего роста объемной скорости кислорода приводит к падению концентрации  $O_2$  во вдыхаемой газовой смеси. При использовании подобного типа систем значение  $FiO_2$  отличается неустойчивостью и неточностью, однако в большинстве случаев при потоке 2 л/мин  $FiO_2$  составляет 25-30%, при 4 л/мин – 30-40%. К устройствам данного типа относятся:

- *Носовые канюли.* Использование этих приспособлений не сопровождается ростом объема мертвого пространства.  $FiO_2$

**Таблица 1**

<i>Неконтролируемая кислородотерапия не показана при следующих заболеваниях и патологических состояниях</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• бронхиальная астма</li> <li>• пневмония</li> <li>• бронхолит</li> <li>• РДСВ</li> <li>• остановка дыхания или кровообращения</li> <li>• ТЭЛА</li> <li>• шоковое состояние, обусловленное сепсисом, гиповолемией, сердечной недостаточностью, инфарктом миокарда</li> <li>• отравление угарным газом</li> </ul>
<i>Заболевания и патологические состояния, при которых показана контролируемая кислородотерапия</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ХОБЛ на фоне гипоксической регуляции (драйва) дыхания</li> <li>• у недоношенных новорожденных</li> </ul>

- зависит от потока кислорода. Повторного вдыхания газовой смеси не происходит.
- *Носовые катетеры* размером 8G могут быть установлены в полость носа и проведены до гортани так, чтобы их было видно позади мягкого неба. У детей младше 2 лет при потоке кислорода 150 мл/кг/мин  $FiO_2$  составляет приблизительно 50%. Повторного вдыхания газовой смеси (рециркуляции) не происходит. Подобные приспособления могут быть использованы и у взрослых. В неотложной ситуации можно изготовить некое подобие носовой канюли из любого тонкого и мягкого катетера (тонкого назогастрального зонда или мочевого катетера). Для исключения возможного смещения в пищевод носовые катетеры необходимо надежно фиксировать.
- *Пластиковые кислородные маски* (рис. 4) незначительно увеличивают объем мертвого пространства. Влияние мертвого пространства на газообмен зависит от минутного объема дыхания пациента и потока кислорода. Повторное вдыхание газовой смеси обычно весьма незначительное.

### Кислородотерапия

Американский колледж пульмонологов и Национальный институт сердца, легких и крови опубликовали список рекомендуемых показаний к кислородотерапии:

- остановка кровообращения и дыхания (используется 100% кислород)
- гипоксемия ( $PaO_2 < 59$  mmHg (7,8 кПа),  $SaO_2 < 90\%$ )
- системная гипотензия (систолическое артериальное давление  $< 100$  mmHg)
- низкий сердечный выброс и метаболический ацидоз (бикарбонат плазмы  $< 18$  ммоль/л)

- дыхательная недостаточность (частота дыхания  $> 24$ /мин)
- показания к применению «дополнительной кислородотерапии» во время анестезии уже приводились в одном из предыдущих номеров журнала.



Рис. 4. Наиболее популярная маска переменной производительности. Обратите внимание, что объем маски маленький, а воздух при вдохе входит снаружи.

### Применение кислорода с лечебной целью – под контролем или без?

Как и в случае любого другого лекарственного препарата, кислород должен применяться согласно предписанию лечащего врача. Кислородотерапия может быть назначена в кон-

тролированной форме – в это случае для ее проведения необходимо применение систем типа НАФОЕ. Однако более часто рекомендации по применению кислорода включают в себя лишь значение потока газа, которое в свою очередь может быть установлено на различных системах доставки. Данный метод известен как *неконтролируемая* кислородотерапия.

#### **Подробности**

*Упоминание о случаях, в которых применение кислорода оказывало на пациентов неблагоприятный эффект, относительно редки. У абсолютного большинства больных неконтролируемая кислородотерапия оказывает положительный эффект и должна применяться, в том числе при остановке дыхания и кровообращения, РДСВ, бронхиальной астме и состояниях, сопровождающихся гипотензией.*

Небольшое число пациентов с хроническими обструктивными заболеваниями легких (ХОБЛ) имеют постоянно повышенный уровень  $\text{CO}_2$ . В подобных случаях регуляция дыхания определяется колебаниями уровня кислорода в крови (гипоксический драйв). Напротив, у здоровых людей стимуляция дыхания определяется динамикой уровня  $\text{CO}_2$  в крови (гиперкапнический драйв). Упомянутые выше больные, которые длительно страдают заболеваниями легких, цианотичны, сонливы и имеют признаки легочного сердца. В то же время у них не отмечается постоянной одышки. Использование у таких пациентов высоких концентраций кислорода может вызывать депрессию дыхания и приводить к декомпенсации дыхательной недостаточности. В результате депрессии дыхания развивается задержка  $\text{CO}_2$ , гиперкапния и респираторный ацидоз, что ведет к необходимости применения ИВЛ. Таким образом, у этой категории пациентов требуется точный контроль параметров кислородотерапии ( $\text{FiO}_2$  и потока газовой смеси). Ингаляцию начинают с  $\text{FiO}_2$  24-28%, далее концентрацию кислорода постепенно повышают. Конечной целью является достижение превышающего 50 mm Hg (6,6 кПа) оптимального значения напряжения кислорода в артериальной крови ( $\text{PaO}_2$ ) или значения сатурации ( $\text{SaO}_2$ ) на уровне 85-90%. Несмотря на то, что пациенты с подобными расстройствами встречаются в анестезиологической практике нечасто, следует проявлять определенную настороженность в отношении любого больного с тяжелым течением ХОБЛ. К сожалению, риск развития гиперкапнии на

фоне тяжелой обструктивной патологии часто переоценивается, результатом чего является неадекватное применение кислородотерапии, приводящее к смерти на фоне гипоксии.

#### **Мониторинг во время кислородотерапии**

Клинический мониторинг включает наблюдение за уровнем сознания, частотой дыхания и сердечных сокращений, артериальным давлением, состоянием периферической циркуляции (время капиллярного наполнения в норме составляет 1-2 секунды) и кожными покровами (на предмет развития цианоза). В качестве дополнительных методов могут быть использованы анализ газового состава артериальной крови и пульсоксиметрия. По возможности, старайтесь определить показатели газового состава и сатурацию артериальной крови еще до применения кислородотерапии. После начала ингаляции  $\text{O}_2$  необходимость повторного контроля данных показателей должна быть соизмерена с динамикой уровня  $\text{FiO}_2$ . Конечной целью является достижение значения  $\text{PaO}_2$  более 59 mmHg (7,8 кПа) или  $\text{SaO}_2$  выше 90%. Применение пульсоксиметрии обеспечивает постоянное наблюдение за насыщением артериальной крови кислородом и оказывается особенно полезным при каких либо трудностях с анализом газового состава крови или отсутствии газоанализатора.

У некоторых больных с гипоксической регуляцией дыхания на фоне ХОБЛ можно заподозрить депрессию дыхания, если обратить внимание на развитие сонливости и нарастание уровня  $\text{PaCO}_2$ . Помните, что падение  $\text{SaO}_2$  может отсутствовать вплоть до критической стадии гипоксемии.

#### **Подробности**

*Пульсоксиметрия является чрезвычайно полезным средством мониторинга, однако врачу не следует забывать и о некоторых ограничениях данного метода. Прибор измеряет лишь насыщение крови кислородом, таким образом, при интерпретации полученных результатов необходимо вспомнить форму и значение кривой диссоциации оксигемоглобина (кривой сатурации). При значении  $\text{SaO}_2$ , превышающем 93%, кривая становится уплощенной. В связи с этим значительное повышение  $\text{PaO}_2$  приводит к незначительным изменениям уровня сатурации. Напротив, вслед за снижением значения сатурации ниже 90% наблюдается стремительное падение как  $\text{SaO}_2$ , так и  $\text{PaO}_2$ .*

### Осложнения и опасности, связанные с кислородотерапией

- **Опасность возгорания** – кислород поддерживает горение, а нередко может вызвать и взрыв огнеопасных веществ. Во время его использования курение строго запрещено!
- **Развитие абсорбционных ателектазов.** Длительное применение высоких концентраций кислорода несет в себе опасность образования ателектазов, наиболее часто формирующихся в базальных отделах легких. Данное осложнение метода наиболее часто встречается у пациентов, перенесших хирургическое вмешательство на органах грудной клетки или верхнем этаже брюшной полости, особенно на фоне исходно нарушенной функции дыхания и задержке мокроты.
- **Ретролентальная (позадихрусталиковая) фиброплазия.** Высокий уровень  $PaO_2$  является главным причинным фактором развития ретролентальной фиброплазии новорожденных. Конечным результатом данного процесса может быть слепота. В основе этого патологического состояния лежит разрастание и последующее фиброзное перерождение кровеносных сосудов стекловидного тела глаза. Крайне недоношенные новорожденные с низким весом при рождении относятся к основной группе риска вплоть до 44 недели жизни. Приводящий к развитию фиброплазии уровень  $PaO_2$  не определен, но диапазон значений  $PaO_2$  крови пупочной вены в 60-90 mmHg (8-12 кПа) признан безопасным. Некоторые врачи полагают, что риск развития данной патологии имеется и у доношенных детей, поэтому  $SaO_2$  у них не должна превышать 95%. Несмотря на опасность ретролентальной фиброплазии, кислородотерапию следует использовать при развитии у ребенка гипоксии и во время проведения реанимации, также как и не является опасным применение умеренных концентраций кислорода во время анестезии.
- **Пациенты, получающие химиотерапию.** Обнаружена опасность развития прогрессирующего легочного фиброза после применения избыточной концентрации кислорода во время анестезии у пациентов, получающих блеомицин. У данной категории больных необходимо придерживаться контролируемой кислородотерапии и поддерживать  $SaO_2$  на уровне 90-95%.

### Заключение

Кислород нашел широкое применение в клинической практике. При многих неотложных ситуациях он является первым средством поддержания жизнедеятельности. Во время проведения кислородотерапии следует всегда учитывать состояние дыхательных путей и кровообращения, наличие и нормальную работу систем доставки  $O_2$ , постоянного мониторинга и возможность выбора альтернативной тактики лечения. Связанные с применением кислорода опасности и осложнения хотя и должны быть приняты во внимание, **никогда** не могут служить препятствием к применению этого метода лечения в неотложной ситуации.

### Литература

Bateman NT and Leach RM. ABC of oxygen: Acute Oxygen Therapy. British Medical Journal 1998; 317: 798-801.

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ БЛОКАДЫ ЗАПЯСТЬЯ

*Х. Спенсер (Гамильтон, Новая Зеландия)*

Региональные блокады запястья просты в исполнении и оказываются полезными в ряде ситуаций, таких как:

- дополнительные блокады кисти и блокада Бира, особенно в случаях, когда необходимо послеоперационное обезболивание
- малые хирургические вмешательства или перевязки в области кисти и пальцев
- в восстановительном периоде после травмы кисти
- обезболивание, например, в случае ожогов кисти или пальцев

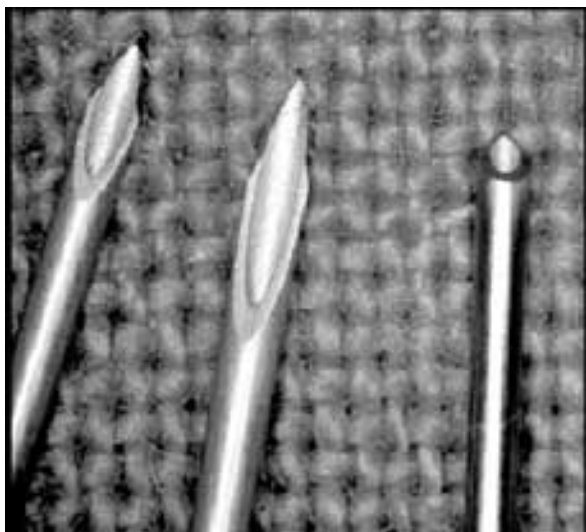


Рис. 1. Слева на право: «короткий» (промежуточный,  $60^{\circ}$  скос иглы), стандартный скос, собственно короткий ( $45^{\circ}$ ) скос.

### Общие принципы региональной анестезии в области запястья

- **Оборудование.** Лучшей является небольшая игла с «коротким скосом» (рис. 1). Monoject производит прекрасные иглы размером 27G с «промежуточным» скосом, хорошо подходящие для запястного и других типов блокад, особенно у детей, а также для местного обезболивания в области лица. Использование игл с длинным «стандартным» скосом может затруднять выполнение блокады в связи с трудностями, возникающими при идентификации тканей и способности длинного скоса одновременно находиться в пределах двух слоев тканей. Иглы с собственно коротким скосом ( $45^{\circ}$ ) не подходят для выполнения данного вида блокады и обычно слишком большие. Лучшими являются иглы с  $60^{\circ}$  скосом (соответствует углу
- среза большинства внутривенных канюль).
- **Слой тканей и анатомия области.** Успешное выполнение всех видов региональных блокад зависит от знания расположения слоев тканей, в которых проходят нервные стволы. Только в том случае, если анестетик находится в пределах соответствующего слоя, в непосредственной близости от нерва, его распространение приведет к развитию блокады.
- **Повышение частоты успешного выполнения блокады.** Жизненно необходимо иметь трехмерное представление об области, в пределах которой производятся манипуляции, даже при этом простом виде блокады. «Ощущение» характера тканей посредством кончика иглы реализуется при нежном удерживании шприца кончиками пальцев и покачивании кончика иглы из стороны в сторону. При этом можно идентифицировать прохождение через кожу, подкожную жировую клетчатку, фасциальные слои, влагиалища сухожилий и т. д. Прохождение через каждый из перечисленных слоев характеризуется определенными ощущениями. Расположение кончика иглы в локтевом сгибательном запястья не способствует выполнению блокады локтевого нерва.
- **Препараты и дозирование.** За исключением случаев непреднамеренной внутрисосудистой инъекции препарата очень маленьким детям, вероятность введения токсической дозы местного анестетика практически отсутствует. Тем не менее, при гладком выполнении манипуляции ее редко прерывают для контрольного оттягивания поршня шприца для исключения внутрисосудистого введения. Используйте шприц наименьшего размера, возможного для введения требуемой дозы препарата. Дозировки препаратов приведены для взрослых пациентов. 1-2 % раствор лидокаина с добавлением адреналина (в соотношении 1: 100.000 или меньше) обеспечивает анестезию в течение 2 часов и более, а 0,5 % раствор бупивакаина в чистом виде создает, по крайней мере, в 2 раза более длительную блокаду.
- **Техническое исполнение: как избежать боли.** Многие дети и некоторые взрослые пациенты плохо относятся к регионарной анестезии. Демонстрация того, что само



по себе выполнение блокады не является особенно болезненным, служит хорошим началом успешного вмешательства. Помощь может оказать медленное продвижение иглы с предпосыланием небольшого количества местного анестетика и плавное введение основной дозы препарата.

### Блокады в области запястья

Необходимо помнить о возможных вариантах иннервации. Обычный тип иннервации изображен на рис. 2.

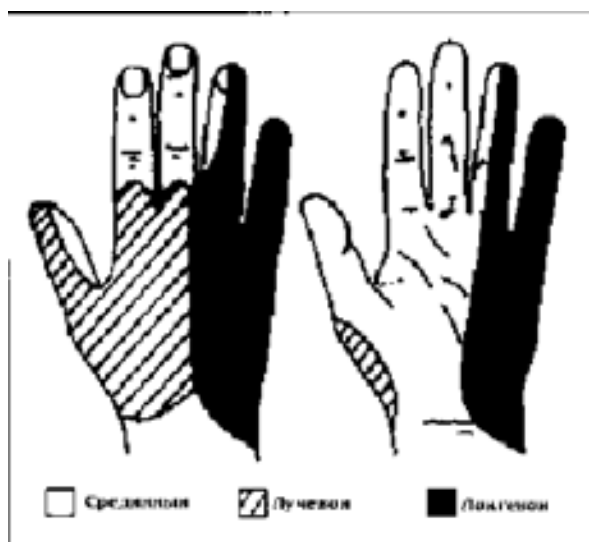


Рис. 2. Классический вариант иннервации кисти.

Главными нервами являются лучевой, срединный и локтевой. Тем не менее, может потребоваться блокада дополнительных нисходящих кожных ветвей посредством создания подкожного «браслета» (с использованием метода, описанного для лучевого нерва). Блокады в области запястья обладают следующими характеристиками:

- У большинства пациентов (за исключением очень крупных людей) все типы блокад могут быть выполнены при использовании весьма небольшой иглы.
- Возможно интраневральное введение анестетика (прямое введение в нерв). Следует избегать данного осложнения. Необходимо попросить пациента немедленно сообщить о появлении внезапной боли или парестезии во время выполнения блокады. При появлении подобных ощущений следует прекратить введение, инъецировать незначительное количество местного анестетика, а затем, если боль и парестезии более не возникают, продолжить введение. Кроме того, можно попытаться

продолжить введение после небольшого подтягивания иглы.

- Блокады просты в исполнении и надежны.
- У подавляющего большинства пациентов блокада трех нервов обеспечивает анестезию всей кисти.

### Блокада лучевого нерва

*Анатомия.* На 2 пальца проксимальнее дистальной складки запястья (или анатомической табакерки) данный нерв разделяется на 2 главных ветви.

- обычно располагается в непосредственной близости от *v. cephalica* и у худых людей может прощупываться под пальцами
- лежит на плотной поверхностной фасции



Рис. 3. Блокада лучевого нерва на запястье.

*Выполнение блока.* Проводится иглой 27G (при наличии последней). Точка вкола расположена на расстоянии 3 поперечных пальцев от дистальной запястной складки (или анатомической табакерки), при этом необходимо кончиком иглы легко ощущать плотную поверхностную фасцию и избегать попадания в вену. Далее, используя 2-5 мл раствора местного анестетика, можно воспользоваться одним из нижеприведенных способов блокады:

- **Первый способ** – осторожно и прочно удерживая иглу, обхватите ее указательным и средним пальцами (рис. 3) и одновременно крепко обхватите ими лучевую поверхность предплечья. Медленно введите анестетик. При этом раствор не имеет возможности распространяться куда-либо, кроме как вдоль пути прохождения нерва, а пункции вены не произойдет.
- **Второй способ** – создайте подкожный депозит анестетика в виде «подушки», а затем, путем надавливания большим пальцем вдоль пути прохождения нерва, распространите препарат в обоих направлениях.

### Блокада срединного нерва

*Анатомия.* В области дистальной запястной складки срединный нерв входит в карпальный канал. Не следует выполнять блокаду в данной области (возможно развитие нейропатии). Обычно нерв лучше всего определяется непосредственно под сухожилием длинной ладонной мышцы (*m. palmaris longus*/ДЛ) (рис. 4а). При отсутствии данного сухожилия нерв расположен глубже по отношению к фасции, непосредственно медиальнее лучевого сгибателя запястья (*flexor carpi radialis*/ЛСЗ) (рис. 4б). Поверхностная ветвь залегает непосредственно впереди ДЛМ и иннервирует проксимальную часть тыльной поверхности кисти.



Рис. 4. а – длинная ладонная мышца; б – лучевой сгибатель запястья; с – локтевой сгибатель запястья.

**Выполнение блока** (рис. 4). Используется игла 27G. Вкол производится на расстоянии 3 поперечных пальцев от дистальной запястной складки. При прощупывании желобка между ДЛМ и ЛСЗ игла вводится под углом, позволяющем ее кончику проникнуть непосредственно под сухожилие длинной ладонной мышцы. Медленно продвигайте иглу, пытаясь избежать попадания в сухожильное влагалище и появления парестезий. Введите 3-5 мл

местного анестетика. Для блокады поверхностной ветви, после подтягивания иглы, выполните одномоментное введение 2 мл препарата подкожно в непосредственной близости от передней поверхности длинной ладонной мышцы. Распространите анестетик описанным выше способом вдоль проекции нерва.

### Блокада лучевого нерва

*Анатомия.* Еще не достигнув дистальной запястной складки, локтевой нерв разделяется на переднюю и заднюю ветви. Являясь смешанным нервным стволом, содержащим чувствительные и двигательные (к мелким мышцам кисти) волокна, он расположен под сухожилием локтевого сгибателя запястья (*m. flexor carpi ulnaris*) – рисунок 4с.

*Выполнение блока.* Используется игла 27G. Точка вкола расположена на расстоянии 3 поперечных пальца от дистальной запястной складки (чтобы выполнить блокаду основного ствола нерва – до разделения его на ветви). Заходя с переднего или заднего края сухожилия локтевого сгибателя запястья, игла медленно продвигается вперед. Необходимо стремиться провести кончик иглы непосредственно под сухожилие, избегая при этом попадания в его влагалище. Будьте внимательны к возможному возникновению парестезий. При надлежащем положении иглы вводится 3-5 мл раствора местного анестетика.

## МЕСТНАЯ АНЕСТЕЗИЯ В ГЛАЗНОЙ ХИРУРГИИ

*Дж. Питтман, Г. Шаттлворт, (Бристоль, Великобритания)*

В настоящее время к местной анестезии прибегают при множестве офтальмологических вмешательств, поскольку в сравнении с общим обезболиванием этот метод сопряжен с меньшим уровнем осложнений, в том числе угрожающих жизни. Местная анестезия несет также дополнительные преимущества, которые включают раннюю мобилизацию и более высокую степень комфорта для пациента, сокращение времени госпитализации. Описано множество различных методов местного обезболивания, которые в целом можно разделить на «инъекционные» и «местно-аппликационные» (анестезия смазыванием). Все «инъекционные» методы заключаются в прохождении иглой через кожу периорбитальной области или конъюнктиву и введении местного анестетика в периорбитальные или орбитальные ткани. С орбитальными введениями иногда связаны серьезные нарушения зрения и даже опасные для жизни осложнения. В отличие от последних, «местные аппликационные» методы, заключающиеся в нанесении местного анестетика в виде глазных капель на поверхность глаза, являются неинвазивными и практически лишены осложнений. Нарастает популярность данного способа при операции факоэмульсификации катаракты (метод раздробления и аспирации катаракты с использованием низкочастотного ультразвукового прибора – *прим. перев.*), хотя многие другие вмешательства могут быть выполнены под местной анестезией смазыванием (см. табл. 1).

Несмотря на исключительную простоту методов общей анестезии, их применение может усложнить оперативное вмешательство и потребовать большего мастерства от оперирующего врача. Может стать необходимым изменение тактики как со стороны анестезиолога, так и офтальмохирурга. Кроме того, методы местной анестезии требуют осознанного поведения пациента и повышения степени его сотрудничества с медицинским персоналом. В нашей статье мы хотим обсудить общие подходы и создать представление о данной проблеме.

### **Предоперационная оценка**

Тщательный отбор пациентов является определяющим моментом в эффективном и безопасном использовании методов местной анестезии. Необходимо, чтобы больной был готов к сотрудничеству с персоналом, не отли-

чался излишней тревожностью, а планируемое оперативное вмешательство направлено на улучшение зрения. Во время операции пациент должен быть в состоянии спокойно и не испытывая неудобств лежать в положении на спине. Кроме того необходима способность оперируемого к кооперации и выполнению необходимых инструкций. При отсутствии акинезии (паралича глазных мышц) хирург по ходу вмешательства может попросить больного сознательно фиксировать взгляд или изменить его направление. Наряду с этим, на фоне сохранения зрительной функции пациенты могут быть в большей осведомленности о ходе операции, что для некоторых из них является излишним стрессом и часто определяет необходимость в седации.

Популярным методом седации является внутривенное назначение короткодействующих препаратов типа мидазолама или альфентанила, хотя также эффективна может быть и простая премедикация бензодиазепинами. Целью седации является расслабление пациента, но не обезбоживание во время вмешательства. Необходимо, чтобы больного можно было без труда разбудить и вступить в вербальный контакт.

К сожалению, применение седации может создать ряд проблем, среди которых возникновение у пациента замешательства, дезориентации и снижение способности к кооперации, что приводит к возникновению трудностей для хирурга. Также возможно появление депрессии дыхания и нарушения в проходимости дыхательных путей. Сообщалось о случаях обструкции дыхательных путей и остановки дыхания у пожилых пациентов, в случае которых эффект седативных препаратов особенно непредсказуем. Необходимо наличие внутривенного доступа, средств доставки кислорода и надлежащим образом обученного персонала, обычно анестезиолога, требуется соответствующий уровень мониторинга. Если по окончании вмешательства сохраняются явления остаточной седации, тактика в отношении выписки больных домой должна быть изменена. Подробное разъяснение хода вмешательства и хороший контакт с пациентом нередко приводит к снижению беспокойства и сводит к минимуму потребность в седации.

Таблица 1. Вмешательства, которые могут быть выполнены в условиях местной анестезии (у пациентов соответствующих критериям отбора).

•	Применение средств для обработки операционного поля (Povidon 2,5-10%)
•	Конъюнктивна                      Иссечение поверхностных образований типа кист и невусов.
•	Роговица                              Удаление инородных тел. Пересадка роговичного эпителия после рецидивирующих эрозий/герпетического кератита. Растворение $Ca^{2+}$ -солей при лентовидной кератопатии ЭДТА (этилендиаминтетраацетат). Удаление птеригий (складки гипертрофированной конъюнктивы) +/- конъюнктивальных аутоотрансплантатов. Хирургическое исправление дефектов рефракции глаза.
•	Интраокулярные вмешательства                      Хирургия катаракты. Экстракапсулярные вмешательства и факэмульсификация
•	Вмешательства на веке глаза с использованием эвтектической смеси местных анестетиков (Eutectic Mixture of Local Anesthetics – EMLA)

### Ведение пациентов в периоперационном периоде

Отобранные пациенты должны быть осведомлены о характере хирургического вмешательства и дать согласие на его выполнение в условиях местной анестезии. Не существует единого мнения о том, какой местный анестетик в виде глазных капель обеспечивает наилучшую степень анестезии. К настоящему времени с успехом были использованы различные концентрации тетракаина, аметокаина, пропаракаина, лидокаина и бупивакаина. Выбор препарата может определяться его наличием, однако крайне важно, чтобы препарат *не содержал консервирующих добавок*. Изменения pH препарата может изменить длительность действия, но не несет в себе значительных клинических преимуществ. Нередко одновременно с местными анестетиками назначаются средства, расширяющие зрачок, и препараты группы НСПВП местного действия.

Нанесение содержащих местный анестетик глазных капель на роговицу и конъюнктиву должно быть выполнено непосредственно в месте пребывания пациента за 20-30 минут до начала операции. Описаны различные режимы процедуры, но в основном производится закапывание 2-3 капель раствора каждые 5 минут. Для обеспечения анестезии поверхности глаза за данный период должна произойти адекватная абсорбция препарата. Поскольку роговица лишена сосудов, абсорбированная доза анестетика сохраняется в ней около 30 минут. Дополнительное применение при появлении дискомфорта может быть выполнено на любом этапе вмешательства. На фоне местной анестезии использование баллона Го-

нана для снижения внутриглазного давления может стать ненужным.

Для выполнения хирургического вмешательства пациента следует удобно уложить в положении на спине. Подкладывание валика или подушки под колени ведет к уменьшению поясничного лордоза и снижает ощущения дискомфорта в области нижней части спины. Необходимо уложить хирургическое белье так, чтобы оно во время процедуры не закрывало рот и нос пациента. Существуют различные приспособления для обеспечения поступления кислорода, немаловажно, чтобы пациент находился в комфортных температурных условиях.

Нанесение местных анестетиков в чистом виде создает предсказуемый уровень активного вещества в передней камере и обеспечивает достаточно выраженную анестезию глаза. Тем не менее, определенные манипуляции, например, вмешательства на радужной оболочке, растяжение глазного яблока и установка внутриглазных линз, могут вызывать неприятные ощущения. Для интраоперационного повышения уровня анальгезии местный анестетик может быть введен в переднюю камеру глаза посредством инъекции. Подобное «внутрикамерное» введение обеспечивает превосходный уровень анальгезии, что со стороны пациента улучшает переносимость вмешательства и облегчает кооперацию. При условии использования растворов, свободных от консервантов, побочных явлений не отмечается. Наиболее популярным является введение 0,5 мл 1% раствора лидокаина. Хотя по результатам изучения на животных получена информация о токсическом влиянии препаратов на роговицу, клинические исследования

не смогли подтвердить наличие у них повреждающего действия на клетки эпителия.

Как оказалось, пациенты в сопоставимой степени удовлетворены как при интраоперационной анальгезии с помощью аппликационной местной анестезии, так и «инъекционных» методах обезболивания. В то же время местная анестезия может иметь более высокую (статистически незначимо) оценку по «шкале боли», по сравнению с инъекционным методом. К счастью, подобные отличия незначительны и определяются скорее повышенным дискомфортом, чем болевыми ощущениями. Любые ситуации, связанные с неприятными переживаниями, легче переносятся пациентом при условии его полной осведомленности еще до операции. Введение анестетиков в переднюю камеру глаза снижает степень дискомфорта и повышает удовлетворенность пациента выполненным вмешательством. Описано успешное использование акупунктурных методов обезболивания в качестве дополнения к местной анестезии при операциях по поводу катаракты. Однако, подобная комбинация, скорее всего, не может стать методом выбора в повседневной практике.

В связи с рядом требований со стороны хирурга и пациента использование методов общей анестезии ограничивается относительно кратковременными вмешательствами. Иногда для подавления движений глаза может потребоваться блокада лицевого нерва. Проведение данной процедуры облегчается при доверительном отношении между хирургом и пациентом. Умение взаимодействовать с пациентом во время операции является необходимым хирургическим навыком. В типичном случае экстракция катаракты выполняется через разрез роговицы с височной стороны, в связи с чем хирург сидит сбоку от пациента. При этом для того, чтобы снизить явления фотофобии и ограничить дискомфорт для пациента, следует уменьшить яркость источника освещения операционного микроскопа. Частота хирургических осложнений при выполнении вмешательств в условиях местной анестезии и традиционного орбитального блока практически не отличается. Однако на фоне отсутствия акинезии неопытный хирург может столкнуться с некоторыми проблемами во время капсулорексиса и факоэмульсификации.

Для обеспечения ретробульбарной анальгезии и акинезии в случае утомления пациента, возникновении осложнений или увеличении длительности вмешательства может потребовать-

ся подкапсульный блок (введение анестетика под капсулу Тенона).

#### **Ведение послеоперационного периода**

Местная анестезия не вызывает таких нежелательных послеоперационных эффектов, как птоз, диплопия и нарушения слезообразования. На фоне сохранения защитных рефлексов наложение повязки на глаз не является необходимым, а быстрое восстановление зрительной функции определяет возможность ранней выписки из больницы. Тем не менее, необходимо предупреждать пациента о возможности полного восстановления зрения не ранее чем через 4 часа после окончания вмешательства, в связи с чем необходимы дополнительные меры предосторожности.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

*М. Ричардс (Челтенхем, Великобритания)*

1. Физиология сердечно-сосудистой системы:

- а) Первый звук сердца указывает на начало изометрического сокращения.
- б) При сердечной недостаточности частота сердечных сокращений увеличивается для улучшения оксигенации миокарда.
- в) Сердечный выброс (СВ) = частота сердечных сокращений \* системное сосудистое сопротивление.
- г) При сахарном диабете патологическая реакция Вальсальвы может усиливаться.
- д) Данные измерений с помощью катетера Сван-Ганца при митральном стенозе достаточно надежны.

2. Дыхательный контур:

- а) При контролируемой вентиляции эффективна система Маплсон А.
- б) При спонтанном дыхании в системе Маплсон А требуется поток свежего газа 150 мл/кг/мин.
- в) Во время контролируемой вентиляции в контуре Брейна поток свежего газа 70-100 мл/кг/мин.
- г) Во время спонтанного дыхания в контуре Лака накапливается газ мертвого пространства.
- д) Модификация Джексон-Риз контура Айра имеет закрытый мешок на конце трубки выдоха.

3. Циркуляционные системы:

- а) Свежая натронная известь содержит в основном карбонат кальция.
- б) Свежая натронная известь не содержит воды.
- в) Испарители Plenum не могут устанавливаться в контур из-за его высокого внутреннего сопротивления.
- г) Циркуляционный контур содержит два направляющих клапана.
- д) Циркуляционные системы экономичны благодаря низкому потоку и могут использоваться с самого начала вмешательства.

4. Травма:

- а) Все больные с травмами должны быть оценены по состоянию дыхательных путей и необходимо обеспечить их защиту перед репозицией переломов длинных костей.
- б) Пациенты, спонтанно открывающие глаза, отдергивающие руку и голосом реагирующие на боль, имеют оценку по шкале ком Глазго 11.

в) У больных с подозрением на эпидуральную гематому и положительным диагностическим перитонеальным лаважем (ДПЛ) должно быть принято срочное нейрохирургическое решение перед дальнейшим вмешательством.

г) Всем травматологическим больным с интубированной трахеей должен быть установлен назогастральный зонд.

д) Ведение напряженного пневмоторакса должно включать рентгенографию грудной клетки до проведения пункционной декомпрессии.

5. Офтальмологическая анестезиология:

- а) Окулокардиальный рефлекс проводится по симпатическим нервам.
- б) Суксаметониум абсолютно противопоказан при проникающем ранении глазного яблока.
- в) Нормальное внутриглазное давление 25 mmHg
- г) Пациенты с миопией имеют повышенный риск пункции орбиты при проведении перибульбарной блокады.
- д) Кетамин является препаратом выбора для индукции при проникающем ранении глазного яблока.

6. Физиология почек:

- а) Почечный кровоток в норме составляет 10% от сердечного выброса.
- б) Юкстагломерулярный аппарат вырабатывает ангиотензин.
- в) Альдостерон способствует экскреции  $K^+$  в проксимальных канальцах.
- г) Предсердный натрийуретический гормон блокирует эффекты альдостерона.
- д) Продукция эритропоэтина увеличивается при гипоксии.

7. Физиология детского возраста:

- а) Младенцы имеют меньший объем функциональной остаточной емкости легких.
- б) Ударный объем относительно фиксированный.
- в) Потребность в жидкости для ребенка массой 26 кг составляет 46 мл/час.
- г) Объем закрытия дыхательных путей у младенцев меньше, чем у взрослых.
- д) Альвеолярная минутная вентиляция у детей составляет примерно 60 мл/кг/мин.

8. Анестезия в педиатрии:

- а) При спонтанном дыхании с системой Айра приток свежего газа должен составлять 2-3 минутных дыхательных объема.
- б) Дозировка инфузии 10 мл/кг.
- в) Тиопентал может вводиться внутривенно.
- г) Стеноз привратника желудка является неотложным хирургическим состоянием и должен быть прооперирован как можно скорее.
- д) Максимальная доза бупивакаина 2 мг/кг в течение 4 часов.

#### 9. Предоперационная оценка:

- а) Пациенты с блокадой АВ проводимости 2:1 должны в премедикации получать атропин.
- б) Инфузия морфина является лучшей формой послеоперационной анальгезии у больных с бронхоэктазами после гастрэктомии.
- в) У пациентов с пищеводным рефлюксом должна использоваться краш-индукция.
- г) Больные, планируемые для тиреоидэктомии, должны пройти рентген грудной клетки.
- д) Пациенты, не требующие срочной операции, должны быть отложены не менее, чем на 6 недель после перенесенного инфаркта миокарда.

#### 10. Причины электромеханической диссоциации:

- а) Напряженный пневмоторакс.
- б) Тампонада сердца.
- в) Эмболия легочной артерии.
- г) Ишемия миокарда.
- д) Гипертермия.

#### 11. Правильные дозы при реанимации в детском возрасте:

- а) Первая доза адреналина 0,1 мл/кг 1:10000 раствора.
- б) Повторная доза адреналина: 1 мл/кг 1:100000 раствора.
- в) Атропин 40 мкг/кг.
- г) Начальная дефибрилляция 2 Дж/кг.
- д) Бикарбонат 1 мл/кг 8,4% раствора.

#### 12. Соответствуют ли следующие инотропные препараты приведенным рецепторам:

- а) Норадrenalин -  $\alpha_1$ ,  $\beta$ .
- б) Изопrenalин -  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ .
- в) Допамин в дозе 1-2 мкг/кг/мин. -  $\beta$ .
- г) Сальбутамол -  $\beta_2$ .
- д) Адреналин -  $\alpha_2$ .

#### 13. Кетамин:

- а) Действует на NMDA-рецепторы.
- б) Связан с фенциклидином.
- в) Действует в течение одного периода циркуляции рука-мозг.

- г) Запускает злокачественную гипертермию.
- д) Усиливает послеоперационную тошноту и рвоту.

#### 14. Следующие препараты способствуют увеличению концентрации $\text{Na}^+$ в организме:

- а) Ангиотензин 1.
- б) Каптоприл.
- в) Антидиуретический гормон.
- г) Предсердный натрийуретический гормон.
- д) Флюдрокортизон.

#### 15. Нейромышечная проводимость:

- а)  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  АТФаза потребляет 1/3 метаболической энергии организма.
- б) Ацетилхолиновые рецепторы имеют 5 субъединиц.
- в) Ацетилхолин связывается  $\beta$ -субъединицей.
- г) Нейромышечная проводимость функционирует нормально, пока не блокируется более 75-80% рецепторов.
- д) Потенциал покоя мембраны -70мВ.

#### 16. Неотложная терапия анафилаксии должна включать:

- а) Кислород.
- б) Адреналин.
- в) Стероиды.
- г) Антигистаминные препараты.
- д) Сальбутамол.

#### 17. Эти препараты безопасны при совместном приеме с ингибиторами моноаминоксидазы:

- а) Метараминол.
- б) Петидин.
- в) Эфедрин.
- г) Диклофенак.
- д) Парацетамол.

#### 18. Соответствуют ли приведенные максимальные дозировки местным анестетикам:

- а) Простой бупивакаин 2 мг/кг.
- б) Бупивакаин+адреналин 4 мг/кг.
- в) Простой лидокаин 6 мг/кг.
- г) Лидокаин+адреналин 7 мг/кг.
- д) Простой прилокаин 6 мг/кг.

#### 19. Местные анестетики-амиды:

- а) Бупивакаин.
- б) Лидокаин.
- в) Кокаин.
- г) Аметокаин.
- д) Хлоропрокаин.

#### 20. Миорелаксанты, безопасные у больных, имеющих в анамнезе сонное апноэ:

- а) Атракуриум.

- б) Мивокуриум.
- в) Векурониум.
- г) Панкуроনিум.
- д) Галламин.

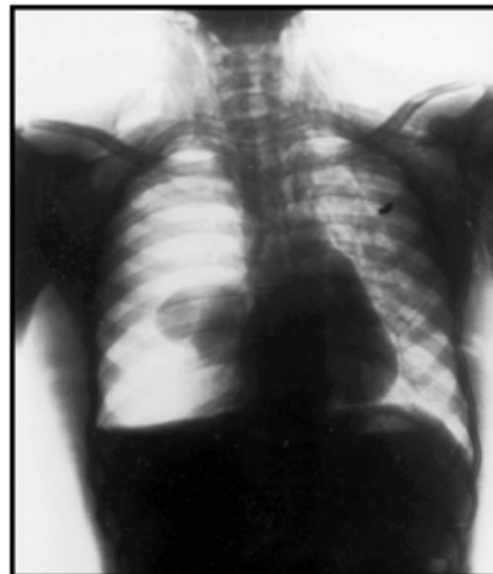
21. Пульсоксиметрия не точна при:
- а) Серповидноклеточной анемии.
  - б) Метгемоглобинемии.
  - в) Лаке для ногтей.
  - г) Талассемии.
  - д) Карбоксигемоглобинемии.

### Короткие ответы

1. Вы проводите общую анестезию у больного, пострадавшего в автодорожной аварии. У пациента сломано бедро, ушиблена передняя стенка грудной клетки. Исходная рентгенография грудной клетки не выявила значительных повреждений. Интраоперационная кровопотеря потребовала катетеризации центральной вены.

Позднее вас вызвали в палату пробуждения к больному в связи с нарушением дыхания. При осмотре вы видите, что у больного выражена одышка, гипотония, тахикардия и с одной стороны резко ослаблены дыхательные шумы. Сделан рентген-снимок грудной клетки.

- а) Ваш диагноз.
- б) Неотложная терапия.
- в) Последующие действия.
- г) Возможные причины.

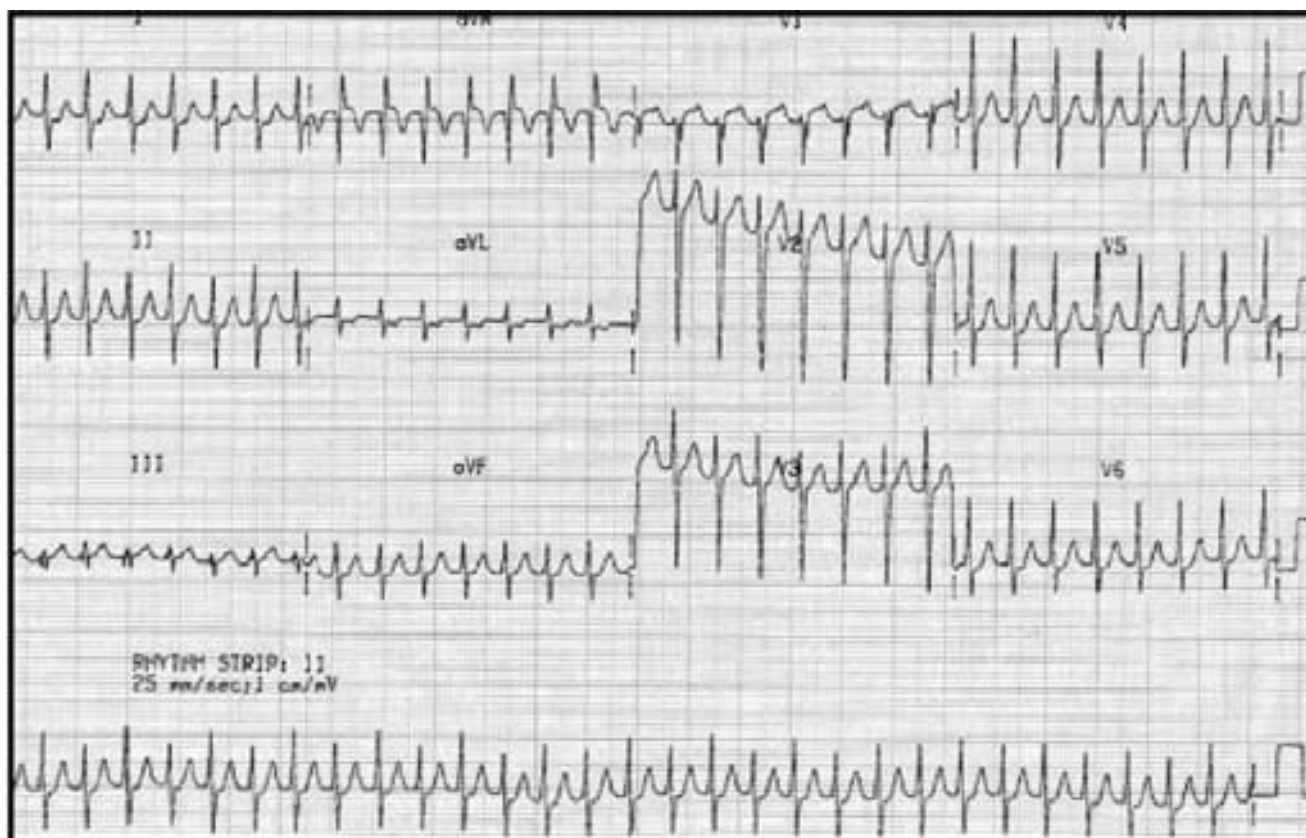


2. Вас вызвали в палату пробуждения к молодому пациенту. Медсестра отметила быстрый сердечный ритм и выполнила запись ЭКГ.

- а) Что показала ЭКГ?
- б) Какие действия можно выполнить, чтобы прервать это состояние?

в) Какие фармакологические методы можно использовать?

г) Если эти действия неэффективны, какой следующий шаг необходимо сделать?

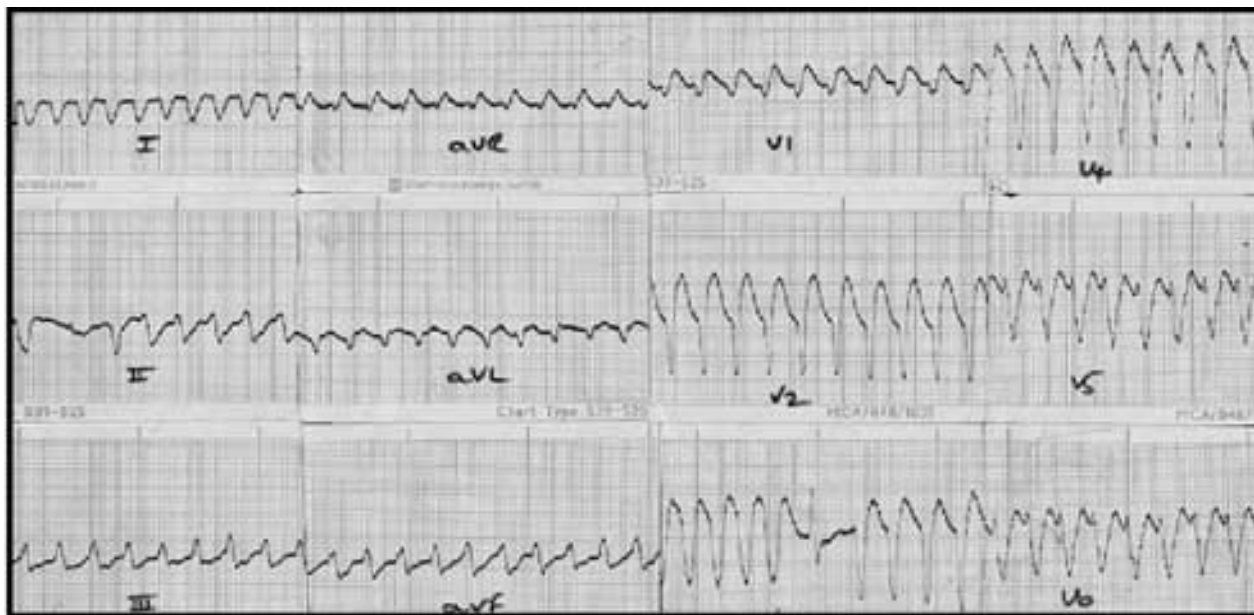




3. Вас вызвали в палату пробуждения к больному, у которого наступило ухудшение после периферической сосудистой операции. Боль-

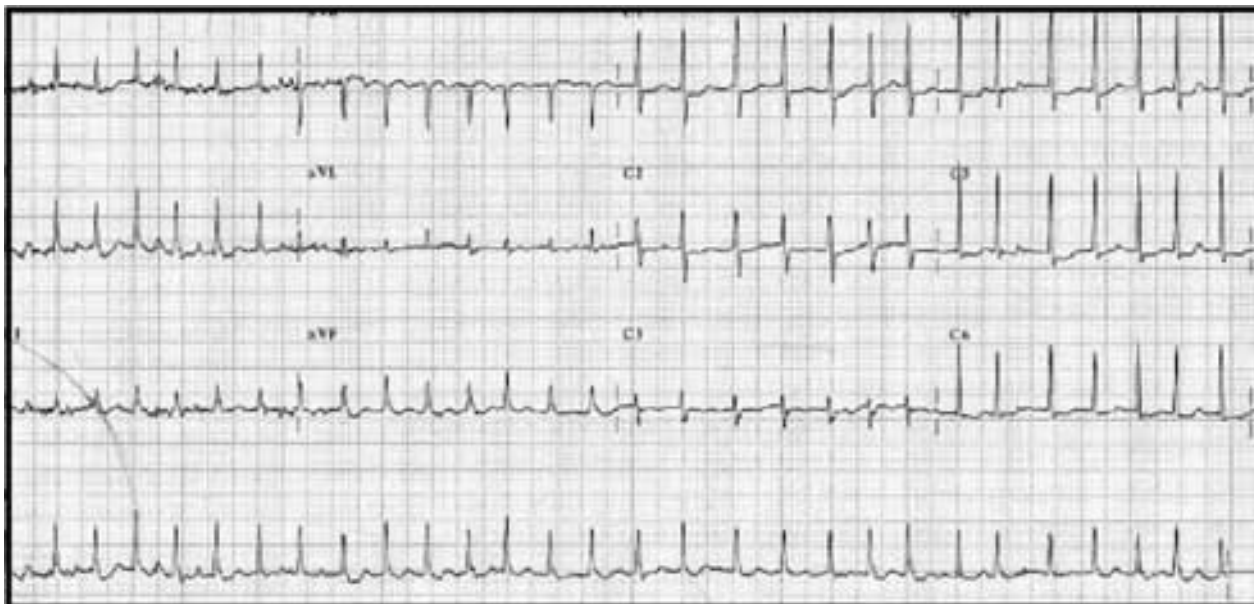
ной находится в состоянии шока, выражена тахикардия. На ЭКГ следующая картина:

- а) Диагноз.
- б) Терапия.



4. Вы проводите введение в анестезию у больного перед холецистэктомией, после чего у пациента развилась тахикардия. При регистрации ЭКГ по 12 отведениям получена следующая картина:

- а) Диагноз.
- б) Возможные причины.
- в) Терапия.



## СПИНАЛЬНАЯ АНЕСТЕЗИЯ – ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

У.Ф. Кейси (Глостершир, Великобритания)

Спинальная анестезия выполняется путем введения небольших доз местного анестетика в цереброспинальную жидкость (ЦСЖ). Введение обычно проводится в поясничной области ниже уровня окончания спинного мозга (L<sub>2</sub>). Спинальная анестезия проста для выполнения, обеспечивает прекрасное состояние операционного поля ниже пупочной области. Если анестезиолог обладает достаточными знаниями об анатомии, физиологии, фармакологии, он вполне может получить адекватную анестезию, удовлетворяющую больного, хирурга и его самого.

### **Преимущества спинальной анестезии**

**Стоимость.** Анестезиологические препараты ингаляционные анестетики дороги. Стоимость спинальной анестезии минимальна.

**Удовлетворительность для больного.** Если анестезия и операция выполняются умело, большинство пациентов остаются очень довольными этой методикой, возможностью быстрого восстановления и отсутствием побочных эффектов.

**Респираторные заболевания.** Спинальная анестезия оказывает минимальное влияние на дыхательную систему, если не развивается высокий блок.

**Дыхательные пути.** Меньше риск обструкции дыхательных путей и аспирации желудочным содержимым. Однако это преимущество может быть потеряно при избыточной седации.

**Сахарный диабет.** Риск возникновения невыявленной гипогликемии у бодрствующих пациентов крайне мал. Больные с сахарным диабетом (СД) могут возвратиться к своему обычному питанию и инсулиновому режиму сразу после операции, благодаря минимальной седации и послеоперационной тошноте и рвоте.

**Миорелаксация.** Спинальная анестезия обеспечивает великолепную миорелаксацию в нижних отделах живота и нижних конечностей.

**Кровотечение.** Интраоперационная кровопотеря меньше, чем при общей анестезии. Это связано с уменьшением артериального давления и частоты сердечных сокращений и улучшением венозного оттока.

**Органный кровоток.** Благодаря улучшению кровообращения кишечника спинальная анестезия уменьшает риск несостоятельности анастомоза.

**Висцеральный тонус.** Кишечник во время спинальной анестезии продолжает перисталь-

тировать, а сфинктеры расслабляются. Нормальная функция кишечника быстро восстанавливается после операции.

**Гемостаз.** После спинальной анестезии редко встречается послеоперационный тромбоз глубоких вен нижних конечностей и тромбоэмболия легочной артерии.

### **Недостатки спинальной анестезии**

Иногда бывает трудно верифицировать спинальное пространство, в редких случаях невозможно получить спинномозговую жидкость. Случается, что, несмотря на правильно проведенную методику, анестезию получить не удается.

При высоком блоке возникает гипотония, и анестезиолог должен знать, как действовать в данной ситуации, а также необходимо иметь под рукой весь набор для неотложной помощи. Как и при общей анестезии, необходим полный тщательный мониторинг состояния больного.

Некоторые больные физиологически не могут бодрствовать или просто быть седатированными во время операции. Такие больные должны выявляться во время предоперационного осмотра. Для некоторых хирургов является неприемлемой ситуация с вмешательством на бодрствующем больном.

Даже при использовании длительно действующих местных анестетиков спинальная анестезия может быть недостаточна для операций с продолжительностью более 2 часов. Лежать в одном положении на операционном столе для больного не удобно. Если операция неожиданно затягивается, необходимо начать общую анестезию или поддержать седацию инфузией кетамина или пропофола.

Существует теоретический риск инфицирования субарахноидального пространства с развитием менингита. Это никогда не сможет случиться, если инструментарий стерилизуется надлежащим образом и процедура проводится с соблюдением асептики.

Возможно возникновение постуральных головных болей (см. ниже).

### **Показания для спинальной анестезии**

Спинальная анестезия наилучшим образом подходит для операций ниже пупочной области, например, грыжесечение, гинекологические и урологические вмешательства на органах малого таза. Возможны любые операции на нижних конечностях, однако ампутации, несмотря на безболезненность, являются неприятным опытом для бодрствующего

больного. В этом случае лучшим вариантом будет комбинация спинальной анестезии с легкой седацией.

Спинальная анестезия имеет преимущества для пожилых больных, для пациентов с хроническими легочными заболеваниями, печеночными, почечными и эндокринными нарушениями (диабет). Для больных с легкой кардиальной патологией преимуществом является сопровождающая спинальную анестезию вазодилатация, однако, в силу этого она не подходит для пациентов с клапанным стенозом и неконтролируемой гипертензией (см. ниже). Данный вид анестезии также выгоден для больных с травмами, если они исходно получили адекватную неотложную помощь и не имеют гиповолемии. В акушерстве спинальная анестезия идеальна для ручного удаления последа (также, при отсутствии гиповолемии). При кесаревом сечении преимущества есть и для матери, и для ребенка. Однако во время беременности необходимо соблюдать особую осторожность, поэтому выполнять анестезию у беременных может только опытный врач.

#### **Противопоказания**

Большинство противопоказаний такие же, как и при других видах анестезии.

*Недостаточное обеспечение средствами реанимации.* Никакой вид регионарной анестезии не должен проводиться, если нет под рукой средств для реанимации.

*Нарушения гемостаза.* Если при случайном повреждении спинальной иглой эпидуральных вен возникает кровотечение, образующаяся эпидуральная гематома может сдавить спинной мозг. Наибольший риск имеют пациенты с маленьким количеством тромбоцитов, а также получающие антикоагулянты (гепарин, варфарин). Необходимо помнить, что при заболеваниях печени могут иметь нарушения свертывания при достаточном количестве тромбоцитов.

*Гиповолемия* любой причины (кровотечение, обезвоживание при рвоте, диарее или непроходимости). Пациенты перед спинальной анестезией должны быть адекватно регидратированы, иначе разовьется глубокая гипотония.

*Отказ больного.* Пациент исходно может очень настороженно относиться к спинальной анестезии и предпочитать общую. Однако, если объяснить ему все преимущества спинальной, он может согласиться и впоследствии быть приятно удивленным результатом. Если же, несмотря на адекватное объяснение, пациент продолжает настаивать на своем

мнении, его желание необходимо удовлетворить.

*Дети.* Спинальная анестезия вполне может быть проведена у детей, однако выполнять ее должен очень опытный педиатрический анестезиолог.

*Инфекция* рядом с местом пункции повышает риск инфицирования эпидурального или субарахноидального пространства.

*Септицемия.* При септицемии очень высок риск развития спинальных абсцессов. Эпидуральные абсцессы могут возникать спонтанно у больных с иммунодефицитом, которым не выполнялась спинальная или эпидуральная анестезия (при СПИДе, туберкулезе, диабете). *Анатомические деформации позвоночника.* Это относительное противопоказание, только в тяжелых случаях затрудняющее пункцию субарахноидального пространства.

*Неврологические заболевания.* Преимущества и недостатки спинальной анестезии при неврологических заболеваниях нуждаются в тщательной оценке. Любые ухудшения в течении этих заболеваний в послеоперационном периоде могут быть ошибочно приписаны спинальной анестезии. Абсолютным противопоказанием является повышенное внутричерепное давление, т.к. вследствие пункции твердой мозговой оболочки может произойти вклинение ствола головного мозга.

#### **Противоречия спинальной анестезии**

*Оператор-анестезиолог.* Один и тот же человек не может выполнять анестезию и проводить операцию, т.к. во время вмешательства могут возникать «анестезиологические» проблемы. В противном случае безопасность больного крайне компрометируется. Однако, во многих местах доктора выполняют спинальную анестезию и оставляют больного под наблюдением обученного ассистента.

*Трудная интубация.* На первый взгляд, спинальная анестезия представляет собой идеальное решение проблемы у больных с потенциально трудной интубацией при необходимости оперативного вмешательства на нижнем отделе брюшной полости. Однако, возникновение спинального блока или неожиданное хирургическое осложнение могут потребовать обеспечения защиты дыхательных путей, поэтому все необходимое для интубации трахеи оснащение должно быть под рукой. Всегда трудно решить начинать или нет спинальную анестезию, если известно о трудности интубации. Правильное решение может быть принято только индивидуально, когда анестезиолог взвесит всю имеющуюся информацию.

*Спинальная анестезия с седацией.* Оперативное вмешательство всегда является стрессовым фактором для большинства больных. Трудно подобрать оптимальный уровень седации, т.к. слишком глубокая вызовет гиповентиляцию, гипоксию и «молчащую» регургитацию желудочного содержимого. Основное правило – больной дремлет, его можно легко разбудить, с ним возможен вербальный контакт.

В случае неадекватной спинальной анестезии намного лучше начать применение общей анестезии на фоне интубации трахеи, чем избыточно седатировать больного бензодиазепинами или наркотиками.

*Комбинированная спинально-эпидуральная блокада.* В настоящее время наиболее интересным является использование комбинирования простоты и скорости начала спинальной анестезии с гибкостью эпидуральной анестезии при введении катетера в эпидуральное пространство, что также позволит удлинить анестезию. Более того, эпидуральный катетер будет полезен для послеоперационной анальгезии. Конечно же, с использованием преимуществ обеих методик осложнения также комбинируются.

#### **Физиология спинальной анестезии**

Раствор местного анестетика, введенный в субарахноидальное пространство, блокирует проведение импульса по всем нервным волокнам, с которыми контактирует. Однако, некоторые из них блокируются легче, чем другие. Существует три класса нервных волокон, которые осуществляют моторную, сенсорную и вегетативную чувствительность. Стимуляция моторных волокон вызывает мышечные сокращения, а их блокирование приводит к мышечному параличу. Сенсорные волокна проводят такие ощущения, как прикосновение и боль к спинному мозгу и далее к головному. Вегетативные волокна контролируют диаметр кровеносных сосудов, сердечный ритм, перистальтику кишечника и другие функции организма, не контролируемые сознательно.

Вегетативные и сенсорные волокна блокируются раньше моторных, в связи с чем возникает несколько следствий. Например, когда блокируются вегетативные волокна, возникает вазодилатация и падение артериального давления, и в то же время больной может выполнять движения, но не чувствовать боли в начале операции.

*Практическое значение физиологических изменений.* До введения местного анестетика пациент должен быть волемиически восполнен,

а внутривенный доступ должен быть сохранен во время всей анестезии для дополнительного введения жидкостей и вазоконстрикторов.

#### **Анатомия**

Спинальный мозг обычно заканчивается на уровне L<sub>2</sub> у взрослых и L<sub>3</sub> у детей. Пункция твердой мозговой оболочки выше этого уровня связана с риском повреждения спинного мозга. Основным ориентиром является линия, соединяющая вершины подвздошных гребней, что соответствует уровню L<sub>4</sub>-L<sub>5</sub>. Необходимо помнить о структурах, через которые игла проходит до того, как достигнет СМЖ (рис. 1).

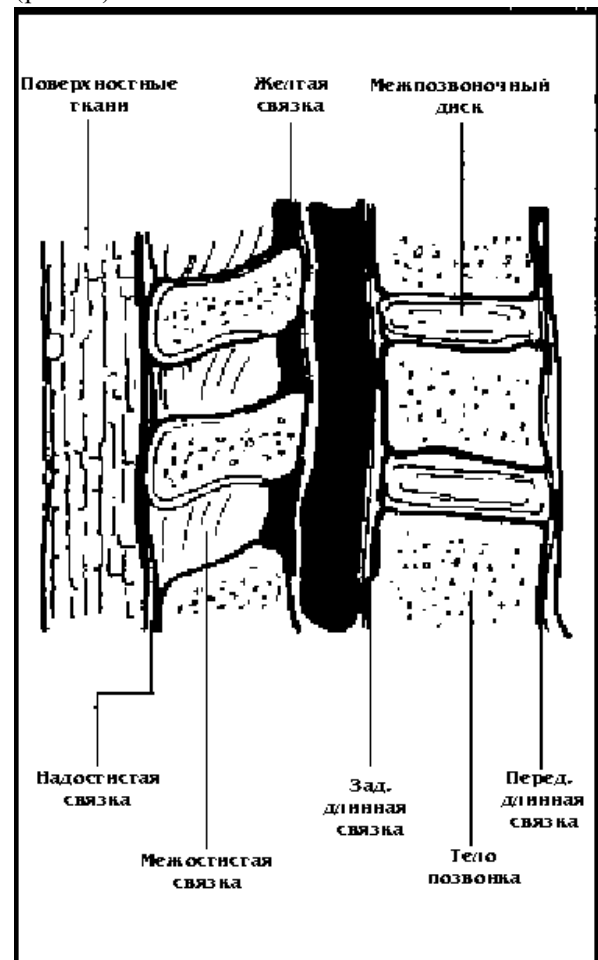


Рис. 1. Срез поясничного отдела позвоночника.

*Кожа.* Разумно ввести небольшое количество анестетика в кожу перед введением спинальной иглы.

*Подкожный жир.* Имеет различную толщину, поэтому определить межпозвоночное пространство намного проще у худых пациентов. *Супраспинальная связка* соединяет концы остистых отростков.

*Межостистая связка* - это тонкая плоская связка, лежащая между остистыми отростками.

*Желтая связка* - достаточно толстая, до 1 см в средней части, в основном состоит из эластических волокон. Она проходит вертикально от пластинки к пластинке. Когда игла входит в связку, ощущается небольшое препятствие, а затем чувство провала, когда игла проходит через нее.

*Эпидуральное пространство* содержит жиры и кровеносные сосуды. Если по спинальной игле вместо СМЖ после удаления стилета течет кровь, скорее всего пунктирована эпидуральная вена. Иглу необходимо продвинуть немного дальше.

*Твердая мозговая оболочка.* После ощущения провала при прохождении желтой связки сходные ощущения возникают при пунктировании твердомозгового мешка.

*Субарахноидальное пространство.* В нем содержится спинной мозг и нервы, окруженные СМЖ. При введении местный анестетик смешивается со спинномозговой жидкостью и быстро блокирует корешки нервов, с которыми вступает в контакт.

#### **Местные анестетики для спинномозговой анестезии**

Местные анестетики могут быть тяжелее (гипербарические), легче (гипобарические) или иметь такую же плотность (изобарические), как у спинномозговой жидкости. Гипербарические растворы распространяются вниз от уровня введения, в то время как изобарические не распространяются в этом направлении. Гипобарические растворы используются редко. Распространение гипербарических растворов более предсказуемо. Изобарические растворы можно сделать гипербарическими, добавив в них глюкозу. Другие факторы, влияющие на распространение местных анестетиков, описаны ниже.

*Бупивакаин* (маркаин). 0,5% гипербарический (тяжелый) бупивакаин является наилучшим препаратом. Также популярен простой 0,5% бупивакаин. Препарат действует дольше других местных анестетиков – обычно 2-3 часа.

*Лидокаин* (ксилокаин). Лучшие результаты получены с 5% гипербарическим лидокаином, эффект которого продолжался 45-90 минут. 2% лидокаин также может использоваться, однако он обладает меньшей продолжительностью действия. Для удлинения продолжительности действия к препарату можно добавить 0,2 мл 1:1000 раствора адреналина. В последнее время много говорится о безопасности при использовании 5% лидокаина (потенциальный нейротоксический эффект), хотя в течение 40 лет он никем не описан. Не следует использовать для спинальной анестезии

лидокаин из многоцветных флаконов, т.к. он содержит консерванты.

*Совкаин* (нуперкаин, дибукаин, перкаин). 0,5% гипербарический раствор сходен с бупивакаином.

*Тетракаин* (аметокаин, пантокаин, понтокаин, децикаин, бутетанол, анетаин, дикаин). 1% раствор может быть приготовлен с глюкозой, физиологическим раствором или водой для инъекций.

*Мепивакаин* (скандикаин, карбокаин, меаверин). 4% гипербарический раствор сходен с лидокаином.

*Петидин/меперидин.* 5% раствор (50 мг/мл) имеет местноанестезирующие свойства и является универсальным препаратом. Стандартная внутривенная форма изобарическая и не имеет консервантов. Доза 0,5-1 мг/кг обычно достаточна для спинальной анестезии.

*Ропивакаин* (наропин). Новый длительно действующий местный анестетик, сходный с бупивакаином. В настоящее время не лицензирован для спинальной анестезии.

Считается, что наиболее часто используемый анестетик лидокаин обладает более быстрым началом действия, чем бупивакаин, однако, некоторые авторы ставят это под сомнение. Меперидин обладает очень быстрым началом действия, но и выводится он быстро. Необходимо помнить, особенно при использовании гипербарических препаратов, что при движении больного (особенно, при опускании головного конца) блок может распространиться выше даже через 20-30 минут после выполнения инъекции.

#### **Спинальная анестезия и сопутствующие заболевания**

*Респираторные заболевания.* Низкий спинальный блок (ниже уровня пупка) не влияет на дыхательную систему, поэтому является идеальным для больных с респираторными заболеваниями, если только они не страдают сильным кашлем. Частый кашель затрудняет условия работы для хирурга. Высокий блок может вызвать плегию межреберных мышц, однако это не создает особых проблем, если у больного сохранены дыхательные резервы.

*Неконтролируемая гипертензия или тяжелая клапанная патология.* Умеренная гипертензия не является противопоказанием к спинальной анестезии, однако необходимо помнить, что падение давления после начала анестезии неминуемо. А при тяжелой неконтролируемой гипертензии падение может быть обвальным. Пациенты с аортальным стенозом требуют поддержания постоянного давления (стабильная пред- и постнагрузка) для обеспечения

коронарной перфузии. При резком падении давления у таких больных может развиться остановка сердечной деятельности.

**Серповидноклеточная анемия.** Спинальная анестезия может считаться методом выбора у больных с серповидноклеточной анемией. Следуйте тем же правилам, что и при общей анестезии: адекватная оксигенация, нормоволемия, не допускать гипотонию, внутривенно вводить теплые растворы, не позволять больному остыть, не используйте жгуты.

#### **Предоперационный осмотр**

Важно объяснить больному, что хотя спинальная анестезия устранил боль, он может иметь какие-то ощущения из области оперативного вмешательства, однако, это не принесет дискомфорта. Необходимо также объяснить, что больной на некоторое время ощутит слабость в ногах, однако, это совершенно безопасно. Обязательно гарантируйте больному, что если все-таки болезненные ощущения останутся, он получит общую анестезию. Премедикация часто необязательна, однако, если больной эмоционально лабилен, ему необходимо назначить такие бензодиазепины, как диазепам 5-10 мг за 1 час до операции перорально. Можно использовать другие седативные и наркотические препараты. Антихолинэргические препараты типа атропина или скополамина обычно не используются.

#### **Внутривенная преднагрузка**

Всем больным, идущим на спинальную анестезию, обязательно должен быть обеспечен внутривенный доступ через канюлю достаточно большого диаметра, чтобы начать инфузию до пункции субарахноидального пространства. Это помогает предотвратить гипотонию вследствие вазодилатации. Объем вводимой жидкости зависит от возраста и распространения предполагаемого блока. Для молодого крепкого больного при грыжесечении может потребоваться только 500 мл. Пожилые больные не способны компенсировать вазодилатацию также эффективно, как молодые. Им может потребоваться для сходной процедуры 1000 мл. При планируемой высокой блокаде всем пациентам необходимо дать как минимум 1000 мл инфузии. При кесаревом сечении требуется 1500 мл. Наиболее часто используются физиологический раствор, раствор Хартмана. Необходимо избегать применять раствор 5% глюкозы, т.к. он не эффективен для поддержания объема крови.

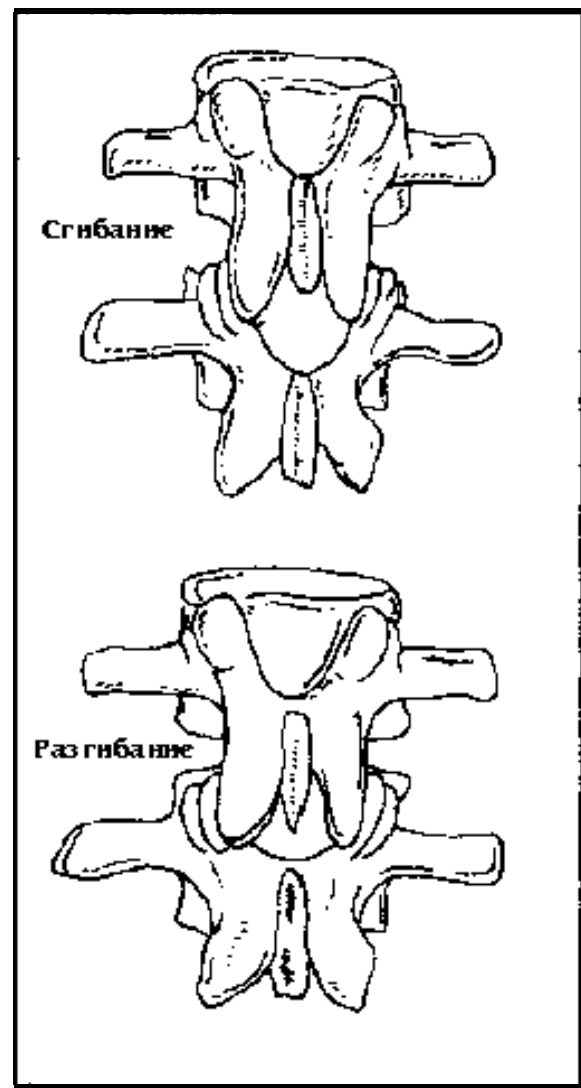


Рис. 2. Влияние сгибания и разгибания на межпозвоночное пространство в поясничном отделе позвоночника.

#### **Положение больного при люмбальной пункции**

Люмбальная пункция проще всего выполняется, если поясничный отдел позвоночника в состоянии флексии (рис. 2). Наилучшим образом это достигается в сидячем положении больного на операционном столе и ногами на стуле. Если он будет опираться предплечьями на бедра, положение будет более стабильным и комфортным. Процедура может выполняться у больного, лежащего на боку с максимально согнутыми бедрами и коленями.

Таблица 1.

Тип блока	Гипербарический бупивакаин	Простой бупивакаин	Гипербарический лидокаин
«Седельный» блок для операций на гениталиях	1 мл	2 мл	1 мл
Люмбалльный блок для операций на конечностях, промежности	2-3 мл	2-3 мл	1,5-2 мл
Среднегрудной блок для гистерэктомии	2-4 мл	2-4 мл	2 мл

Ассистент может помочь придать больному более удобное согнутое положение. Положение сидя более благоприятно для тучных больных, а положение на боку – для седатированных больных. Необходимо помнить о возможной гипотонии и вероятности вазовагусных реакций в положении сидя.

#### Факторы, влияющие на распространение раствора местного анестетика

На распространение раствора местного анестетика в спинальной жидкости влияет множество факторов. Среди них:

- плотность местного анестетика;
- положение больного;
- концентрация и вводимый объем;
- уровень введения;
- скорость инъекции.

Плотность раствора местного анестетика может быть изменена с помощью добавления глюкозы. 7,5% раствор глюкозы может сделать раствор местного анестетика гипербарическим по отношению к СМЖ и замедлить скорость их смешивания. Надежный блок можно получить с помощью гипербарических и изобарических растворов. Более контролируемую блокаду можно получить с помощью гипербарического раствора анестетика и изменения положения больного.

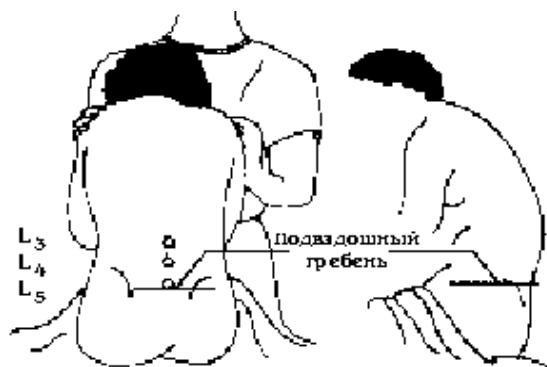


Рис. 3. Идеальное положение сидя при спинальной анестезии.

Если больной будет сидеть в течение нескольких минут после инъекции небольшого объема гипербарического анестетика, разовьется классический «седельный» блок с захватом только корешков крестцовых нервов. Спинной мозг у больных, лежащих на боку, редко находится в истинно горизонтальном положении. У мужчин плечи шире бедер, поэтому в положении на боку они лежат с несколько приподнятой головой, а у женщин же шире бедра. Независимо от положения больного во время введения анестетика и первично полученного блока, уровень блокады можно изменить в течение 20 минут после инъекции гипербарического раствора. Количество местного анестетика (в миллиграммах) определяет качество полученного блока, в то время как распространение блока определяется введенным объемом. Таким образом, большой объем концентрированного раствора вызовет глубокую блокаду обширной зоны. Спинальная анестезия обычно выполняется в поясничном отделе, поэтому распространение блока зависит в большей степени от объема и концентрации анестетика и от положения больного, чем от уровня межпозвоночного промежутка.

Скорость введения в небольшой степени влияет на степень распространения блока. Медленное введение приводит к более предсказуемому распространению, в то время как быстрое введение приводит к вихревым потокам в СМЖ и менее предсказуемой блокаде. Наконец, повышенное внутрибрюшное давление любой причины (беременность, асцит и т.д.) может вызвать набухание эпидуральных вен, сдавление твердой мозговой оболочки и уменьшение, таким образом, объема СМЖ. Введенный местный анестетик в таких условиях вызовет более распространенный блок.

Таблица 1.

Тип блока	Гипербарический бупивакаин	Простой бупивакаин	Гипербарический лидокаин
«Седельный» блок для операций на гениталиях	1 мл	2 мл	1 мл
Люмбальный блок для операций на конечностях, промежности	2-3 мл	2-3 мл	1,5-2 мл
Среднегрудной блок для гистерэктомии	2-4 мл	2-4 мл	2 мл

### Используемое количество местного анестетика

Уровень необходимой спинальной блокады зависит от планируемого оперативного вмешательства (см. таблицу 1). При использовании гипербарического анестетика, раствора требуется меньше, чем при использовании простого. Для акушерской анестезии применяются другие требования, чем в обычных условиях (см. ниже).

Объемы местных анестетиков, представленные в таблице 1, необходимо рассматривать только как руководство к действию. Меньшие объемы используются у небольших пациентов. Для блокады в средне - грудном отделе наилучшим образом подходят гипербарический раствор анестетика и соответствующее положение.

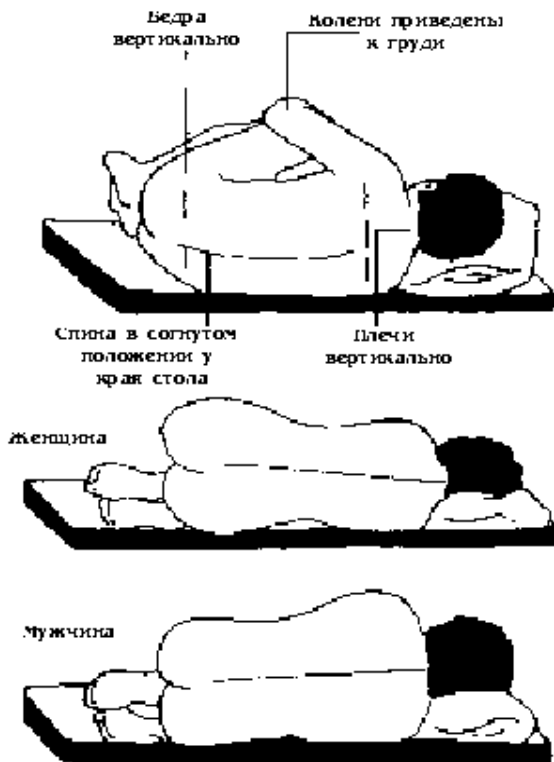


Рис. 4. Обратите внимание на различие уровня субарахноидального пространства у мужчин и женщин.

### Подготовка к люмбальной пункции

Соберите необходимое оснащение на стерильном столе. Оно включает:

- спинальная игла. Идеально использовать иглу 24-25G с карандашной заточкой (pencil-point) для уменьшения риска развития у больных постпункционных головных болей;
- интродьюсер при использовании тонкой и гибкой спинальной иглы, которую трудно точно направлять. В качестве интродьюсера хорошо подходит стандартная игла 19G (белая);
- шприц 5 мл для спинального анестетика;
- шприц 2 мл для инфильтрации кожи;
- набор игл для набирания анестетика для спинальной анестезии и для инфильтрации кожи;
- емкость с антисептиком для обработки кожи, например, с хлоргексидином, иодинолом, метиловым спиртом;
- стерильные салфетки для обработки кожи;
- лейкопластырь для заклеивания места инъекции;
- местный анестетик для введения в субарахноидальное пространство в одноразовой ампуле. Никогда не используйте местный анестетик из многоразовых флаконов для спинальной анестезии. Запасные инструменты и препараты должны быть готовы при необходимости.

### Выполнение спинальной пункции

Убедитесь, что пациент полностью понимает суть выполняемой процедуры, имеет внутривенный доступ, удобное положение и доступное все необходимое оснащение для неотложной помощи.

- Тщательно вымойте руки и оденьте перчатки.
- Проверьте инструменты на стерильном столике.



- Наберите местный анестетик для субарахноидального введения в 5 мл шприц из ампулы, открытой ассистентом. Прочитайте этикетку. Наберите точное количество анестетика, стараясь не задевать иглой наружной стороны ампулы (нестерильной).
- Обработайте спину больного тампоном с антисептиком, не касаясь перчатками кожи. Обработку кожи выполняйте радиальными движениями от места предполагаемой инъекции. Смените тампон и повторите обработку несколько раз достаточно большой площади. Дайте антисептику высохнуть на коже.
- Определите подходящий межпозвоночный промежуток. У тучных больных может потребоваться достаточно сильное нажатие, чтобы почувствовать остистые отростки.
- Введите в предполагаемом месте небольшое количество местного анестетика под кожу с помощью иглы 25G.
- Если используется спинальная игла 24-25G, введите интродьюсер. Его необходимо продвинуть до желтой связки, однако у худых больных надо соблюдать осторожность, чтобы не пунктировать твердую мозговую оболочку.
- Введите спинальную иглу. Убедитесь, что стилет находится в игле и кончик иглы не блокируется частичками тканевой или сгустком. Игла вводится по средней линии, а срез направляется латерально под небольшим углом по направлению к голове и медленно продвигается вперед. Сопротивление продвижению иглы увеличивается при вхождении в желтую связку, затем возникает потеря сопротивления, когда игла оказывается в эпидуральном пространстве. Повторная потеря сопротивления ощущается при проколе твердой мозговой оболочки, и после удаления стилета из иглы должна появиться СМЖ. Если игла упирается в кость, ее необходимо вытащить примерно на 1 см и вновь продвинуть вперед слегка в головном направлении, оставаясь на средней линии. Если используется игла 25G, до появления из нее СМЖ необходимо подождать 20-30 секунд после удаления стилета. Если СМЖ не появилась, вставьте

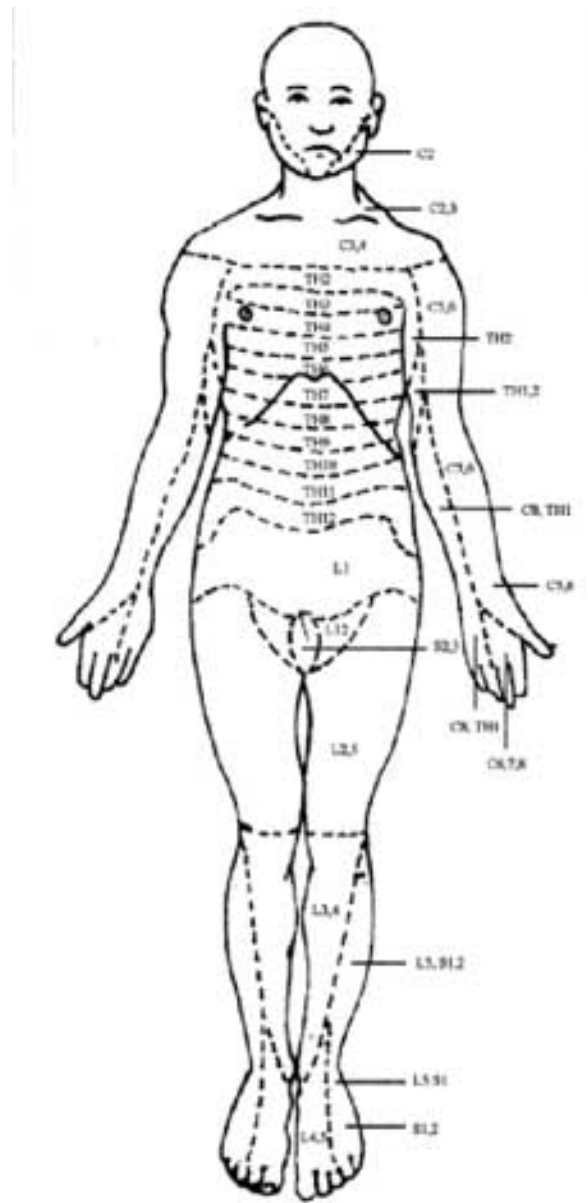


Рис. 5. Дерматомы тела.

стилет обратно и продвиньте иглу немного вперед и попробуйте снова. После появления спинальной жидкости осторожно, чтобы не сместить иглу, присоедините шприц с местным анестетиком. Иглу лучше зафиксировать большим и указательным пальцами второй руки. Плотно вставьте шприц в павильон иглы. Гипербарический раствор вязок, поэтому при введении особенно через тонкую иглу сопротивление будет высоким и очень легко разбрызгать местный анестетик, если не соблюдать осторожность. Аспирационной пробой убедитесь в правильности положения кончика иглы, а затем медленно введите местный анестетик. Когда введение закончено, удалите иглу, интродьюсер и шприц

вместе и заклейте место пункции пластырем.

### Практические проблемы

*Спинальная игла в правильном положении, однако, СМЖ не поступает.* Подождите 30 секунд, затем попробуйте повернуть иглу на 90° и подождите еще. Если СМЖ все еще нет, присоедините к игле пустой 2 мл шприц и введите 0,5 мл воздуха, чтобы проверить не заблокирована ли игла. Затем шприцем аспирируйте, постепенно вынимая иглу, и остановитесь, когда в шприце появится СМЖ.

*По спинальной игле поступает кровь.* Подождите немного. Если кровь становится розовой и, наконец, очищается, значит, все в порядке. Если кровь продолжает капать, скорее всего, кончик иглы находится в эпидуральной вене и иглу необходимо продвинуть немного вперед. *Больной жалуется на резкую боль в ноге.* Игла задела корешок нерва, т.к. сместилась латерально. Извлеките иглу, измените ее направление на более медиальное.

*При любом направлении иглы она упирается в кость.* Убедитесь, что больной лежит правильно с максимально согнутой поясницей, игла занимает медиальное положение. Если вы не уверены с правильности положения иглы, спросите больного, с какой стороны он ее чувствует. У пожилых больных, которые не могут хорошо согнуться и имеют очень кальцифицированные межостистые связки, лучше использовать парамедиальный доступ. Выполняется ведение иглы на 0,5-1 см латеральнее срединной линии на уровне верхнего края остистого отростка, срез направляется к голове и медиально. Если игла упирается в кость, это, скорее всего, позвоночная пластинка. В этом случае необходимо «отойти» иглой от позвонка, войти в эпидуральное пространство и далее через твердую мозговую оболочку. При использовании этого метода необходимо ввести небольшое количество местного анестетика в мышцы перед использованием спинальной иглы.

*Больной жалуется на боль при введении иглы.* Это говорит о том, что игла проходит через мышцы с какой-то из сторон связки. Измените направление иглы на более медиальное или введите местный анестетик.

*Больной жалуется на боль при введении анестетика в спинальное пространство.* Остановите введение и измените положение иглы.

### Оценка блокады

Некоторые больные не могут описать, что они чувствуют или не чувствуют, поэтому требуются объективные показатели. Например, если больной не может оторвать ногу от крова-

ти, значит развилась блокада как минимум на среднепоясничном уровне. Необязательно проверять чувствительность острой иглой и оставлять кровотокающие раны. Лучше проверить потерю температурной чувствительности с помощью туфика, смоченного эфиром или спиртом. Вначале прикоснитесь смоченным туфиком к груди или руке больного, чтобы он ощутил, что тот действительно холодный. Затем проведите туфиком по ноге и нижней части живота, пока больной не почувствует холод. Если больной не может четко сказать о своих ощущениях, можно слегка ущипнуть его пинцетом или пальцами в заблокированной и в неблокированной зонах и спросить, где он почувствовал боль.

Хирурги ни в коем случае не должны колоть больного и спрашивать: «Вы чувствуете это?» И хирург, и больной должны знать, что блок состоялся и больной может чувствовать только прикосновения, но не боль.

### Проблемы блокады

*Блокада не формируется.* Если через 10 минут у больного сохраняется полная сила в ногах и чувствительность, значит блок не удался, возможно, введение анестетика было не субарахноидальным. Попробуйте снова.

*Блок односторонний или недостаточный с одной стороны.* При использовании гипербарических растворов положите больного на ту сторону, с которой анестезия неадекватна на несколько минут, и слегка опустите головной конец операционного стола. Если используется изобарический раствор, уложите больного на заблокированную сторону. Повороты больного в любую сторону в первые 10-20 минут после введения анестетика приведут к увеличению высоты блока.

*Блок недостаточно высокий.* Если используется гипербарический раствор, опустите головной конец операционного стола, чтобы анестетик поднялся вверх к поясничному изгибу. Затем, согнув и подняв колени больного, сделайте поясничный изгиб плоским. При использовании простых растворов анестетиков поверните больного вокруг со спины на живот и обратно.

*Блок слишком высокий.* Пациент может жаловаться на затруднение дыхания или онемение рук. Не поднимайте головной конец операционного стола (см. ниже раздел «Терапия тотального спинального блока»).

*Тошнота или рвота.* Может возникать при высоком спинальном блоке и связаны с гипотонией.

*Дрожь.* Возникает редко. Успокойте больного и дайте ему кислород через маску.

### Мониторинг

Обязательно проводите мониторинг дыхания, частоты пульса и артериального давления. Артериальное давление может снижаться во время начала спинальной анестезии обвально, особенно у пожилых, гиповолемичных больных, которым не была проведена адекватная волемиическая преднагрузка. Тревожными признаками гипотонии являются бледность, пот, тошнота, общая слабость. Приемлемо снижение давления до 80-90 мм рт. ст. у молодых пациентов и до 100 мм рт. ст. у более старших, при котором они чувствуют себя удовлетворительно и хорошо оксигенируются.

Часто во время спинальной анестезии возникает брадикардия, особенно при операциях на кишечнике или матке. Если состояние больного удовлетворительное, артериальное давление не снижается, то атропин применять не обязательно. Если частота сердечных сокращений падает ниже 50 ударов в минуту или возникает гипотония, внутривенно необходимо ввести 300-600 мкг атропина. Если частота не увеличивается, используйте эфедрин (см. ниже).

Хорошей практикой можно считать использование масочного кислорода 2-4 л/мин., особенно у седатированных больных.

### Лечение гипотонии

Гипотония возникает вследствие вазодилатации и функционального уменьшения эффективного циркулирующего объема. Таким образом, лечение направлено на устранение вазодилатации с помощью вазоконстрикторов и увеличения циркулирующего объема с помощью внутривенного вливания жидкости. Все больные с гипотонией должны получать кислород, пока артериальное давление не восстановится.

Самым простым и эффективным методом быстро увеличить циркулирующий объем крови больного является поднятие его ног, что увеличивает венозный возврат крови к сердцу. Это можно сделать с помощью ассистента или поднять нижнюю половину операционного стола. Одновременное опускание головного конца приведет к такому же результату, однако это неразумно, т.к. при использовании гипербарического местного анестетика может произойти его распространение высоко вверх с развитием высокого спинального блока и еще большей гипотонии. При использовании изобарического анестетика изменение положения стола окажет минимальный эффект на высоту блока.

Увеличьте скорость внутривенной инфузии до максимума, пока артериальное давление не достигнет приемлемого уровня и, если есть брадикардия, введите внутривенно атропин. Если гипотония тяжелая и на инфузию реакции нет, немедленно введите вазоконстрикторы.

### Вазопрессоры

*Эфедрин* является препаратом выбора. Он вызывает сужение периферических сосудов и, увеличивая частоту и силу сердечных сокращений, увеличивает сердечный выброс. Препарат безопасен при использовании во время беременности, т.к. не уменьшает плацентарный кровоток. Эфедрин лучше развести в 10 мл шприце физиологическим раствором и вводить небольшими дозами по 1-2 мл (2,5-6 мг), титруя по артериальному давлению. Его эффект длится около 10 минут, поэтому может потребоваться повторное введение. Или же ампула может добавляться в раствор для внутривенной инфузии и ее скорость регулировать по уровню артериального давления. Эфедрин можно вводить внутримышечно, при этом время наступления эффекта несколько откладывается и удлиняется. Для внутримышечного введения доза требуется больше.

*Метоксамин* (вазоксин). Поставляется в ампулах по 20 мг, перед использованием должен разбавляться. Для взрослых внутривенная доза составляет 2 мг, внутримышечная – 5-20 мг. Препарат является чистым периферическим вазоконстриктором. Вызывает брадикардию, требующую введения атропина. Полезен при гипотонии во время спинальной анестезии на фоне тахикардии.

*Фенилэфрин* (мезатон). Чистый периферический вазоконстриктор, поставляется в ампулах по 10 мг. Необходимо разбавлять перед введением. Внутривенная доза для взрослых 100-500 мкг через 15 минут при необходимости или 2-5 мг внутримышечно. Эффект продолжается 15 минут. Может возникать рефлекторная брадикардия.

*Метараминол* (арамин). Поставляется в ампулах по 10 мг, его необходимо разбавлять и вводить как эфедрин по 1-5 мг. Или добавляется в 500 мл инфузионного раствора и титруется по артериальному давлению. Обладает медленным началом действия (как минимум 2 минуты после внутривенного введения), но длительным (20-60 минут).

*Адреналин* (эпинефрин). Поставляется в ампулах по 1 мг/мл (1:1000) и 1 мг/10 мл (1:10000). Разведите 1 мл 1:1000 раствора адреналина как минимум в 10 мл физиологического раствора и вводите дробно по 50 мкг (0,5 мл

1:10000 раствора) по потребности. Необходимо тщательно следить за эффектом препарата – он действует очень мощно, но кратковременно. Может быть полезным во время спинальной анестезии, если артериальное давление не реагирует на препараты первой линии, описанные выше, или при их отсутствии.

**Норадреналин** (норэпинефрин, левофед). Мощный вазоконстриктор, поставляется в ампулах по 2 мг. Ампулу необходимо растворить в 1000 мл инфузионного раствора. Сначала должен вводиться со скоростью 2-3 мл/мин и титроваться по артериальному давлению. Необходимо тщательно контролировать инфузию, не допуская внесосудистого введения.

### **Терапия тотального спинального блока**

Тотальный спинальный блок возникает редко, однако развиваться он может пугающе быстро и без экстренной диагностики и помощи приводит к смерти больного. Чаще всего он возникает при случайном введении местного анестетика в субарахноидальное пространство во время планируемой эпидуральной инъекции. К тревожным признакам развивающегося тотального спинального блока относятся:

- гипотония – терапия описана выше. Помните, что тошнота может быть первым признаком гипотонии. Необходимы вазопрессоры и большой объем внутривенной инфузии;
- брадикардия – введите атропин. Если эффекта нет, используйте адреналин или эфедрин;
- нарастание тревожности - успокойте;
- слабость в руках – указывает, что блок достиг шейно-грудного отдела;
- затруднение дыхания – при блокаде межреберных нервов больной отмечает невозможность глубокого дыхания. При блокаде диафрагмального нерва (С3,4,5) больной вначале может говорить только шепотом, а затем прекращает дышать;
- потеря сознания.

### **Позовите на помощь – дополнительная пара рук может быть полезной!**

- сердечно-легочная реанимация;
- интубация трахеи больного и вентиляция 100% кислородом.

*Терапия гипотонии и брадикардии* как описывалось выше. Если ее не начать быстро, сочетание гипоксии, брадикардии и гипотонии

может привести к остановке сердечной деятельности.

- Вентиляцию необходимо продолжать пока полностью не устранятся явления спинального блока и больной не сможет дышать без поддержки. Этот период времени зависит от использованного анестетика.

После обеспечения адекватной вентиляции и кровообращения необходимо седатировать больного небольшими дозами бензодиазепинов, чтобы сознание не восстановилось до появления мышечного тонуса.

### **Общая послеоперационная терапия**

Как и другие пациенты после анестезии, больной должен быть переведен в палату послеоперационного наблюдения. В случае развития гипотонии медсестра палаты должна поднять ноги больного, увеличить скорость инфузии, дать кислород и вызвать анестезиолога. Возможно, потребуются дополнительное введение вазоконстрикторов или жидкости, как описывалось выше. Пациенту необходимо объяснить, сколько будет длиться спинальный блок и попросить его оставаться в постели, пока полностью не восстановятся чувствительность и мышечная сила.

### **Осложнения спинальной анестезии**

**Головная боль.** После спинальной анестезии может возникать характерная головная боль. Она является постуральной, усиливается при вставании или даже при подъеме головы, уменьшается в горизонтальном положении. Возникает в первые несколько часов после анестезии и может продолжаться неделю и даже больше. Головная боль локализуется в затылочной области, может сопровождаться ригидностью мышц шеи, головокружением, тошнотой, рвотой, светобоязнью. Чаще встречается у молодых больных, женщин, особенно в акушерстве. Предположительно, головная боль связана с продолжающимся истечением СМЖ из отверстия в твердой мозговой оболочке. Это вызывает смещение мозговых структур и боль.

Частота возникновения головных болей напрямую связана с диаметром спинальной иглы. При использовании иглы 16G головная боль возникает у 75% больных. Иглы 20G дают осложнения в 15% случаях, а иглы 25G – 1-3%. Поэтому у акушерских больных с высоким риском необходимо использовать иглы наименьшего диаметра. Волокна твердой мозговой оболочки проходят параллельно вдоль всей оси спинного мозга, поэтому, чтобы не пересекать их и не оставлять отверстия, срез иглы должен направляться параллельно им.

Запомните как соотносятся срез и паз на павильоне иглы и направляйте его соответствующим образом. Иглы карандашной заточки (pencil-point, Whiteacre, Sprotte) оставляют меньшее отверстие в твердой мозговой оболочке и меньшее количество головных болей (1%), чем традиционные режущие иглы Квинке (рис. 7).

*Лечение головных болей после спинальной анестезии.* Пациенты с головными болями после спинальной анестезии предпочитают лежать, так как это уменьшает головную боль. Больным необходимо рекомендовать пить как можно больше жидкости или при необходимости назначить внутривенную инфузию. Могут быть полезными простые анальгетики, такие как парацетамол, аспирин, кодеин, а также меры, увеличивающие внутрибрюшное и эпидуральное давление (лежать на животе). Считаются эффективными суматриптан, использующийся при мигрени, напитки, содержащие кофеин (чай, кофе, кока-кола). При длительных тяжелых головных болях можно использовать эпидуральную кровяную пробку, вводя 15-20 мл собственной крови больного в эпидуральное пространство. Образующийся сгусток закрывает отверстие твердой мозговой оболочки и прекращает дальнейшее истечение СМЖ.

Ранее считалось, что для уменьшения вероятности возникновения головных болей после спинальной анестезии больной должен находиться в постели в течение 24 часов, однако, в настоящее время это не считается правильным. Если выполненное оперативное вмешательство позволяет, больной может встать, как только восстановится чувствительность.

*Задержка мочи.* Возникает в связи с тем, что проведение по крестцовым вегетативным волокнам восстанавливается в последнюю очередь. При избыточной инфузии может возникать болезненное перерастяжение мочевого пузыря, требующее катетеризации.

*Неврологические осложнения.* Встречаются крайне редко. В основном это менингиты, арахноидиты, миелит, синдром конского хвоста с различными неврологическими нарушениями из-за введения в СМЖ неподходящих препаратов и веществ. Повреждение эпидуральных вен может привести к образованию эпидуральной гематомы, сдавливающей спинной мозг. У больных с нормальным состоянием свертывающей системы крови это маловероятно. Если не были соблюдены условия стерильности, может развиваться бактериальный менингит или эпидуральный абсцесс. Наконец, вследствие синдрома перед-

ней спинальной артерии может развиваться паралич. Подобное осложнение чаще встречается у пожилых при длительном периоде гипотонии, оно приводит к параличу нижних конечностей.

### **Спинальная анестезия в акушерстве**

Существует несколько причин, почему спинальная анестезия предпочтительнее общей при кесаревом сечении. Младенцы, рожденные под спинальной анестезией, более активны, так как они не получают никаких анестетиков через плацентарный кровоток. Прходимость дыхательных путей матери не нарушена, поэтому риск аспирации желудочного содержимого с развитием синдрома Мендельсона минимальный.

Многие матери приветствуют возможность быть в сознании во время родов и начать кормление своего ребенка сразу после окончания операции. Однако, в этом есть несколько недостатков. Проведение спинальной анестезии может быть затруднено, так как беременная матка способствует поясничному разгибанию, а если роды уже начались, мать не может оставаться спокойной во время схваток. Если не использовать иглу малого диаметра (25G), то риск развития постпункционных головных болей становится неприемлемо высоким. Анестезиолог не должен начинать применение спинальной анестезии у беременных во время кесарева сечения, пока не накопит достаточный опыт на небеременных больных.

При отсутствии гиповолемии вследствие кровотечения спинальная анестезия является простой и безопасной альтернативой общей анестезии во время ручного удаления последа. Она не вызывает расслабления матки, и, если требуется, могут подключаться ингаляционные анестетики.

### **Методика**

Спинальная анестезия проводится у беременных так же, как и у небеременных, но с некоторыми особенностями:

- акушерские больные до проведения анестезии должны получить инфузионную преднагрузку 1500 мл кристаллоидов;
- спинальная анестезия не противопоказана при легкой преэклампсии, однако необходимо помнить, что у таких больных изменяется система гемостаза и наблюдается относительная гиповолемия. При преэклампсии всегда существует шанс развития судорожного припадка, поэтому обязательно

должны быть доступны антиконвульсанты (диазепам или тиопентал);

- беременным женщинам требуется меньшее количество местного анестетика, чем небеременным. Для кесарева сечения требуется блок от Th<sub>6</sub> (нижняя часть грудины). Этого можно достигнуть следующим образом (хотя использование гипербарических анестетиков более предсказуемо):
  - 2-2,5 мл гипербарического раствора 0,5% бупивакаина или
  - 2-2,5 мл изобарического раствора 0,5% бупивакаина или
  - 1,4-1,6 мл гипербарического раствора 5% лидокаина или
  - 2-2,5 мл изобарического раствора 2% лидокаина с добавлением адреналина (0,2 мл 1:1000 раствора).

Если анестезия требуется для родов со щипцами, вводится 1 мл гипербарического раствора в положении сидя. Для ручного удаления последа анестезия требуется до уровня Th<sub>10</sub>. Для этого в положении больной сидя вводится 1,5 мл гипербарического раствора, а затем она ложится.

### Положение беременной

Беременная женщина никогда не должна лежать на спине, так как в таком положении беременная матка сдавливает полую вену и в меньшей степени аорту, вызывая гипотонию. Поэтому она должна всегда лежать на боку. Это достигается или наклоном операционного стола, или вставкой валика под правый бок больной. Матка смещается несколько влево и полая вена не сдавливается.

Как и всем больным во время операции под спинальной анестезией необходимо дать кислород. Несмотря на инфузионную преднагрузку часто возникает гипотония, поэтому многие анестезиологи рутинно используют вазопрессоры. Наиболее предпочтительным является эфедрин, который не вызывает сужения сосудов матки. Если он недоступен, используется один из трех вазопрессоров, описанных выше. Некупированная гипотония может причинить серьезный вред еще нерожденному плоду.

После родов препаратом выбора для сокращения матки является синтоцинол, в меньшей степени вызывающий тошноту и рвоту у матери.

## ПОСЛЕОПЕРАЦИОННАЯ АНАЛГЕЗИЯ В АМБУЛАТОРНОЙ ПЕДИАТРИЧЕСКОЙ ХИРУРГИИ

*М. Рэй (Калькутта, Индия), С.М. Басу (Лондон, Великобритания)*

Дневная хирургия в педиатрии была впервые описана в 1909 году Джеймсом Николом, который выполнил в Королевском госпитале Глазго 8988 амбулаторных оперативных вмешательств. С того времени роль амбулаторной хирургии в США и Великобритании выросла и составляет сейчас 50-60% от общего числа операций у детей. В Индии частота амбулаторных педиатрических операций лишь 35%. Причиной тому являются нехватка транспортных средств, низкая грамотность и плохие бытовые условия у значительной части населения.

Ключом к успешному проведению амбулаторной педиатрической анестезии является правильный подбор пациентов, профилактика характерных для детей послеоперационных осложнений и адекватное обезбоживание. Сильная послеоперационная боль не только снижает функциональные резервы пациента, но также связана с более длительным пребы-

ванием в стационаре и высокой вероятностью повторной госпитализации. Боль может усилить послеоперационную тошноту и рвоту, что также увеличивает риск повторного обращения пациента. Таким образом, адекватная терапия боли является обязательным условием амбулаторной хирургии.

Планирование послеоперационного обезбоживания должно выполняться во время предоперационного осмотра, при этом принимаются во внимание возраст, психологическое состояние и оценка по шкале ASA, а также характер оперативного вмешательства. Объективная оценка болевого синдрома очень важна для обеспечения оптимальной аналгезии.

### Оценка боли

В педиатрической практике используются различные шкалы оценки боли. Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки. Выбор оценочной шкалы зависит от возраста пациента.

должны быть доступны антиконвульсанты (диазепам или тиопентал);

- беременным женщинам требуется меньшее количество местного анестетика, чем небеременным. Для кесарева сечения требуется блок от Th<sub>6</sub> (нижняя часть грудины). Этого можно достигнуть следующим образом (хотя использование гипербарических анестетиков более предсказуемо):
  - 2-2,5 мл гипербарического раствора 0,5% бупивакаина или
  - 2-2,5 мл изобарического раствора 0,5% бупивакаина или
  - 1,4-1,6 мл гипербарического раствора 5% лидокаина или
  - 2-2,5 мл изобарического раствора 2% лидокаина с добавлением адреналина (0,2 мл 1:1000 раствора).

Если анестезия требуется для родов со щипцами, вводится 1 мл гипербарического раствора в положении сидя. Для ручного удаления последа анестезия требуется до уровня Th<sub>10</sub>. Для этого в положении больной сидя вводится 1,5 мл гипербарического раствора, а затем она ложится.

### Положение беременной

Беременная женщина никогда не должна лежать на спине, так как в таком положении беременная матка сдавливает полую вену и в меньшей степени аорту, вызывая гипотонию. Поэтому она должна всегда лежать на боку. Это достигается или наклоном операционного стола, или вставкой валика под правый бок больной. Матка смещается несколько влево и полая вена не сдавливается.

Как и всем больным во время операции под спинальной анестезией необходимо дать кислород. Несмотря на инфузионную преднагрузку часто возникает гипотония, поэтому многие анестезиологи рутинно используют вазопрессоры. Наиболее предпочтительным является эфедрин, который не вызывает сужения сосудов матки. Если он недоступен, используется один из трех вазопрессоров, описанных выше. Некупированная гипотония может причинить серьезный вред еще нерожденному плоду.

После родов препаратом выбора для сокращения матки является синтоцинол, в меньшей степени вызывающий тошноту и рвоту у матери.

## ПОСЛЕОПЕРАЦИОННАЯ АНАЛГЕЗИЯ В АМБУЛАТОРНОЙ ПЕДИАТРИЧЕСКОЙ ХИРУРГИИ

*М. Рэй (Калькутта, Индия), С.М. Басу (Лондон, Великобритания)*

Дневная хирургия в педиатрии была впервые описана в 1909 году Джеймсом Николом, который выполнил в Королевском госпитале Глазго 8988 амбулаторных оперативных вмешательств. С того времени роль амбулаторной хирургии в США и Великобритании выросла и составляет сейчас 50-60% от общего числа операций у детей. В Индии частота амбулаторных педиатрических операций лишь 35%. Причиной тому являются нехватка транспортных средств, низкая грамотность и плохие бытовые условия у значительной части населения.

Ключом к успешному проведению амбулаторной педиатрической анестезии является правильный подбор пациентов, профилактика характерных для детей послеоперационных осложнений и адекватное обезбоживание. Сильная послеоперационная боль не только снижает функциональные резервы пациента, но также связана с более длительным пребы-

ванием в стационаре и высокой вероятностью повторной госпитализации. Боль может усилить послеоперационную тошноту и рвоту, что также увеличивает риск повторного обращения пациента. Таким образом, адекватная терапия боли является обязательным условием амбулаторной хирургии.

Планирование послеоперационного обезбоживания должно выполняться во время предоперационного осмотра, при этом принимаются во внимание возраст, психологическое состояние и оценка по шкале ASA, а также характер оперативного вмешательства. Объективная оценка болевого синдрома очень важна для обеспечения оптимальной аналгезии.

### Оценка боли

В педиатрической практике используются различные шкалы оценки боли. Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки. Выбор оценочной шкалы зависит от возраста пациента.

**Новорожденные.** Амбулаторная хирургия не является полностью противопоказанной в этой группе пациентов. Например, могут выполняться нетравматичные процедуры, в частности, зазные методы инвазивного и неинвазивного обследования под анестезией, небольшие по объему вскрытия и дренирования. К счастью, подобные процедуры не вызывают сильной послеоперационной боли.

Для оценки тяжести боли у новорожденных были созданы специальные критерии, основанные на данных наблюдения за выражением лица, положением тела, двигательной активностью, характером плача, уровнем артериального давления, ЧСС и частоты дыхания, окраской кожных покровов и беспокойством. Но эти признаки могут изменяться не только под влиянием болевых факторов. В связи с этим нам кажется более рациональной сравнительная оценка поведения и физиологических параметров ребенка в условиях покоя, седатации или анальгезии.

**Младенцы и дети до трех лет.** Как и у новорожденных, оценка боли у этой группы пациентов также основывается на данных наблюдения за поведением и физиологическими параметрами в условиях седатации и анальгезии. Хотя иногда при капризном поведении может наблюдаться реакция по типу «все или ничего», иногда реакция более точна и позволяет локализовать боль. Часто для оценки болевого синдрома используются объективная шкала боли (ОШБ) и младенческо-дошкольная послеоперационная шкала боли (МДПОШБ).

**Дети в возрасте от 3 до 7 лет.** Эти пациенты способны дифференцировать наличие или отсутствие боли и локализовать ее. Они также могут характеризовать интенсивность боли по критериям - отсутствует, легкая, умеренная и тяжелая. Для этой группы могут использоваться лицевая шкала и шкала Оучера. Дети в возрасте старше пяти лет могут использовать визуально-цветовую аналоговую шкалу (ВАШ).

**Дети старшего возраста (более 7 лет),** как и взрослые, могут выражать интенсивность боли, локализацию и ее характер. В этой группе использование шкалы, например, горизонтальной ВАШ, а также оценка жалоб пациента достаточно эффективны и надежны.

#### **Терапия послеоперационной боли**

Оперативные вмешательства, связанные с сильным послеоперационным болевым синдромом, не должны выполняться как амбулаторные. Для большинства пациентов, у которых в качестве анестезии или в дополнение к

ней использовались НПВС или регионарные методики во время или после операции болевой синдром не вызывает больших проблем. Пероральные анальгетики – основные препараты для терапии боли на дому.

**Топическая анестезия.** Крем ЭМЛА (EMLA) - смесь прилокаина и лидокаина – эффективное средство, обеспечивающее кожную анестезию. Топическая анестезия при помощи ЭМЛА снижает боль при обрезании, купировании фимоза, мириготомии и трансплантации кожи. Для достижения максимальной анестезии крем должен наноситься на кожу за 45-60 минут до операции и прикрываться салфеткой. Длительность анестезии около одного часа. Смесь ЭМЛА должна использоваться с осторожностью у пациентов в возрасте до 3 месяцев, а также у больных, принимающих сульфаниламиды и другие препараты, вызывающие образование метгемоглобина, вследствие риска развития выраженной метгемоглобинемии.

С целью анальгезии после обрезания и при восстановлении разрывов может использоваться гель лидокаина. Для обезболивания пациентам следует рекомендовать наносить гель в первые 24-36 часов после операции. Аппликации бупивакаина с адреналином в конце операции также обеспечивают отличную анальгезию. После офтальмологических операций топическая анестезия в виде глазных капель с местным анестетиком – метод выбора для купирования болевого синдрома. Перед закрытием небольших ран очень эффективны **инстилляци** бупивакаина. Постоянная инфузия 0,25% бупивакаина через канюлю со скоростью 1-3 мл/час обеспечивает простую и хорошую анальгезию в местах забора кожных трансплантатов или трансплантата крыла подвздошной кости.

**Инфильтрация ран.** Местные анестетики могут вводиться внутри- или подкожно для блокады проведения по местным нервным волокнам. Инфильтрация может выполняться для анальгезии после биопсии кожи, мышц и практически во всех случаях, когда выполнение региональных блокад было невозможно или противопоказано.

**Крестцовый эпидуральный блок** широко применяется в педиатрии для анальгезии после операций на уровне ниже зоны пупка. При помощи одной инъекции метод позволяет получить продолжительную послеоперационную анестезию в педиатрической амбулаторной хирургии.

Крестцовый блок достигается путем инъекции местного анестетика в эпидуральное про-



странство через крестцовое отверстие, располагающееся на 1-2 см выше ягодичной складки, над копчиком и между выступающими крестцовыми бугорками. Крестцовое отверстие может быть обнаружено, если нарисовать равнобедренный треугольник, у которого два верхних угла лежат над задними верхними подвздошными осями и третий угол расположен над крестцовым отверстием.

Под общей анестезией пациент укладывается в боковое положение. Кожа подготавливается по стандартной методике стерилизации. Для снижения риска случайной пункции твердой мозговой оболочки блок выполняется иглой менее 3 см с коротким срезом. Игла вводится через сакральное отверстие рострально (по направлению к голове) под углом 45 градусов. Как только игла проникает через крестцово-копчиковую связку, угол ее наклона снижается до 20 градусов. Для анальгезии до уровня Th<sub>10</sub> требуется около 0,75-1 мл/кг анестезирующего агента.

Слабость нижних конечностей, связанная с наступлением крестцового блока, может отсрочить выписку пациента из стационара. Эффект может быть уменьшен путем использования слабых растворов местных анестетиков, таких как 0,125% бупивакаин. Другой недостаток однократного крестцового блока – его короткая продолжительность, которая может быть увеличена за счет добавления альфа-2 агониста клофелина, в дозе 1 мкг/кг или кетамина без консервантов – 0,5 мг/кг. Морфин и другие спинальные опиоиды не рекомендуются к использованию в педиатрической амбулаторной анестезии вследствие высокого риска отсроченной респираторной депрессии.

**Блок периферических нервов**, например, пениса, паховый блок, блок подвздошной фасции и блок седалищного нерва являются столь же эффективными, как и однократный крестцовый блок. Более того, они вызывают даже более длительную анестезию.

**Блок пениса** выполняется для анальгезии после обрезания крайней плоти, восстановления небольших расщелин уретры и других дистальных вмешательствах на половом члене. Для региональной анестезии пениса имеются срединный и парамедианный доступы. Парамедианный доступ более предпочтителен вследствие меньшей частоты осложнений, таких как внутрисосудистое введение анестетика, гематома и ишемия. Игла с коротким срезом вводится перпендикулярно коже на уровне нижнего края лобкового симфиза в позиции одиннадцати и одного часа. Игла

проводится до прободения фасции Бака, что определяется как потеря сопротивления. После аккуратной аспирации вводится 0,5% раствор бупивакаина в объеме  $1 \pm 0,1$  мл/кг массы тела. Для достижения оптимального эффекта рекомендуется подкожная инфильтрация местным анестетиком в основании пениса в позициях трех и девяти часов, однако следует избегать круговой блокады пениса.

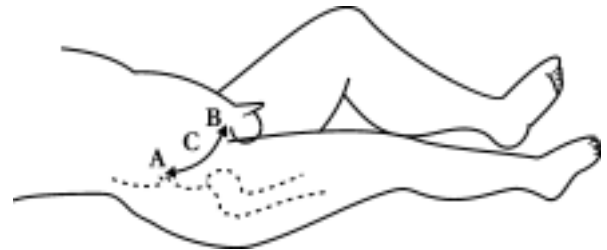


Рис. 1. Илиоингинальный и илиогипогастральный блоки.

А – на ширину одного пальца медиальнее передней верхней ости подвздошной кости;

В – латеральнее лобкового бугра;

С – по линии разреза.

**Илиоингинальный и илиогипогастральный блоки** обеспечивают хорошую анальгезию после пахового грыжесечения и орхидопексии. Качество и продолжительность блокады могут сравниться с крестцовым блоком.

Игла размером 22-25 гейч (G) с коротким срезом вводится на расстоянии ширины пальца пациента медиально от верхней передней ости подвздошной кости. После прокола наружного косоного апоневроза и фасции внутренней кривой мышцы ощущается внезапная потеря сопротивления, когда после аспирационного теста вводится местный анестетик. Для одностороннего илиоингинального и илиогипогастрального блоков используется 0,4 мл/кг 0,25% раствора бупивакаина с добавлением или без добавления адреналина. Для блокады нервов, идущих с противоположной стороны, чуть латеральнее лобкового бугорка выполняется дополнительная инъекция, а также местная инфильтрационная анестезия вдоль операционной раны вызывает качественную анальгезию.

У около 50% пациентов подреберный нерв дополняет илиогипогастральный нерв и может препятствовать адекватному обезболиванию. В силу этого более эффективный блок может достигаться путем инъекции, направленной латерально для контакта с внутренней стенкой подвздошной кости и инфильтрации этой области местным анестетиком при медленном выведении иглы. Для обезбоживания при орхидопексии илиоингинальный и илио-

гипогастральный блоки должны выполняться вместе с местной инфильтрацией мошонки, так как нижняя сторона ее иннервируется промежностным нервом.

**Блокада плечевого сплетения** может использоваться для послеоперационной анальгезии при операциях на верхних конечностях. Наиболее безопасным, надежным и чаще используемым у детей считается подмышечный доступ, он обеспечивает анальгезию при операциях ниже локтя.

Положение пациента очень важно для пальпаторного выявления окруженной нервным сплетением артерии. Ребенок укладывается на спину, рука отводится на 90 градусов и поворачивается наружу. Предплечье сгибается на 90 градусов. Игла с коротким срезом вводится перпендикулярно коже в самой проксимальной части пальпируемой артерии. Игла продвигается до ощущения «фасциального щелчка». В этот момент пульсация артерии обычно передается на иглу. Указанные признаки свидетельствуют, что кончик иглы располагается в фасциальном футляре. После аспирации можно произвести введение анестетика. Адекватным обычно является 0,6 мл/кг 0,25% раствора бупивакаина. Введение в двух точках – выше и ниже артерии – улучшает вероятность успеха.

**Блок бедренного нерва и блок «три в одном»** показаны для анальгезии при амбулаторных трансплантациях кожи, когда трансплантаты берутся с бедра, а также при биопсиях мышц. Однако вследствие миорелаксирующего действия на мышцы ноги послеоперационная мобилизация и выписка пациента могут быть отсрочены.

Бедренный нерв располагается латеральнее бедренной артерии, под паховой связкой, вглубь от широкой и подвздошной фасций. Таким образом, при продвижении иглы чувство потери сопротивления должно почувствоваться дважды. Обычно 0,3 мл/кг 0,25% раствора бупивакаина достаточно для адекватного блока бедренного нерва (см. Update № 6, 2001).

При блоке «три в одном» наряду с бедренным нервом блокируются кожный латеральный и запирающий нервы. Для этого удваивается объем местного анестетика, чтобы он мог распространиться между подвздошной фасцией и мышцей и достичь указанных нервов. Дистальное нажатие на бедренный футляр во время и после инъекции улучшает качество блока.

**Блок большого слухового нерва.** Этот нерв иннервирует большую часть ушной раковины

и может быть блокирован для обеспечения превосходной анальгезии при отопластике. Блок осуществляется введением 1 мл 0,5% бупивакаина подкожно между сосцевидным отростком и ветвью нижней челюсти.

### **Системные анальгетики**

**Нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП)** вместе с местной анестезией являются основными препаратами для послеоперационного обезболивания в амбулаторной педиатрической хирургии. Они имеют ряд очевидных преимуществ перед опиоидными анальгетиками, таких как отсутствие депрессии дыхания и седатации, стимуляция послеоперационной тошноты и рвоты. Оказалось, что НПВП очень эффективны у детей старшего возраста, однако у детей до года их использование не рекомендуется вследствие незрелого функционирования почек и печеночного метаболизма. Наиболее часто используемые препараты из группы НПВП - диклофенак, ибупрофен и кеторолак. Назначение этих препаратов до операции в качестве премедикации обеспечивает оптимальную анальгезию вследствие их противовоспалительного эффекта. Бронхоспазм, вызываемый НПВП, у детей встречается редко и астма не является противопоказанием для их использования. Однако следует избегать их применения у ребенка, с тяжелым течением бронхиальной астмы, особенно требующего системного использования стероидов, а также в случаях с известной гиперчувствительностью к НПВП (табл. 1).

**Парацетамол (ацетаминофен)** – очень безопасный и эффективный анальгетик у детей, включая новорожденных и младенцев. Для достижения терапевтической концентрации в послеоперационном периоде его важно назначать перорально 20 мг/кг в качестве премедикации. Общая дневная доза парацетамола в течение первых трех дней применения у здоровых детей может достигать 90 мг/кг. Она должна быть понижена до 60 мг/кг/день у новорожденных (табл. 2). Препарат может назначаться ректально, но в повышенных дозировках вследствие плохого и неравномерного всасывания через слизистую прямой кишки.

**Опиоиды** не идеальны для педиатрической амбулаторной хирургии, так как могут вызывать депрессию дыхания, чрезмерную седатацию и послеоперационную тошноту и рвоту. И все же при некоторых вмешательствах опиоиды необходимы для обезболивания во время и после операции. Обычно используется предпочтительный для послеоперационно-

го обезболивания опиоид короткого действия фентанил (1-2 мкг/кг). Более длительные опиоиды (морфин, промедол) можно использовать при неожиданно сильной послеоперационной боли. В этих случаях, даже если вмешательство планировалось как амбулаторное, для терапии боли может потребоваться незапланированная госпитализация.

**Нефармакологическая терапия боли** полезна у отдельных детей. Методы основываются на отвлечении от боли и включают игрушки, видеофильмы, музыку и гипнотерапию. Ребенку можно позволить оставаться в дружелюбной атмосфере, в частности, с родителями в ранний послеоперационный период. Эти меры снижают потребность в анальгетиках и

**Таблица 1. Дозы НПВП в педиатрии**

НПВП	доза	максимальная доза
	мг/кг	мг/кг/день
<i>Ибупрофен</i>	10	40
Диклофенак	1	3
Кеторолак	0,5	2
Напроксен	7,5	15
Индометацин	1	3

ускоряют выздоровление.

### Выводы

Послеоперационная боль после амбулаторных операций у педиатрических пациентов обычно не является выраженной и стихает в течение 3-5 дней. Использование периферических регионарных блоков местными анестетиками обеспечивает оптимальную аналгезию в раннем послеоперационном периоде. Не следует выписывать пациентов, болевой синдром у которых не удастся купировать пероральными препаратами, такими как парацетамол, ибупрофен или диклофенак.

**Таблица 2. Дозы парацетамола (per os)**

Нагрузочная доза	20 мг/кг
Поддерживающая доза	15 мг/кг
Максимальная доза	90 мг/кг/день (старшие дети) 60 мг/кг/день (новорожденные)

## ВНУТРИКОСТНАЯ ИНФУЗИЯ

*Э. Врид, А. Булатовик, П. Россиль, К. Лассаль («Врачи без границ», Франция)*

### Ключевые моменты:

- внутрикостная инфузия - временное неотложное мероприятие;
- показана в жизнеугрожающих ситуациях, когда не удается получить внутривенный доступ (3 попытки или более 90 сек.);
- используется передне-внутренняя поверхность большеберцовой кости;
- направление пункции каудальное, чтобы избежать повреждения зоны роста;
- используется асептическая техника;
- могут вводиться кристаллоиды, коллоиды и препараты крови;
- канюля удаляется, как только удается стабилизировать состояние ребенка и получить внутривенный доступ.

### Введение

Метод внутрикостной инфузии у людей впервые был описан в 1934 году и стал очень популярным в 40-е годы. В последние годы популярность метода вновь стала возрастать, особенно в педиатрической практике. К сожалению, многие доктора не знают об этой методике и не применяют ее. Однако, внутрикостная инфузия является одним из самых быстрых способов получения доступа для ускоренного введения жидкости, препаратов и продуктов крови в неотложных ситуациях, например, при реанимации. Во многих странах дети становятся жертвами военных травм, автодорожных аварий или тяжелой дегидратации, из-за чего им требуется хороший внутривенный доступ. В данных ситуациях пери-

ферический внутривенный доступ получить трудно, а центральный доступ может быть просто опасным, вот почему описываемая здесь методика может быть жизненноспасительной.

### Введение в методику

Полость костного мозга является продолжением венозного русла, и поэтому может использоваться для введения жидкости и лекарственных препаратов, взятия проб крови. Процедура должна проводиться в стерильных условиях для предотвращения остеомиелита. Рекомендуется ограничить внутрикостную инфузию несколькими часами до получения внутривенного доступа. Таким образом, это временный неотложный метод. В опытных

премедикации. Общая дневная доза парацетамола в течение первых трех дней применения у здоровых детей может достигать 90 мг/кг. Она должна быть понижена до 60 мг/кг/день у новорожденных (табл. 2). Препарат может назначаться ректально, но в повышенных дозировках вследствие плохого и неравномерного всасывания через слизистую прямой киш-

**Таблица 1. Дозы НПВП в педиатрии**

НПВП	доза мг/кг	максимальная доза мг/кг/день
<i>Ибупрофен</i>	10	40
Диклофенак	1	3
Кеторолак	0,5	2
Напроксен	7,5	15
Индометацин	1	3

ки.

**Опиоиды** не идеальны для педиатрической амбулаторной хирургии, так как могут вызывать депрессию дыхания, чрезмерную седацию и послеоперационную тошноту и рвоту. И все же при некоторых вмешательствах опиоиды необходимы для обезболивания во время и после операции. Обычно используется предпочтительный для послеоперационного обезболивания опиоид короткого действия фентанил (1-2 мкг/кг). Более длительные опиоиды (морфин, промедол) можно использовать при неожиданно сильной послеоперационной боли. В этих случаях, даже если вмешательство планировалось как амбула-

торное, для терапии боли может потребоваться незапланированная госпитализация.

**Нефармакологическая терапия боли** полезна у отдельных детей. Методы основываются на отвлечении от боли и включают игрушки, видеофильмы, музыку и гипнотерапию. Ребенку можно позволить оставаться в дружелюбной атмосфере, в частности, с родителями в ранний послеоперационный период. Эти меры снижают потребность в анальгетиках и ускоряют выздоровление.

#### **Выводы**

Послеоперационная боль после амбулаторных операций у педиатрических пациентов обычно не является выраженной и стихает в течение 3-5 дней. Использование периферических регионарных блоков местными анестетиками обеспечивает оптимальную аналгезию в раннем послеоперационном периоде. Не следует выписывать пациентов, болевой синдром у которых не удается купировать пероральными препаратами, такими как парацетамол, ибупрофен или диклофенак.

**Таблица 2. Дозы парацетамола (*per os*)**

Нагрузочная доза	20 мг/кг
Поддерживающая доза	15 мг/кг
Максимальная доза	90 мг/кг/день (старшие дети) 60 мг/кг/день (новорожденные)

## **ВНУТРИКОСТНАЯ ИНФУЗИЯ**

*Э. Врид, А. Булатовик, П. Россиль, К. Лассаль («Врачи без границ», Франция)*

#### Ключевые моменты:

- внутрикостная инфузия - временное неотложное мероприятие;
- показана в жизнеугрожающих ситуациях, когда не удается получить внутривенный доступ (3 попытки или более 90 сек.);
- используется передневнутренняя поверхность большеберцовой кости;
- направление пункции каудальное, чтобы избежать повреждения зоны роста;
- используется асептическая техника;
- могут вводиться кристаллоиды, коллоиды и препараты крови;
- канюля удаляется, как только удается стабилизировать состояние ребенка и получить внутривенный доступ.

#### **Введение**

Метод внутрикостной инфузии у людей впервые был описан в 1934 году и стал очень популярным в 40-е годы. В последние годы популярность метода вновь стала возрастать, особенно в педиатрической практике. К сожалению, многие доктора не знают об этой ме-

тодике и не применяют ее. Однако, внутрикостная инфузия является одним самых быстрых способов получения доступа для ускоренного введения жидкости, препаратов и продуктов крови в неотложных ситуациях, например, при реанимации. Во многих странах дети становятся жертвами военных травм,

автотрожных аварий или тяжелой дегидратации, из-за чего им требуется хороший внутривенный доступ. В данных ситуациях периферический внутривенный доступ получить трудно, а центральный доступ может быть просто опасным, вот почему описываемая здесь методика может быть жизненноспасительной.

#### **Введение в методику**

Полость костного мозга является продолжением венозного русла, и поэтому может использоваться для введения жидкости и лекарственных препаратов, взятия проб крови. Процедура должна проводиться в стерильных условиях для предотвращения остеомиелита. Рекомендуется ограничить внутрикостную инфузию несколькими часами до получения внутривенного доступа. Таким образом, это временный неотложный метод. В опытных руках получение внутрикостного доступа занимает 1 минуту.

Как было доказано, начало действия и концентрация препаратов, вводимых внутрикостно во время сердечно-легочной реанимации, сходны с таковыми при внутривенном введении.

#### **Показания**

Введение внутрикостной иглы показано в случае необходимости сосудистого доступа в жизнеугрожающих ситуациях у новорожденных и детей до 6 лет. Она показана, когда не удается получить внутривенный доступ (сделано 3 попытки или продолжительность более 90 секунд) или вероятность неудачи велика, а самым важным фактором является скорость. И хотя сейчас мы будем говорить о маленьких детях, метод вполне можно применять и у старших детей, используя гребень подвздошной кости.

#### **Противопоказания**

- перелом бедра на стороне предполагаемой инфузии;
- не используйте сломанные кости;
- не используйте кости с остеомиелитом.

#### **Оснащение**

1. Препарат для обработки кожи.
2. Местный анестетик.
3. Шприц 5 мл.
4. Шприц 50 мл.
5. Внутрикостная инфузионная игла или игла Джамшиди для костного мозга. Существует несколько размеров игл: 14, 16 и 18G. 14 и 16G обычно используются у детей старше 18 месяцев. Впрочем, во всех возрастных группах

могут использоваться любые размеры игл.

Можно использовать (но это не идеально) иглы-бабочки 16-20G, спинальные и даже подкожные иглы.

#### **Место инъекции**

Лучшим местом является передне-внутренняя поверхность большеберцовой кости. Также могут использоваться передняя поверхность бедра и гребень подвздошной кости. Большеберцовая кость предпочтительнее, т. к. передне-медиальная поверхность ее располагается сразу под кожей, проста для идентификации. Избегайте использования костей с переломами и остеомиелитом и не используйте большеберцовую кость, если на этой же стороне сломано бедро.

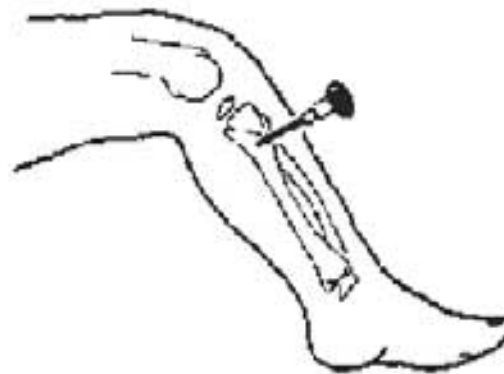


Рис. 1. Введение внутрикостной иглы в правую большеберцовую кость.

#### **Техника**

1. Пропальпируйте бугристость большеберцовой кости. Место пункции располагается на 1-3 см ниже бугристости по передне-медиальной поверхности.
2. Используйте стерильные перчатки, асептическую технику, стерильные иглы.
3. Очистите кожу. Пункция костного мозга без соблюдения стерильности увеличивает риск развития остеомиелита и целлюлита.
4. Введите небольшое количество местного анестетика в кожу и инфильтрируйте дальше до надкостницы. Если ребенок в бессознательном состоянии,

местную анестезию можно не применять.

5. Согните ногу ребенка в колене и подложите поддерживающий валик.
6. Аккуратно придерживайте конечность на уровне колена. Не помещайте руку под место инъекции, чтобы избежать ее случайного повреждения.
7. Введите внутрикостную иглу под углом 90° к коже и слегка каудально (по направлению к стопе) для избежания повреждения зоны роста.
8. Вращательными движениями продвигайте иглу до ощущения провала. Это значит, что игла прошла корковый слой. Введение необходимо прекратить.
9. Извлеките троакары. Для подтверждения правильного положения аспирируйте кровь. Если кровь не получена, игла может быть заблокирована костным мозгом. Для ее разблокирования медленно введите 10 мл физиологического раствора. Убедитесь, что конечность в месте пункции не раздувается и отсутствует нарастание сопротивления.
10. Если тесты безуспешны, удалите иглу и попробуйте повторить попытку на другой ноге.
11. Закрепите иглу на месте стерильными салфетками и пластырем.

Правильное положение в дальнейшем подтверждается:

- внезапной потерей сопротивления при проникновении в костный мозг (не так явно у новорожденных, у которых кости мягкие);
- игла остается в фиксированном состоянии без поддержки (у новорожденных кости мягкие, поэтому игла не встает совершенно прочно, как у более старших детей);
- жидкость свободно течет через иглу без инфильтрации подкожных тканей.

### Осложнения

Самыми серьезными осложнениями являются перелом большеберцовой кости, особенно у новорожденных, остеомиелит, некроз кожи. При использовании асептической техники случаи остеомиелита составляют менее 1%. В детской практике не является большой проблемой эмболия легочных капилляров костным мозгом. Использование правильной техники выполнения не оказывает длительного влияния на рост кости.

### Инфузия

Жидкость вводится под небольшим давлением вручную с помощью 50 мл шприцев или с помощью раздувания манжетки вокруг инфузионного мешка. С помощью этой методики могут вводиться кристаллоиды, коллоиды, препараты крови.

Внутрикостный способ инфузии должен быть заменен на традиционный внутривенный как можно скорее. Длительный период использования увеличивает риск развития осложнений.

### Вывод

В неотложных ситуациях бывает трудно быстро получить внутривенный доступ. Внутрикостный доступ прост, безопасен и жизненно спасителен.

## ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

### 1. ДНДН

Увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС) усиливает потребление кислорода.  $SV = ЧСС \times УО$ . Ударный объем (УО) пропорционален преднагрузке, сократимости и преднагрузке. Сахарный диабет (СД) может вызвать автономную нейропатию, которая усиливает патологический рефлекс Вальсальвы.

### 2. ННДН.

При оптимальной вентиляции контур Маплсон А крайне эффективен и требует поток свежего газа 70 мл/кг/мин. В контуре Джексон-Риз есть открытый мешок.

### 3. ННДН.

Натронная известь: 94% гидроокиси кальция, 5% гидроокиси натрия, 1% гидроокиси калия и небольшое количество кремния. Свежая натронная известь содержит 35% воды. В начале

## ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

### 1. ДННДН

Увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС) усиливает потребление кислорода.  $СВ=ЧСС \times УО$ . Ударный объем (УО) пропорционален преднагрузке, сократимости и преднагрузке. Сахарный диабет (СД) может вызвать автономную нейропатию, которая усиливает патологический рефлекс Вальсальвы.

### 2. ННДДН.

При оптимальной вентиляции контур Маплсон А крайне эффективен и требует поток свежего газа 70 мл/кг/мин. В контуре Джексон-Риз есть открытый мешок.

### 3. ННДДН.

Натронная известь: 94% гидроокиси кальция, 5% гидроокиси натрия, 1% гидроокиси калия и небольшое количество кремния. Свежая натронная известь содержит 35% воды. В начале анестезии необходимо провести денитрогенизацию контура большим потоком свежего газа.

### 4. ДНННН.

б) оценка по шкале ком Глазго 8 баллов;  
в) у больного наверняка имеется гемодинамическая нестабильность, которую необходимо устранить в первую очередь (например, провести сердечно-легочную реанимацию), даже если требуется лапаротомия. Не вводите назогастральный зонд, если есть подозрение на перелом черепа. Напряженный пневмоторакс должен быть ликвидирован до проведения рентгена грудной клетки.

### 5. НННДН.

Окулокардиальный рефлекс проводится по парасимпатическим нервам. Нормальное внутриглазное давление 10-20 mmHg Кетамин и суксаметониум не являются идеальными компонентами для индукции в этих случаях, но у пациентов с полным желудком не имеют альтернативы.

### 6. НННДД.

Почечный кровоток составляет 10% сердечного выброса. Юкстагломерулярный аппарат вырабатывает ренин, который через альдостерон способствует экскреции ионов кальция в дистальных канальцах. Предсердный натрийуретический пептид обладает антиангиотензин II – и антирениновым действием и усиливает скорость гломерулярной фильтрации.

### 7. ДДННН.

Введение жидкости поддерживается на уровне 4/2/1 мл/кг/час для первых, вторых и последующих 10 килограмм веса, соответствен-

но. У новорожденных объем закрытия дыхательных путей выше. Альвеолярная вентиляция из-за высокой потребности в кислороде составляет 100-150 мл/кг/мин.

### 8. ДНДНД.

Инфузионный болюс должен составлять 20 мл/кг. При стенозе пилорического отдела у детей необходимо проведение волемической и биохимической коррекции.

### 9. ННДДН.

У больных с блоком II степени необходима консультация кардиолога на предмет кардиостимуляции. У больных с хроническими заболеваниями легких крайне вероятно гиповентиляция и присоединение суперинфекции, поэтому эпидуральная анестезия является методом выбора. У больных с инфарктом миокарда плановые хирургические процедуры не должны выполняться в течение ближайших 3 месяцев (в идеале 6 месяцев).

### 10. ДДННН.

К другим причинам электромеханической диссоциации относятся гиповолемия, гипотермия, электролитный дисбаланс.

### 11. ДННДД.

Вторая доза адреналина 0,1 мг 1:1000 раствора; реанимационная доза атропина 20 мкг/кг.

### 12. ДННДН.

Изопреналин		$\beta_1$ и $\beta_2$
Допамин	1-2 мкг/кг/мин	Д-рецепторы
	2-10 мкг/кг/мин	Д и $\beta$
	>10 мкг/кг/мин	Д, $\alpha$ , $\beta$
Адреналин		$\alpha_1$ , $\beta_1$ , $\beta_2$

### 13. ДДННД.

Кетамин вызывает диссоциативную анестезию, действуя на NMDA-рецепторы, демонстрируя анальгетические свойства. Однако требуется большее время, чем один цикл рука-мозг для развития полного эффекта. В отличие от суксаметониума и ингаляционных анестетиков, не запускает злокачественную гипертермию.

### 14. ДНННД.

Каптоприл является антагонистом ангиотензинпревращающего фермента, уменьшает количество альдостерона, который обеспечивает задержку ионов натрия. Антидиуретический гормон увеличивает содержание воды в организме, а не ионов натрия. Флюдрокортизон – синтетический аналог альдостерона.

### 15. ДДНДН.

Ацетилхолин связывается с одной из двух субъединиц АцХ-рецепторов. Нормальный потенциал покоя нейромышечного соединения  $-90\text{ мВ}$ .

#### 16. ДДННН.

Последние три пункта полезны для вторичной терапии анафилаксии, но не влияют на экстренные мероприятия.

#### 17. НННДД.

Ингибиторы МАО взаимодействуют с опиатами, вызывая и возбуждающий, и депрессивный эффекты. Морфин считается наиболее безопасным, петидин – наименее. Ингибиторы также взаимодействуют с непрямыми симпатомиметиками, вызывая гипертензивный криз (прямые симпатомиметики безопасны).

#### 18. ДННДД.

Максимальная доза бупивакаина с адреналином такая же, как без адреналина –  $2\text{ мг/кг}$ . Простой лидокаин применяется в дозе до  $3\text{ мг/кг}$ .

#### 19. ДДННН.

Последние три, включая прокаин – эстеры. Они чаще вызывают аллергические реакции. Метаболизируются плазменными и печеночными холинэстеразами.

#### 20. ДНДДД.

Мивакуриум метаболизируется псевдохоллинэстеразой, при дефиците этого фермента наблюдается продленное апноэ.

#### 21. НДДНД.

Лак для ногтей способен поглощать цветной свет. Карбоксигемоглобин имеет сходный с оксигемоглобином коэффициент поглощения. Метгемоглобин сходен с деоксигемоглобином. Все они вызывают ошибочные показатели пульсоксиметрии. Серповидноклеточная анемия и талассемия не влияют на пульсоксиметрию.

### Короткие ответы

1. а) напряженный пневмоторакс;
  - б) пункционная декомпрессия во II межреберья по среднеключичной линии;
  - в) введение плеврального дренажа с подводным замком;
  - г) существует множество причин данного состояния, однако терапия при них всех одинакова. Возможно, был исходный субклинический пневмоторакс, контузия грудной клетки, осложнение катетеризации центральной вены.
2. а) тахикардия узких комплексов;

б) ваготонические действия, включая вызывание рефлекса Вальсальвы, каротидное надавливание, смачивание холодной водой;

в) аденозин вызывает временный полный АВ блок на 5-10 сек. Вводится внутривенно, крайне эффективен для терапии суправентрикулярной тахикардии. Аденозин не влияет на желудочковую тахикардию, поэтому может использоваться как диагностическое средство;

г) электродефибрилляция.

3. а) желудочковая тахикардия;

б) у больного сердечно-сосудистая недостаточность, требующая использования электродефибрилляции.

4. а) предсердная фибрилляция;

б) существует множество причин предсердной фибрилляции, однако, наиболее значимыми в данном случае будут препараты для индукции и поддержания анестезии, электролитный дисбаланс (особенно ионов калия), исходные кардиальные заболевания (особенно, ишемическая болезнь сердца);

в) в связи с тем, что больной находится в бессознательном состоянии, необходима электродефибрилляция. Необходима коррекция электролитных нарушений, но если она неэффективна, используется фармакологическая дефибрилляция с применением амиодарона и флеканида. Обратите внимание, что дигоксин пригоден для контроля частоты сердечных сокращений, однако, не восстанавливает синусовый ритм.



2. а) тахикардия узких комплексов;  
 б) ваготонические действия, включая вызывание рефлекса Вальсальвы, каротидное надавливание, смачивание холодной водой;  
 в) аденозин вызывает временный полный АВ блок на 5-10 сек. Вводится внутривенно, крайне эффективен для терапии суправентрикулярной тахикардии. Аденозин не влияет на желудочковую тахикардию, поэтому может использоваться как диагностическое средство;  
 г) электродефибриляция.

3. а) желудочковая тахикардия;  
 б) у больного сердечно-сосудистая недостаточность, требующая использования электродефибриляции.

4. а) предсердная фибрилляция;

б) существует множество причин предсердной фибрилляции, однако, наиболее значимыми в данном случае будут препараты для индукции и поддержания анестезии, электролитный дисбаланс (особенно ионов калия), исходные кардиальные заболевания (особенно, ишемическая болезнь сердца);  
 в) в связи с тем, что больной находится в бессознательном состоянии, необходима электродефибриляция. Необходима коррекция электролитных нарушений, но если она неэффективна, используется фармакологическая дефибриляция с применением амиодарона и флеканида. Обратите внимание, что дигоксин пригоден для контроля частоты сердечных сокращений, однако, не восстанавливает синусовый ритм.

## ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

*Ф. Робертс (Экзетер, Великобритания)*

### Введение

Основная функция легких – поддержание постоянного газообмена между вдыхаемым воздухом и кровью, циркулирующей в легких. При этом обеспечивается поступление кислорода и удаляется углекислый газ, элиминирующийся в течение выдоха. Жизнеспособность организма обеспечивается состоятельностью и эффективностью этого процесса как в условиях болезни, так и в неблагоприятных условиях внешней среды. В процессе эволюции сформировалось много механизмов приспособления дыхания, в том числе и к условиям анестезии. Хорошее понимание физиологических процессов дыхания – исключительное условие гарантии безопасности пациентов во время анестезии.

### Анатомия

Дыхательный тракт простирается от носа и рта до альвеол. Верхние дыхательные пути занимают фильтрацией пылевых частиц, увлажнением и подогревом вдыхаемых газов. Анатомически нос и полость рта выполнены в основном скелетной мускулатурой, а глотка – мышцами языка, мягкого неба и стенками глотки.

### Гортань

Она располагается на уровне верхних шейных позвонков (С<sub>4-6</sub>); ее структурными элементами являются в основном щитовидный и перстневидный хрящи, а также значительно меньший по размеру черпаловидный и надгортанник,

располагающийся прямо над входом в гортань. За счет нескольких связок и мышц, соединяющих эти образования, координируется последовательность действий, защищающих гортань от жидкой и твердой пищи во время глотания, а также изменяется степень напряжения голосовых связок во время фонации (разговора). Методика надавливания на перстневидный хрящ основана на том, что это – цельное кольцо на уровне С<sub>5-6</sub>. В результате пережимается пищевод и предотвращается регургитация содержимого желудка в глотку. Перстневидный и щитовидный хрящи соединены между собой спереди перстнещитовидной мембраной, через которую в экстренной ситуации возможно произвести доступ к дыхательным путям.

### Трахея и бронхи

Трахея имеет протяженность от перстневидного хряща до карины, точки, где трахея разделяется на два главных бронха: правый и левый. Ее длина у взрослых 12-15 см с внутренним диаметром от 1,5 до 2,0 см. Карина располагается на уровне Т<sub>5</sub> (пятый грудной позвонок) на выдохе и Т<sub>6</sub> на вдохе. Основной каркас трахеи представлен С-образными хрящевыми кольцами с соединяющими их вертикально располагающимися мышцами. Они же выполняют заднюю стенку трахеи.

В месте бифуркации трахеи правый главный бронх отходит под меньшим углом, чем левый, вот почему через него больше аспириру-

ется. Более того, от него уже через 2,5 см отходит правый верхнедолевой бронх, что необходимо учитывать при интубации правосторонней эндобронхиальной трубкой.

#### *Легкие и плевра*

Правое легкое разделено на три доли (верхняя, средняя и нижняя), а левое – на две (верхнюю и нижнюю). Последующее деление на бронхо-легочные сегменты образует 10 в правом и 9 – в левом легком. В общем, от трахеи до альвеол насчитывают до 23 порядков бронхов. Их стенка представлена гладкими мышцами и такой же эластичной хрящевой тканью, как и вышерасположенные дыхательные пути. Примерно до бронхов 17 порядка движение газа обусловлено перемещением дыхательного объема, а дальше оно осуществляется лишь за счет процессов диффузии.

Плевра представляет собой двойной листок, окружающий легкие, а именно из листка висцерального (обволакивает собственно легкие) и париетального (выстилает грудную полость изнутри). В норме между ними – тончайшее пространство, заполненное смазочной жидкостью. Плевра и легкие простираются от уровня чуть выше ключицы до 8-го ребра спереди, 10-го ребра латерально и 12-го сзади.

#### *Кровоснабжение*

Легкие кровоснабжаются двояким образом.

*Легочная циркуляция* предназначена для газообмена с альвеолами, а *бронхиальная циркуляция* – для питания собственно паренхимы легких. Большая часть бронхиальной циркуляции дренируется в систему левого желудочка сердца через легочные вены. Эта деоксигенированная кровь составляет часть нормального физиологического шунта. Другая часть дренирует коронарную кровь прямо в полости сердца.

Легочная циркуляция – это система низкого давления (25/10 mmHg), низкого сосудистого сопротивления, обладающая способностью значительно повышать кровоток без существенного повышения давления. Это достигается растяжимостью сосудов и шунтированием крови в обход неперфузируемых капилляров. Основным фактором стимуляции значительного повышения сосудистого легочного сопротивления является гипоксия.

#### **Механизмы дыхания**

Поток генерируется градиентом давления. При спонтанном дыхании вдыхаемый воздух перемещается в дыхательные пути за счет формирования субатмосферного давления (до –5 см H<sub>2</sub>O в состоянии покоя) в альвеолах при

увеличении емкости грудной полости за счет сокращения мышц вдоха. Во время выдоха давление в альвеолах слегка превосходит атмосферное и газоток устремляется в сторону рта.

#### *Пути моторной иннервации*

Основной мышцей, генерирующей отрицательное внутригрудное давление и, соответственно, вдох, является *диафрагма*. Она представляет собой перегородку между брюшной и грудной полостями. Диафрагма имеет мышечную периферическую часть, которая прикрепляется к ребрам и поясничным позвонкам, и сухожильный центр. Иннервируется *диафрагмальными нервами* (C<sub>3-5</sub>). При сокращении опускается вниз и оттесняет содержимое брюшной полости. Усиление вдоха осуществляется *наружными межреберными мышцами* (иннервируются собственными межреберными нервами T<sub>1-12</sub>) и *вспомогательной мускулатурой* (грудино-сосцевидная и лестничная мышцы). Последние наиболее значимы лишь при физической нагрузке и дыхательных нарушениях.

При спокойном дыхании выдох – пассивный процесс, основанный на эластическом восстановлении исходного состояния легких и стенки грудной клетки. При усиленной вентиляции, например, при физической нагрузке, выдох становится активным за счет сокращения мышц брюшной стенки и внутренних межреберных мышц. Эти же группы мышц участвуют в феномене Вальсальвы.

#### *Центральная регуляция дыхания*

Механизм регуляции дыхания сложен. В его основе лежит деятельность группы *дыхательных центров* в стволе головного мозга, которые формируют автоматическую дыхательную активность. Пусковая регуляция их активности в основном принадлежит хеморецепторам (см. ниже). Этот уровень регуляции может быть подавлен *волевым влиянием* коры головного мозга. Примерами такого влияния могут быть управление дыханием, вздохи и подвздохи. Основной дыхательный центр располагается на дне 4-го желудочка и состоит из двух групп нейронов: вдоха (дорсальная) и выдоха (вентральная). Нейроны вдоха включаются автоматически, а нейроны выдоха только при форсированном выдохе. Еще два наиболее важных центра: апноичный (стимулирует вдох) и центр пневмоторакса (ограничивает вдох путем торможения активности группы нейронов дорсальной части).

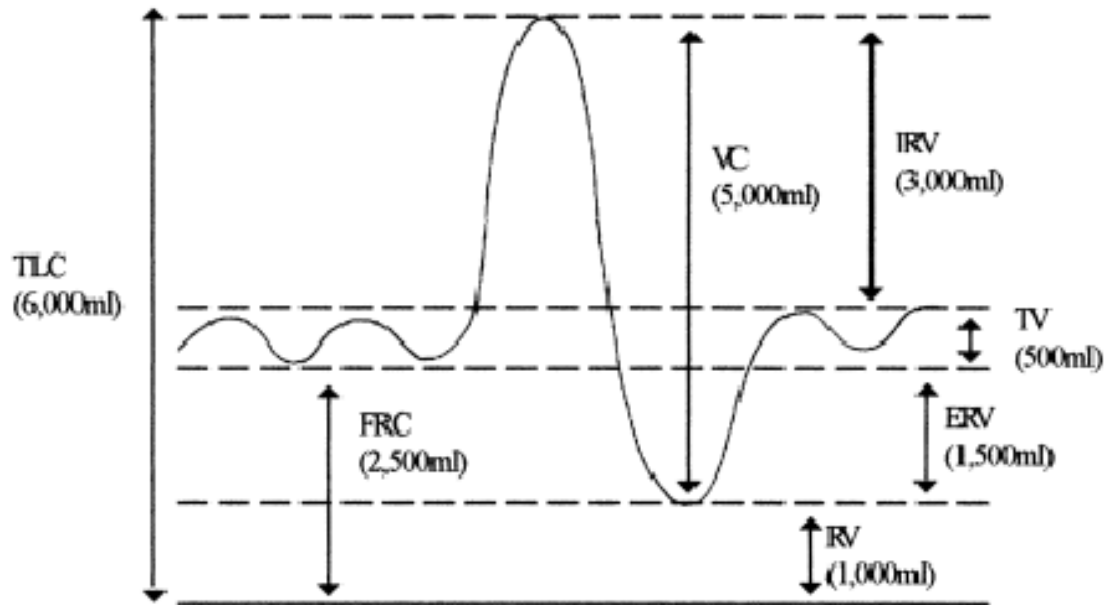


рис. 1. легочные объемы при спокойном дыхании и максимальном дыхательном цикле. значения представленных объемов рассчитаны для среднего здорового молодого мужчины.

RV - ОО – остаточный объем  
 ERV - РОВыд – резервный объем выдоха  
 IRV - РОВд – резервный объем вдоха  
 TLC – ОЕЛ – общая емкость легких  
 FRC – ФОЕ – функциональная остаточная емкость

TV – ДО – дыхательный объем  
 VC – ЖЕЛ – жизненная емкость легких  
 РОВд (3000 мл) ДО (500 мл)  
 ЖЕЛ (5000 мл) ФОЕ (2500 мл)  
 ОЕЛ (6000 мл) РОВыд (1500 мл) ОО (1000 мл)

*Хеморецепторы*, регулирующие процесс дыхания, располагаются как периферически, так и центрально. В норме регуляция осуществляется центральными рецепторами продолговатого мозга, чувствительными к концентрации ионов водорода в ликворе. Их активность повышается за счет  $\text{CO}_2$ , который проникает в ликвор через гематоэнцефалический барьер из артериальной крови. Этот рефлекторный акт очень чувствителен даже при незначительном повышении  $\text{PaCO}_2$  и происходит очень быстро. Существуют также и периферические хеморецепторы, которые располагаются в каротидном и аортальном синусах. Они чувствительны к снижению парциального напряжения в артериальной крови  $\text{O}_2$  и повышению  $\text{CO}_2$ . Выраженность гипоксии, при которой  $\text{O}_2$ -рецепторы значительно активируются, выходит далеко за рамки нормальных значений. Это происходит лишь при снижении  $\text{PaO}_2 < 8 \text{ kPa}$  или  $60 \text{ mmHg}$ , например, при дыхании воздухом в горах с низким содержанием кислорода (см. ниже Специальные обстоятельства). Этот рефлекс также возникает при нарушении восприятия изменений  $\text{PaCO}_2$  (хронически повышенное), когда отсутствует повышение активности центральных рецепторов

к гиперкапнии. В этом случае в плазме отмечается повышенная концентрация ионов  $\text{HCO}_3^-$ .

### Процесс дыхания

#### Дыхательные объемы

Для описания экскурсии легких (движений) в состоянии покоя и при форсированном дыхании используют множество терминов. Они представлены на рис.1.

Дыхательный объем (500 мл), умноженный на частоту дыханий в минуту (14 дыханий в минуту), позволяет определить *минутный объем дыхания* (7000 мл/мин). Не весь дыхательный объем участвует в газообмене; этот процесс начинается, как только вдыхаемый газ достигнет дыхательных бронхиол (17 порядка). Расположенные выше этого уровня дыхательные пути выполняют лишь проводящую функцию. Этот объем имеет название *анатомическое мертвое пространство*. Его объем примерно равен  $2 \text{ мл/кг}$  или 150 мл у взрослых, то есть примерно одной трети дыхательного объема. Часть дыхательного объема, участвующая в газообмене, умноженная на частоту дыхания, позволяет рассчитать *объем альвеолярной вентиляции* (примерно 5000 мл/мин).

Функциональная остаточная емкость легких (ФОЕ) представляет собой тот объем воздуха, который остается в легких после спокойного выдоха. Момент, при котором ее оценивают, определяется как баланс между эластическими силами легких и ригидностью грудной клетки (в основном, за счет мышечного тонуса). ФОЕ снижается в положении на спине, при ожирении, беременности, анестезии и не изменяется с возрастом. Для анестезиологов ФОЕ представляет интерес, т.к.:

- во время апноэ это емкость, которая снабжает кислородом кровь;
- при ее снижении изменяется распределение вентиляции в легких, что приводит к увеличению легочного кровотока и изменению соотношения вентиляция/перфузия;
- если ее значение становится ниже определенного объема (закрытое пространство), происходит закрытие дыхательных путей и образуется легочной шунт (см. ниже – Вентиляция/Перфузия/Шунт).

#### Растяжимость/комплайнс

При отсутствии дыхательных усилий легкие занимают положение ФОЕ. Чтобы сдвинуться с этой точки необходимо начать дыхательные движения. Это сопряжено с преодолением дыхательной мускулатурой двух сил, противоположных растяжению легких и потоку воздуха: сопротивление дыхательных путей и растяжимость (комплайнс) легких и грудной клетки.

Сопротивление дыхательных путей характеризует препятствие потоку воздуха проводящими дыхательными путями. Наибольшая

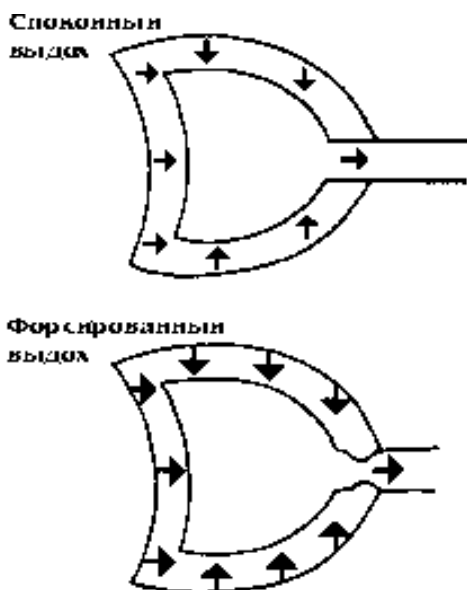


Рис. 2. Форсированный выдох при обструкции дыхательных путей приводит к компрессии проксимальных отделов, ограничивая выдыхаемый поток.

часть сопротивления принадлежит дыхательным путям до бронхов 6-7 порядка плюс тканевое сопротивление в результате трения легких при дыхании. Повышение сопротивления вследствие сужения дыхательных путей, например, при бронхоспазме, приводит к развитию обструкции дыхательных путей.

#### Внимание!

При обструкции дыхательных путей следует помнить, что для повышения потока воздуха требуется значительно больше дыхательных усилий (увеличенный градиент давлений), чтобы преодолеть большее сопротивление дыхательных путей. Если при вдыхании это может быть относительно нормальным, то на выдохе в таком компенсаторном механизме нет необходимости, так как повышение интраплеврального давления может привести к компрессии проксимальных отделов дыхательных путей, и, соответственно, дальнейшей их обструкции. В конечном счете, усиления выдыхаемого потока не наступит, и воздух будет оставаться в дистально расположенных отделах («дыхательная ловушка»). Этот процесс представлен на рис.2, который доказывает, почему выдох является главной проблемой для астматиков.

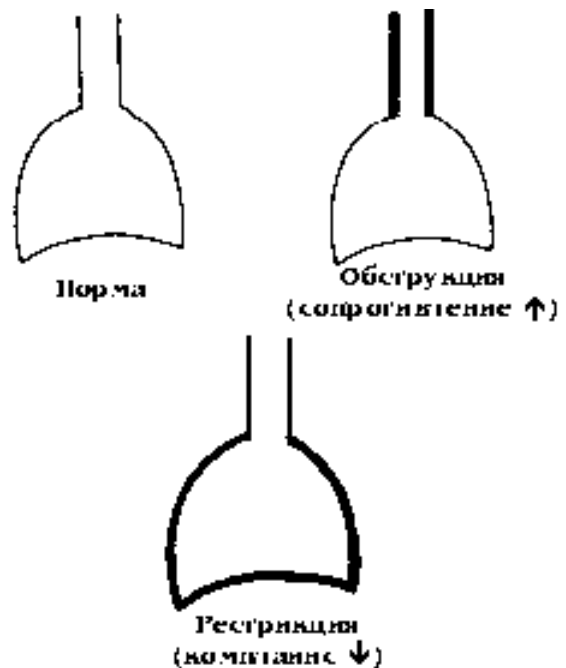


Рис. 3. Обструктивное и рестриктивное поражение легких, которые повышают сопротив-

ление дыхательных путей и снижают легочной комплайнс, соответственно.



Рис. 4. Кривая изменения комплайенса в зависимости от уровня заполнения дыхательных путей воздухом. У молодых здоровых людей с нормальной ЖЕЛ верхушки легких вентилируются лучше всего (верхняя часть кривой). В меньшей степени вентилируются средние отделы и хуже – базальные (нижняя и пологая часть кривой).

*Комплайнс* обозначает растяжимость (растягивание), а в клиническом понимании взаимодействие легких и грудной клетки, и выражается в изменении объема на единицу изменения давления. При низком комплайнсе легкие более жесткие и требуется больше усилий для расправления альвеол. В ситуации с наихудшим комплайнсом, например, при фиброзе легочной ткани, говорят о рестриктивном заболевании легких.

Комплайнс может изменяться и в зависимости от степени наполнения дыхательных путей (рис.4). Плохой комплайнс отмечается как при низких дыхательных объемах (из-за трудностей начального наполнения дыхательных путей), так и при больших (из-за ограничения податливости грудной клетки). Наилучшие значения комплайнса обнаруживают при наполнении срединных отделов легких.

#### Работа дыхания

Из двух барьеров для дыхания – сопротивление дыхательных путей и легочной комплайнс – только первый представляет собой актуальную трудность, которую преодолевает дыхание. Сопротивление потоку воздуха оказывается дыхательными путями как на вдохе, так и на выдохе и требует затрат энергии. Это и есть актуальная *работа дыхания*, так же как теплопродукция.

Энергия, которая тратится на преодоление комплайнса в расправленных легких, не является истинной работой дыхания, так как она

не тратится, а конвертируется в потенциальную энергию растянутых эластических тканей. Часть этой сохраненной энергии используется на выполнение работы дыхания при выдохе на преодоление сопротивления дыхательных путей.

Работа дыхания наилучшим образом может быть представлена на рис.5 (кривая давление/объем за один дыхательный цикл). Различные направления этой кривой для вдоха и выдоха известны под названием *гистерезиса*. Общая работа дыхания за один дыхательный цикл заключена внутри петли.

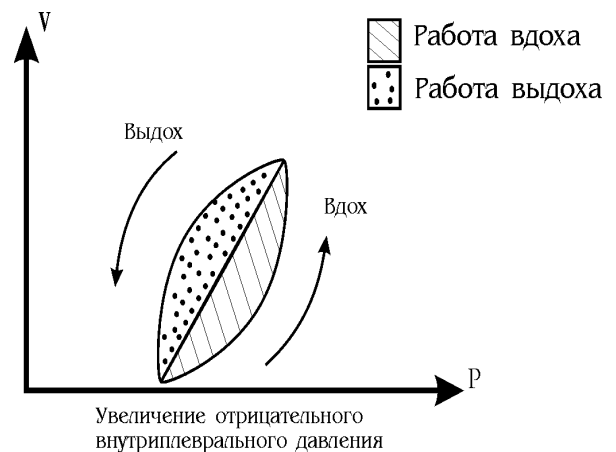


Рис. 5. Работа дыхания представлена диаграммой давление/объем за один дыхательный цикл

#### Внимание!

*При дыхании с высокой частотой требуется более высокая скорость потока, что повышает силы трения. Подобная зависимость более выражена при обструктивных заболеваниях, поэтому такие пациенты стараются дышать медленнее и с большим дыхательным объемом, чтобы уменьшить работу дыхания. Напротив, пациенты с рестриктивными заболеваниями легких (низкий комплайнс) быстро достигают неблагоприятной верхней части кривой комплайнса, как только начинает повышаться дыхательный объем. Их дыхание обычно превращается в частое и поверхностное.*

#### Диффузия

Площадь диффузионной поверхности тонких альвеолокапиллярных мембран, через которые проникают газы, огромна (50-100 м<sup>2</sup>). Растворимость кислорода, также как и диффузия через нормальную альвеолокапиллярную мембрану, эффективный и быстрый процесс. В покое кровь легочных капилляров контактирует с альвеолами всего 0,75 секунды и

полностью уравнивается по концентрации кислорода с альвеолярным воздухом лишь после прохождения одной трети капиллярной сети. Даже при заболевании легких, когда нарушена диффузия, этого времени обычно достаточно для подобного полного уравнивания концентраций кислорода. При физической нагрузке, когда повышается скорость легочного кровотока, времени на газообмен становится меньше. Таким образом, в пораженных легких полного насыщения крови кислородом не происходит, поэтому способность пациентов к переносимости физической нагрузки ограничена.

Для углекислого газа, который в 20 раз быстрее диффундирует через альвеолокапиллярную мембрану, выше названные факторы в значительно меньшей степени влияют на перенос газа из крови в альвеолы.

#### Вентиляция/Перфузия/Шунт

В идеальных условиях вентиляция должна обеспечить всю поверхность кровоснабжаемых альвеол, чтобы газообмен кислорода и углекислого газа был эффективен. В норме вентиляция (V) и перфузия (П) проходят в разных легких неравномерно, но их соотношение стабильно, хотя базальные отделы получают гораздо больше крови, чем верхушки (рис.6).

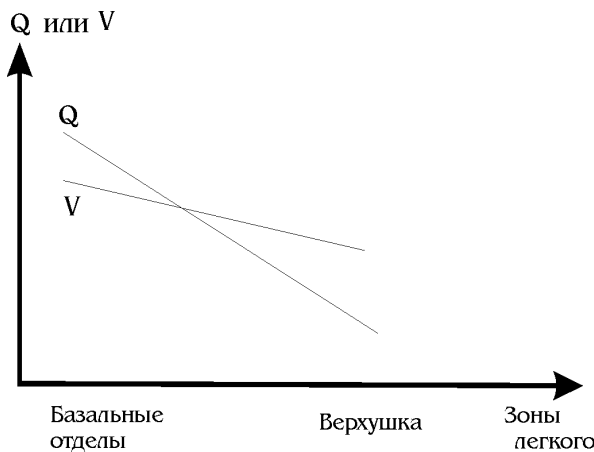


Рис. 6. Распределение вентиляции и перфузии в легких.

В отношении распределения *перфузии* в легких работает закон гравитации. Например, в положении, когда правое легкое сверху, перфузионное давление в базальных его отделах равно давлению крови в легочном стволе (15 mmHg или 20 mmHg) плюс гидростатическое давление на уровне между легочным стволом и основанием легкого (примерно 15 см H<sub>2</sub>O). В верхушках различное гидростатическое давление определяется в основном давлением

в легочных артериях, так как перфузионное давление очень мало и может даже иногда падать ниже показателей давления в альвеолах. Это приводит к компрессии сосудов и преходящему прекращению в них кровотока. Распределение *вентиляции* в легких зависит от положения зоны легкого в кривой комплайенса на начало нормального вдоха (момент оценки ФОЕ). В силу того, что базальные отделы занимают в кривой комплайенса более благоприятное положение, чем верхушки, в них происходит большее изменение объема из-за смены давлений и, таким образом, они лучше вентилируются. Несмотря на такое несоответствие между основаниями и верхушками, значительно меньшее в отношении вентиляции, чем перфузии, тем не менее соотношение В/П остается постоянным и эффективным для оксигенации крови, проходящей через легкие.

Нарушение распределения вентиляции и перфузии в легких может привести к изменению соотношения В/П (рис.7).

В зоне легкого с низким соотношением В/П кровь плохо оксигенируется и в артериальной крови будет низкое парциальное напряжение кислорода (гипоксемия). Обычно это можно скорректировать за счет повышения FiO<sub>2</sub>, увеличив таким образом степень доставки кислород-

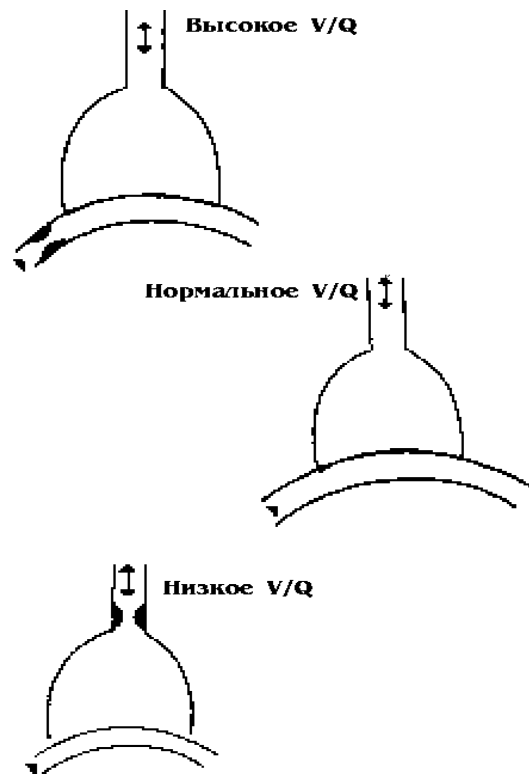


Рис. 7. Нарушения вентиляционно-перфузионного соотношения.

рода в альвеолы и эффективность оксигенации.

Нарушения соотношения В/П часто возникает во время анестезии, за счет снижения ФОЕ, которое изменяет положение легких в кривой комплайнса. Верхушки, таким образом, перемещаются в более благоприятное положение кривой комплайнса, а базальные отделы занимают менее выгодную позицию в нижней части кривой.

Экстремальное нарушение В/П наблюдается в зоне, где практически нет альвеолярного кровотока. Здесь это соотношение В/П стремится к бесконечности. Эта зона обозначается как *альвеолярное мертвое пространство*, которое вместе с анатомическим мертвым пространством составляет *физиологическое мертвое пространство*. Вентиляция мертвого пространства неэффективна, но неизбежна.

Напротив, в зонах легкого, которые практически не вентилируются из-за закрытия или обтурации дыхательных путей, соотношение В/П стремится к нулю и обозначается, как шунт. Кровь проходит через них, не изменяя своего венозного уровня  $PO_2$  (5,3 кПа или 40 mmHg). Развивается выраженная артериальная гипоксемия, которая не может быть коррегирована повышением  $FiO_2$  даже до 1,0. Хорошо вентилируемые зоны легкого не могут компенсировать гипоксемию, так как гемоглобин полностью насыщен при нормальном  $PO_2$ . Повышение последнего в такой крови не увеличит значительно общее содержание кислорода (см. ниже *Перенос кислорода*). Таким образом, восстановить адекватную оксигенацию крови в шунтированной зоне легкого можно лишь путем восстановления вентиляции с помощью физиотерапевтических процедур, создания ПДКВ или ППД, которые расправляют коллабированные участки легких. Так как закрытое пространство (ЗП) с возрастом прогрессивно увеличивается и достаточно велико у новорожденных, то именно такие пациенты представляют наибольшие трудности во время анестезии и имеют высокий риск закрытия дыхательных путей при снижении ФОЕ ниже объема ЗП.

#### **Внимание!**

*Существует физиологический механизм, уменьшающий выраженность гипоксемии как следствие низкого В/П. Он выражается в локальной вазоконстрикции таких зон легкого, перераспределяя таким образом кровоток в сторону хорошо вентилируемых участков. Этот феномен имеет название гипоксической легочной вазоконстрикции (ГЛВ). Факторы,*

*его запускающие, до сих пор не известны. Однако, защитное действие ГЛВ ингибируется многими лекарственными препаратами, к которым относятся и ингаляционные анестетики.*

#### **Сурфактант**

Поверхность любой жидкости имеет поверхностное напряжение, обусловленное способностью молекул жидкости к взаимному сцеплению. Именно этим объясняется тот факт, что когда жидкость располагается на поверхности, то образуются круглые капельки. Если напряжение поверхности снижается, например, за счет действия мыла, то капельки уплощаются и жидкость растекается тонкой пленкой.

Если поверхность жидкости сферическая, то внутри сферы создается давление в соответствии с законом Лапласа:

$P = \frac{4T}{R}$ , в случае, если это 2 поверхности жидкости (*например, пузырь*)

$P = \frac{2T}{R}$ , в случае, если одна поверхность жидкости (*например, альвеола*)

P – давление в сфере

R – радиус сферы

T – поверхностное напряжение жидкости

Пленка жидкости, выстилающая альвеолу, также имеет поверхностное напряжение, что приводит к повышению давления в альвеоле, причем, чем меньше альвеола, тем выше в ней давление. Сурфактант – вещество, вырабатываемое эпителиальными альвеолоцитами 2-го типа, которые значительно снижают поверхностное напряжение дыхательной поверхности альвеол. Сурфактант, состоящий в основном из фосфолипидов (дипальмитол лецитин), оказывает физиологически благоприятное воздействие:

- повышает (улучшает) общий легочной комплайнс;
- снижает стремление мелких альвеол слиться в одну большую, что приведет к коллапсу;
- предотвращает утечку жидкой части крови из легочных капилляров в альвеолы за счет сил поверхностного напряжения, которые увеличивают градиент гидростатического давления между капиллярами и альвеолами.

## Транспорт кислорода

Парциальное напряжение кислорода, который поступает из атмосферы с давлением 21 кПа (21%), снижается в три стадии к моменту насыщения артериальной крови. Исходно вдыхаемый воздух увлажнен в верхних дыхательных путях. Давление насыщенного водяного пара (6,2кПа или 47 mmHg) снижает  $P_{O_2}$  примерно до 19,7кПа (148 mmHg). В альвеолах при постоянном газообмене углекислого газа на кислород парциальное напряжение последнего снижается до 14,4кПа (108 mmHg). И наконец, за счет небольшого физиологического шунта крови  $P_{O_2}$  снижается примерно до 13,3 кПа (100 mmHg).

### Перенос кислорода

После перехода кислорода через альвеолокапиллярную мембрану возникает необходимость его эффективного переноса до тканей для осуществления клеточного дыхания. Содержание кислорода в крови представляет собой совокупность связанного с гемоглобином и растворенного в плазме, причем величина последнего в норме при дыхании воздухом сравнительно мала. Гемоглобин – крупный белок, состоящий из 4 субединиц, в каждой из которых содержится группа гема с ионом  $Fe^{2+}$ . Каждая молекула гемоглобина способна обратимо связать 4 молекулы кислорода. Основным фактором, определяющим степень связывания кислорода гемоглобином, является  $P_{O_2}$ . Эта взаимосвязь представлена на рис. 8.

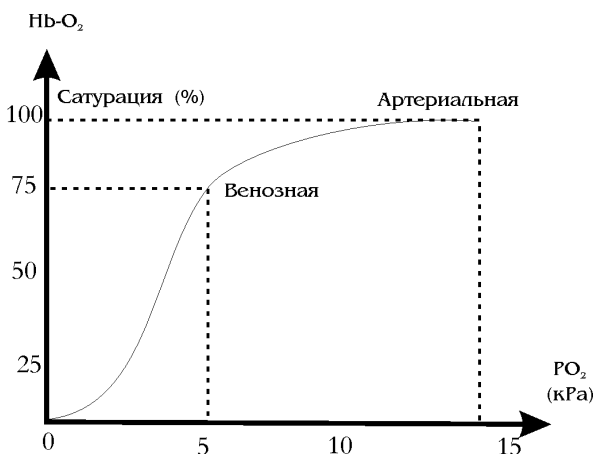


Рис. 8. Кривая диссоциации оксигемоглобина в норме в артерии и в вене.

Начальная часть кривой – пологая, так как связывание с первой молекулой кислорода приводит к незначительным структурным изменениям гемоглобина, облегчая последующее связывание. Верхний изгиб кривой означает, что снижение  $P_{O_2}$  с нормального артериального уровня не приведет к значительному

снижению сатурации гемоглобина (следовательно и содержания кислорода) до тех пор, пока не начнется более вертикальный резкий изгиб кривой (в норме этот момент соответствует 8 кПа или 60 mmHg). Дальнейшее снижение  $P_{O_2}$  приводит к выраженному падению сатурации гемоглобина.

Несколько факторов влияют на степень сродства гемоглобина с кислородом, на кривой диссоциации это соответствует ее смещению вправо (ацидоз, температура ↑, концентрация 2,3 ДФГ (2,3-дифосфоглицерат) ↑) или влево (алкалоз, температура ↓, концентрация 2,3 ДФГ ↓). Маркером степени сродства оксигемоглобина является на кривой точка  $P_{50}$ . Она указывает при каком  $P_{O_2}$  гемоглобин насыщен на 50%.

Смещение кривой вправо говорит о снижении сродства гемоглобина с кислородом. Физиологически это применимо и для тканей, когда при небольшом закислении среды происходит увеличение освобождения крови от кислорода (эффект Бора). Смещение кривой влево повышает аффинитет гемоглобина с кислородом, что проявляется в повышении сатурации гемоглобина при заданном  $P_{O_2}$ . Это приводит к увеличению поступления кислорода в легочные капилляры (легкое ощелачивание) и является значительным преимуществом у плода при низком  $P_{O_2}$  (см. ниже).

1г гемоглобина способен при полном насыщении связывать 1,34 мл кислорода. При  $P_{O_2}$  13,3 кПа (100 mmHg) гемоглобин в норме насыщен кислородом на 97%. Если концентрация гемоглобина составляет 150 г/л (15г/100 мл), то артериальная кровь содержит примерно 200 мл/л кислорода. При сердечном выбросе 5 л/мин в циркуляции находится примерно 1000 мл/мин. Таким образом, в состоянии покоя кислород используется примерно 250 мл/мин, при этом сатурация гемоглобина венозной крови становится 75%.

В плазме крови растворяется 0,23 мл/л/кПа (0,03 мл/л/mmHg) кислорода. И хотя это только 3 мл/л при дыхании воздухом, количество кислорода в плазме можно повысить за счет повышения давления в атмосфере. С помощью гипербарической оксигенации (3 атм., 100%  $O_2$ ) можно достичь достаточного уровня обеспечения тканей кислородом. Такой метод интенсивной терапии используется при недостаточном количестве гемоглобина или его неспособности переносить кислород.

### Особые условия

Чтобы понять более точно различные, уже описанные физиологические механизмы развития специфических ответных реакций и



адаптивных процессов, их исследуют в особых условиях окружающей среды. Это относится и к анестезии, и состоянию болезни. К особым условиям относятся следующие.

#### *Физическая нагрузка*

Во время выполнения физической нагрузки потребление кислорода может увеличиваться с 250 до 3000 мл/мин. Для выполнения такой повышенной потребности в кислороде включаются следующие механизмы:

- Сердечный выброс ↑;
- Вентиляция ↑;
- Экстракция кислорода из крови тканями ↑.

При чрезмерно повышенной потребности в кислороде его доставка тканям не может превысить определенного уровня, включается механизм анаэробного метаболизма, это приводит к повышенной продукции молочной кислоты.

#### *Условия высокогорья*

В ответ на снижение в артериальной крови  $PO_2$ , которое развивается в условиях высокогорья, периферическими хеморецепторами запускается защитный механизм в виде гипервентиляции (повышается и сердечный выброс). Как следствие этого в альвеолярном воздухе снижается  $PCO_2$ , а за счет повышения  $PO_2$  (в соответствии с уравнением альвеолярных газов) повышается и  $PO_2$  в артериальной крови. Последующее снижение парциального напряжения  $CO_2$  в артериальной крови приведет к снижению активности хеморецепторов, ограничивая, таким образом гипервентиляцию. Спустя 2-3 дня наступает метаболическая компенсация в виде усиления почечной экскреции  $HCO_3^-$ . Концентрация последнего снижается в плазме и ликворе, что нивелирует этот нежелательный эффект.

Поздними реакциями, улучшающими перенос кислорода, которые развиваются в условиях высокогорья, являются:

- 2,3 ДФГ ↑, что смещает кривую диссоциации оксигемоглобина вправо;
- полицитемия.

#### *Стадия внутриутробного развития*

Оксигенация крови плода происходит из крови матери через плаценту. В крови, оттекающей от плаценты через пупочную вену,  $PO_2$  составляет всего 4,0 кПа (30 mmHg), однако содержание кислорода в ней достигает примерно 130 мл/л. Это происходит за счет следующих механизмов:

- смещение влево кривой диссоциации оксигемоглобина плода с  $P_{50} = 2,5$  кПа (19 mmHg) (по сравнению с показателем  $P_{50}$  взрослых = 4,0 кПа (30 mmHg)).

- повышенного содержания гемоглобина (180 г/л или 18 г/100мл).

Повышенная концентрация гемоглобина увеличивает емкость переноса кислорода. С другой стороны смещение кривой диссоциации оксигемоглобина влево повышает его сродство с кислородом (см. выше). Таким образом получается высокая сатурация при низком  $PO_2$ .

#### **Причины гипоксии**

Гипоксия присутствует в ситуациях, когда ткани не в состоянии обеспечивать нормальные окислительные процессы метаболизма в силу недостаточности доставки или утилизации кислорода. Причины гипоксии можно разделить на 4 группы:

##### *Гипоксическая гипоксия*

Она определяется по неадекватному парциальному напряжению кислорода в артериальной крови. Это может быть следствием неадекватного  $PO_2$  во вдыхаемом воздухе (например, высокогорье), выраженной гиповентиляции (центрального или периферического генеза) или результатом неадекватного диффузионного обмена через альвеоло-капиллярные мембраны (например, при шунте крови или нарушениях В/П).

##### *Анемическая гипоксия*

В артериальной крови практически весь содержащийся кислород связан с гемоглобином. При тяжелой анемии содержание кислорода падает пропорционально концентрации гемоглобина, даже при нормальном  $PO_2$ . В норме в такой ситуации включается компенсаторный механизм доставки кислорода тканям – повышение сердечного выброса. Но когда этот процесс исчерпывает свои резервные возможности, развивается тканевая гипоксия. В ситуации, когда гемоглобин не способен связываться с кислородом, например, при отравлении CO, емкость переноса кислорода снижается и развивается такая же гипоксия тканей, как и при анемии.

##### *Циркуляторная или застойная гипоксия*

В случае, если имеется циркуляторная недостаточность, даже при нормальном содержании кислорода в артериальной крови, нарушается доставка  $O_2$  к тканям. Вначале оксигенация тканей поддерживается за счет повышения экстракции кислорода из крови, но как только ухудшается перфузия тканей, наступает тканевая гипоксия.

##### *Гистотоксическая гипоксия*

Этим термином определяют ситуации, когда нарушается процесс клеточного метаболизма, что ухудшает утилизацию кислорода клетками, даже при нормальной доставке его к тка-

ням. Наиболее известный вариант такой ситуации – отравление цианидами (ингибция цитохромоксидазы).

### **Недыхательные функции легких**

Основная функция легких – поддержание нормального газового состава крови путем газообмена. Однако они выполняют еще несколько важных физиологических функций:

- депо крови, доступное для компенсации объема циркуляции при дефиците;
- фильтрация циркулируемых тромбов, микроагрегатов и др.;
- метаболическая активность: активация ангиотензина I и II;

инактивация: норадреналина, брадикинина, 5-гидрокситриптамина, некоторых простагландинов;

- иммунологическая: секреция IgA в бронхиальную слизь.

В заключении следует сказать, что статья затронула много сложных процессов газообмена, составляющих основу физиологии дыхания. Чтобы анестезиолог мог правильно и эффективно решать проблемы, связанные с дыхательной системой необходимо лучше понимать, как эти процессы регулируются и могут нарушаться.

---

## **АНЕСТЕЗИЯ У БОЛЬНЫХ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ**

*М. Мерсье (Бристоль, Великобритания и Сидней, Австралия)*

### **Введение**

Пациенты с патологией системы дыхания имеют высокий риск развития осложнений в периоперационном периоде. Чаще всего проблемы возникают в послеоперационном периоде и являются следствием таких нарушений, как поверхностное дыхание, недостаточное расправление легочной ткани, базальный коллапс легкого и присоединение инфекции. Чтобы снизить риск возникновения таких осложнений, необходимо тщательно оценивать и оптимизировать функцию дыхания до операции. Для этого используют физиотерапию, проводят анализ всех назначений, в ряде случаев может потребоваться консультация пульмонолога. Плановое хирургическое вмешательство должно быть предпринято после полноценной подготовки пациентов с заболеваниями системы дыхания.

### **Общие положения**

#### *Общее состояние здоровья*

Классификация ASA (1-5 классов) четко коррелирует со степенью риска возникновения пульмонологических осложнений в послеоперационном периоде. Плохая переносимость пациентом физической нагрузки также является маркером такого риска.

#### *Курение*

У активных и пассивных курильщиков с гиперреактивностью дыхательных путей нарушена дренажная функция мукоцилиарного аппарата. Для них характерен высокий риск периоперационных осложнений, таких как развитие ателектазов или пневмонии. Чтобы снизить риск их развития, необходим 8-недельный отказ от курения до операции.

Даже 12 часовой отказ от курения до анестезии – достаточное время для очищения организма от никотина (коронарный констриктор). Это позволяет снизить уровень карбоксигемоглобина и улучшить кислород-транспортную функцию крови.

#### *Ожирение*

Норма ИМТ (Индекс Массы Тела определяется как отношение веса в кг к квадрату роста в м) составляет 22-28. Если ИМТ более 35, то это считается патологическим ожирением. Нормальный вес (кг) равен росту (см) минус 100 для мужчин и минус 105 для женщин.

У пациентов с ожирением часто прогнозируется трудная интубация, возникает коллапс базальных отделов легких, что приводит к развитию гипоксемии в послеоперационном периоде. Данные о сонном апноэ в анамнезе могут также осложнить состояние пациента после операции. Решение проблем – «сбросить лишний вес» до операции и стабилизировать состояние сопутствующей патологии (сахарный диабет и артериальная гипертензия).

#### *Физиотерапия*

Обучение пациентов до операции методикам дренирования дыхательных путей и увеличения объема легких позволяет в послеоперационном периоде снизить количество легочных осложнений. К методам послеоперационной физиотерапии относятся ранняя мобилизация, стимуляция кашля, глубокого дыхания, а также перкуссионный и вибрационный массаж с последующим дренированием мокроты.

#### *Обезболивание*

Эффективное обезболивание очень важный элемент терапии в послеоперационном перио-

ням. Наиболее известный вариант такой ситуации – отравление цианидами (ингибция цитохромоксидазы).

### Недыхательные функции легких

Основная функция легких – поддержание нормального газового состава крови путем газообмена. Однако они выполняют еще несколько важных физиологических функций:

- депо крови, доступное для компенсации объема циркуляции при дефиците;
- фильтрация циркулируемых тромбов, микроагрегатов и др.;
- метаболическая активность: активация ангиотензина I и II;

инактивация: норадреналина, брадикинина, 5-гидрокситриптамина, некоторых простагландинов;

- иммунологическая: секреция IgA в бронхиальную слизь.

В заключении следует сказать, что статья затронула много сложных процессов газообмена, составляющих основу физиологии дыхания. Чтобы анестезиолог мог правильно и эффективно решать проблемы, связанные с дыхательной системой необходимо лучше понимать, как эти процессы регулируются и могут нарушаться.

## АНЕСТЕЗИЯ У БОЛЬНЫХ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ

*М. Мерсье (Бристоль, Великобритания и Сидней, Австралия)*

### Введение

Пациенты с патологией системы дыхания имеют высокий риск развития осложнений в периоперационном периоде. Чаще всего проблемы возникают в послеоперационном периоде и являются следствием таких нарушений, как поверхностное дыхание, недостаточное расправление легочной ткани, базальный коллапс легкого и присоединение инфекции. Чтобы снизить риск возникновения таких осложнений, необходимо тщательно оценивать и оптимизировать функцию дыхания до операции. Для этого используют физиотерапию, проводят анализ всех назначений, в ряде случаев может потребоваться консультация пульмонолога. Плановое хирургическое вмешательство должно быть предпринято после полноценной подготовки пациентов с заболеваниями системы дыхания.

### Общие положения

*Общее состояние здоровья*

Классификация ASA (1-5 классов) четко коррелирует со степенью риска возникновения пульмонологических осложнений в послеоперационном периоде. Плохая переносимость пациентом физической нагрузки также является маркером такого риска.

*Курение*

У активных и пассивных курильщиков с гиперреактивностью дыхательных путей нарушена дренажная функция мукоцилиарного аппарата. Для них характерен высокий риск периоперационных осложнений, таких как развитие ателектазов или пневмонии. Чтобы снизить риск их развития, необходим 8-недельный отказ от курения до операции.

Даже 12 часовой отказ от курения до анестезии – достаточное время для очищения организма от никотина (коронарный констриктор). Это позволяет снизить уровень карбоксигемоглобина и улучшить кислород-транспортную функцию крови.

*Ожирение*

Норма ИМТ (Индекс Массы Тела определяется как отношение веса в кг к квадрату роста в м) составляет 22-28. Если ИМТ более 35, то это считается патологическим ожирением. Нормальный вес (кг) равен росту (см) минус 100 для мужчин и минус 105 для женщин.

У пациентов с ожирением часто прогнозируется трудная интубация, возникает коллапс базальных отделов легких, что приводит к развитию гипоксемии в послеоперационном периоде. Данные о сонном апноэ в анамнезе могут также осложнить состояние пациента после операции. Решение проблем – «сбросить лишний вес» до операции и стабилизировать состояние сопутствующей патологии (сахарный диабет и артериальная гипертензия).

*Физиотерапия*

Обучение пациентов до операции методикам дренирования дыхательных путей и увеличения объема легких позволяет в послеоперационном периоде снизить количество легочных осложнений. К методам послеоперационной физиотерапии относятся ранняя мобилизация, стимуляция кашля, глубокого дыхания, а также перкуссионный и вибрационный массаж с последующим дренированием мокроты.

*Обезболивание*

Эффективное обезболивание очень важный элемент терапии в послеоперационном перио-

де, так как оно позволяет углубить дыхание и активизировать пациента. Это предотвращает задержку мокроты и ателектазирование, а также снижает частоту развития послеоперационной пневмонии. Наиболее эффективным видом обезболивания является продленная эпидуральная аналгезия у пациентов после абдоминальных или торакальных операций, однако она не везде доступна (см. раздел Эпидуральная аналгезия).

Методы послеоперационного обезболивания всегда должны обсуждаться с пациентом до операции.

#### *Влияние факторов общей анестезии*

Оно очень незначительно и проявляется лишь спустя 24 часа после операции. Однако последствия общей анестезии могут усугубить состояние пациентов с ограниченными резервными возможностями легких вплоть до развития дыхательной недостаточности.

- Манипуляции на дыхательных путях (ларингоскопия и интубация), а также хирургический стресс могут привести к возникновению ларинго- и бронхоспазма.
- Эндотрахеальная интубация исключает возможность увлажнения, подогрева и фильтрации от примесей вдыхаемой смеси (это функция верхних дыхательных путей). При этом создаются благоприятные условия для высушивания слизистой дыхательных путей и их инфицирования. Идеальным для подогрева и увлажнения ингаляционных анестетиков считается использование тепло- и влагообменников (ТВО).
- Ингаляционные анестетики подавляют респираторный рефлекс на гипоксию и гиперкапнию, а также подавляют дренажную функцию легких. Функциональная остаточная емкость (ФОЕ) снижается, а шунтирование крови в легких увеличивается. Эти неблагоприятные изменения приводят к развитию гипоксемии и чаще всего наблюдаются при положении пациента в литотомическом и с опущенным головным концом стола, а также при ожирении.
- Вентиляция с перемежающимся положительным давлением приводит к развитию дисбаланса в соотношении вентиляция/кровоток в легких и требует повышения содержания кислорода во вдыхаемой смеси.
- Избыточная водная нагрузка приводит к развитию отека легких у пациентов с сердечной недостаточностью.

- Перед экстубацией ждут восстановления нейро-мышечной проводимости. В блоке посленаркозного пробуждения постнаркотическая депрессия снижает тонус дыхательной мускулатуры и это может привести к развитию обструкции дыхательных путей.

#### *Анестезиологические средства*

- Внутривенное введение таких анестетиков, как тиопентал, пропофол и этomidат, может вызвать начальное переходящее апноэ. При использовании кетамин дыхательный центр не угнетается, но усиливается слюноотделение.
- Тиопентал повышает реактивность дыхательных путей.
- Ингаляционные анестетики подавляют активность дыхательного центра в следующей последовательности (в сторону уменьшения): энфлюран>десфлюран>изофлюран>севофлюран>галотан. Эфир стимулирует дыхательный центр, но раздражает дыхательные пути, приводя к гиперсаливации, что может провоцировать кашель.
- Атракуриум и тубокурарин стимулируют выброс гистамина, что может привести к развитию бронхоспазма, следовательно, этих препаратов следует избегать при астме.
- Опиоиды и бензодиазепины угнетают дыхательный центр и рефлексы на гипоксию и гиперкапнию. Морфин стимулирует выброс гистамина, что может провоцировать внезапный бронхоспазм. Нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) могут обострить приступ астмы. Петидин – альтернативный опиоидный анальгетик для астматиков.

#### *Влияние хирургического вмешательства*

- Необходимо иммобилизовать верхнеабдоминальные и торакальные швы послеоперационных ран, чтобы уменьшить болевую импульсацию. С этой целью накладывают повязки, шины для сокращения объема движений диафрагмы и межреберных мышц. Такие манипуляции ограничивают способность пациента к глубокому дыханию и повышают риск развития послеоперационных осложнений со стороны системы дыхания. Хирургические вмешательства на конечностях, поверхностных тканях, нижних отделах живота значительно меньше влияют на функцию дыхания.

- Лапаротомия может привести к перемещению жидкостей и экссудата, что ограничивает движения диафрагмы и ведет к нарушению дыхания. В частности, газы (особенно, оксид азота) и жидкости могут накапливаться в просвете кишечника и в перитонеальной полости, что становится причиной их перерастяжения и нарушения дыхания.
- В течение первых трех часов после хирургического вмешательства сохраняется повышенный риск развития дыхательных нарушений.
- Нормализация функции легких в послеоперационном периоде может потребовать одну-две недели.

### Предоперационная подготовка

#### Общая оценка состояния пациента

Она включает в себя анамнез, обследование и ряд лабораторных и инструментальных исследований.

**Анамнез.** Необходимо расспросить пациента о наличии у него хрипов, кашля, продукции мокроты, кровохарканья, болей в груди, переносимости физической нагрузки, ортопноэ и пароксизмального ночного нарушения дыхания. Диагноз при наличии хронических жалоб со стороны грудной клетки, таких как при астме или бронхоэктазах, чаще всего уже известен. Учитываются аллергологический анамнез и какие препараты пациент принимает в настоящее время; следует поинтересоваться какой стаж курения. Протоколы ранее проводимых анестезий могут быть доступны, а это важные дополнительные сведения.

**Обследование.** Проверьте наличие цианоза, диспноэ, частоту дыхания, наличие асимметрии экскурсий грудной клетки, наличие хрипов, кашля и цвет мокроты. Методы аускультации и перкуссии грудной клетки могут помочь в обнаружении зон коллабирования, уплотнения легочной ткани, выпота в плевральную полость, отека или инфицирования легких. Легочное сердце можно заподозрить по наличию периферических отеков и набуханию яремных вен. Обнаружение «прыгающего» пульса и тремора кистей рук может указать на задержку углекислоты в организме, а увеличенные шейные лимфатические узлы – на рак легкого.

**Исследования.** Наличие лейкоцитоза указывает на активный инфекционный процесс, полицитемия – на хроническую гипоксию. У пациентов с диспноэ необходимо исследовать газовый состав крови и попытаться интерпретировать его в зависимости от процентного содержания кислорода во вдыхаемой смеси.

По наличию до операции гипоксии или гиперкапнии можно судить о возможности развития в послеоперационном периоде дыхательной недостаточности, что потребует госпитализации пациента в отделение интенсивной терапии.

Функциональные тесты системы дыхания, если они доступны, обеспечивают основной предоперационный уровень исследований. Данные клинического исследования грудной клетки необходимо соразмерить с возрастом, весом и полом пациента. Результаты исследования необходимо также сравнить с записями предыдущих исследований.

- $ОФВ_{1,0}$  (Объем Форсированного Выдоха за 1 секунду) и ФЖЕЛ (Форсированная Жизненная Емкость Легких) являются стандартными исследованиями. Снижение соотношения  $ОФВ_{1,0}/ФЖЕЛ$  указывает на наличие обструктивного заболевания дыхательных путей. В норме это соотношение равно или больше 0,75 (75%). Снижение ФЖЕЛ отмечается при рестриктивной патологии легких.
- Снижение  $ОФВ$  или ФЖЕЛ ниже 70% от нормы, или снижение соотношения  $ОФВ_{1,0}/ФЖЕЛ$  ниже 65% коррелирует с высоким риском дыхательных осложнений в послеоперационном периоде.

Рентгенография грудной клетки позволяет выявить наличие выпота в плевре, очаги коллабирования и уплотнения легочной ткани, инфекционного процесса, отека легких или повышенную воздушность легочной ткани при эмфиземе.

При анализе ЭКГ можно обнаружить *R-pulmonale*, признаки перегрузки правых отделов сердца (доминирование зубцов R в септальных отведениях) или блокаду правой ножки пучка Гиса.

#### Премедикация

Препараты, входящие в премедикацию (если есть в ней необходимость), не должны угнетать функцию дыхания. Опиоиды и бензодиазепины относятся к таким препаратам и лучше по возможности от них отказаться или использовать очень осторожно. Ингаляционно можно использовать увлажненный кислород (см. раздел *Кислородотерапия*).

Антихолинергические препараты, такие как атропин, высушивают слизистые верхних дыхательных путей. Использование их желательно перед анестезией калипсолом или эфиром.

## Специфическая патология органов дыхания

### Простуда (острое респираторное заболевание)

Многие пациенты, готовящиеся к плановому хирургическому вмешательству, могут иметь инфекцию верхних дыхательных путей без температурной реакции или продуктивного кашля. Выполнение крупных абдоминальных или торакальных операций пациентам с инфекцией нижних дыхательных путей должно быть отсрочено.

### Инфекции дыхательных путей

Пациенты с инфекцией верхних дыхательных путей с температурной реакцией и продуктивным кашлем до операции должны быть соответствующим образом пролечены, чтобы снизить риск развития послеоперационных осложнений со стороны органов дыхания. Если же операцию нельзя отсрочить, необходимо назначить курс антибиотикотерапии.

### Астма

При астме дыхательные пути гиперчувствительны, отечны, воспалены и сужены из-за спазма гладкой мускулатуры. Заболевание, в отличие от хронической обструктивной патологии легких, носит реверсивный характер. Плановая операция пациентам с астмой выполняется лишь в состоянии ремиссии. Анестезиолог должен быть информирован о степени тяжести заболевания и эффективности корректирующей терапии. Можно воспользоваться консультацией аллерголога и физиотерапевта. В случае, если астма плохо поддается лечению, эффективным может оказаться краткий курс стероидной терапии. Пациентам, получающим преднизолон (особенно более 10 мг в день), в послеоперационном периоде необходимо продолжить его применение.

### Оценка состояния пациента до операции

- Тяжесть заболевания оценивается по частоте и выраженности приступов, включая эпизоды госпитализации, в том числе в отделение интенсивной терапии, а также лекарственный анамнез. Пациент может сам оценить, насколько тяжелое у него заболевание. При обследовании можно выявить хрипы на выдохе, участием в дыхании вспомогательной мускулатуры, эмфизематозную грудную клетку. Измеряется пиковая скорость на выдохе ( $ПС_{\text{выд}}$ ) до и после использования бронходилататоров. Наиболее достоверной информацией является трендовое наблюдение такой пробы (у пациента оно может быть «на руках»). Ис-

пользуется стандартные спирометрические показатели ( $ОФВ_{1,0}$  и  $ОФВ_{1,0}/ФЖЕЛ$ ).

- При тяжелом течении заболевания (одышка при минимальной физической нагрузке) исследуется газовый состав крови.
- До операции у пациента не должно быть хрипов на выдохе,  $ПС_{\text{выд}}$  при этом должна составлять не менее 80% от нормального значения или от персонального лучшего показателя. Тяжелым астматикам иногда требуется переход от ингаляторов к небулайзерной терапии. Обычная доза ингаляционных стероидов может быть увеличена или переходят на таблетированные формы в соответствующей дозе (20-40 мг преднизолон) в течение 1 недели до операции с консультацией пульмонолога.

### Периоперационное обеспечение

- Решите вопрос о смене ингалятора с бета 2-агонистом, например, с салбутамолом, на небулайзерную терапию. Используйте салбутамол небулайзером (2,5-5 мг) в премедикации.
- Избегайте использования аспирина, других НПВП или возможных аллергенов, известных пациенту. Чтобы исключить вероятность возникновения осложнений общей анестезии, рекомендуют, по возможности, использовать местное или регионарное обезболивание. В случае, если общая анестезия показана, то использование ее в комбинации с регионарной анестезией позволит снизить дозу ингаляционных анестетиков, а в послеоперационном периоде исключить необходимость применения опиоидных анальгетиков. Это позволяет значительно снизить вероятность дыхательных осложнений.
- Калипсол и все ингаляционные анестетики являются бронходилататорами. Все манипуляции в зоне дыхательных путей должны быть минимальны и выполняться в условиях адекватной анестезии.
- При проведении крупных и длительных вмешательств необходимо использование миорелаксантов для проведения ИВЛ. У астматиков с выраженной бронхообструкцией частота аппаратного дыхания должна быть эффективно снижена, чтобы не пре-

пятствовать затрудненному медленному выдоху. Следует отказаться от использования атракуриума и тубокурарина, так как для них характерен выброс гистамина. Это также относится к морфину. Петидин – средство выбора для пациентов с хрипами на выдохе.

- Экстубация выполняется при полном восстановлении нейромышечной проводимости, при этом спонтанное дыхание должно обеспечивать адекватную оксигенацию.

#### *Терапия послеоперационного периода*

- Адекватная аналгезия жизненно необходима.
- В течение 72 часов после крупных абдоминальных или торакальных операций проводят ингаляцию увлажненного кислорода (см. раздел *Кислородотерапия*), а также физиотерапию до восстановления мобильности пациента.
- До восстановления возможности энтерального питания необходима адекватная инфузионная терапия.
- Сразу по окончании операции возобновляют терапию антиастматическими препаратами. Временно можно заменить таблетированные стероиды на внутривенное их введение (см. раздел *Поддерживающая стероидная терапия*), а если пациент не может глубоко вдохнуть, то аэрозольные ингаляторы заменяют небулайзерной терапией. В противном случае послеоперационный период может осложниться нарушениями дыхания.
- Невозможность обеспечить эффективную оксигенацию и адекватную вентиляцию является показанием для госпитализации в отделение интенсивной терапии с целью проведения 4вспомогательной искусственной вентиляции.

#### *Хронические обструктивные заболевания легких (ХОЗЛ)*

Основной проблемой при ХОЗЛ является обструкция дыхательных путей (обычно необратимая) с гиперсекрецией слизи и повторными инфекциями. Такие пациенты по классификации ASA находятся в четкой корреляции с риском послеоперационных легочных осложнений.

Если при проведении спирометрии отмечается улучшение соотношения  $ОФВ_{1,0}/ФЖЕЛ$

после пробы с бронходилататором, то процесс считается обратимым и пациент получает лечение, как при астме. При отсутствии эффекта небулайзерной терапии (хрипы на выдохе сохраняются) назначают недельный курс стероидной терапии (преднизолон 20-40 мг/сутки per os). Антибиотики показаны лишь в случае изменения цвета мокроты, указывающем на активность инфекционного процесса. Пациенты с право- и левожелудочковой сердечной недостаточностью должны получать диуретики. На фоне физиотерапии должно уменьшиться количество мокроты, а пациент должен найти в себе силы бросить курить.

В предоперационном периоде пациентам, у которых возникают трудности при подъеме на один лестничный пролет или имеющим легочное сердце, проводится оценка газового состава артериальной крови. Таким больным после абдоминальной или торакальной операции может потребоваться вентиляционная поддержка в течение 1-2 дней в условиях отделения интенсивной терапии. Прогностическим маркером необходимости послеоперационной ИВЛ являются показатель  $PaO_2$  и наличие диспноэ в состоянии покоя.

Таким образом, периоперационная тактика ведения больных с ХОЗЛ такая же, как при астме, за исключением послеоперационной пневмонии (с гипертермией и гнойной мокротой). Риск ее развития очень высок, в этом случае сразу же назначаются амоксициллин, триметоприм или кларитромицин.

В послеоперационном периоде необходимо тщательно взвесить необходимость назначения ингаляции  $O_2$ , так как некоторым пациентам для стимуляции дыхания требуется относительная гипоксия (см. раздел *Кислородотерапия*).

#### *Рестриктивные заболевания легких*

Эти заболевания могут быть истинными, например, легочной фиброз при ревматоидном артрите или асбестоз, а также вторичного генеза, развившиеся на фоне кифосколиоза или ожирения. Оксигенация может быть нарушена на альвеолярном уровне или в силу недостаточного поступления воздуха. При фиброзе стандартной терапией являются стероиды.

#### *Истинные заболевания*

- Для работы с такими пациентами сразу же подключается анестезиолог. До операции необходимо выполнить спирометрию с расчетом легочных объемов, исследование газового состава артериальной крови и рассчитать показатели

газообмена (если эти исследования не были проведены в течение предыдущих 8 недель до операции). Снижение  $PaO_2$  указывает на тяжелое заболевание. Врач торакального отделения может рекомендовать повысить дозу стероидов.

- Поддерживающая стероидная терапия должна проводиться и во время операции (см. раздел *Поддерживающая стероидная терапия*).
- Кислородотерапия используется после операции, чтобы уровень сатурации был выше 92%, а наличие инфекции органов дыхания предполагает раннее назначение соответствующего лечения.

#### *Вторичные заболевания*

- Наличие рестрикции приводит к развитию частого поверхностного дыхания, часто с использованием лишь диафрагмы. Эти особенности биомеханики вентиляции обуславливают нарушения дыхания и отхождения мокроты в послеоперационном периоде, особенно после торакальных и операций на верхнем этаже брюшной полости.
- Газовый состав артериальной крови нарушается при тяжелом заболевании, соответственно тяжести заболевания отмечается подъем  $PaCO_2$ .
- В послеоперационном периоде жизненно необходимы усиленная физиотерапия и адекватная аналгезия. Если у пациента после анестезии отмечается выраженная слабость дыхательной мускулатуры и гипоксия, то больной госпитализируется в отделение интенсивной терапии.

#### *Бронхоэктазы и кистозный фиброз*

В предоперационном периоде проводится интенсивная терапия, включающая внутривенное введение антибиотиков, физиотерапию, небулайзерную ингаляцию бронходилататоров и пероральный прием преднизолона не менее 5-10 мг/сутки, особенно, если стероиды принимались до этого длительное время. Терапия строится с учетом рекомендаций врача торакального отделения. Если сохраняется симптоматика дыхательных нарушений, то операция должна быть отложена.

В послеоперационном периоде вплоть до выписки проводится постоянная антибиотикотерапия и регулярная физиотерапия. Врач торакального отделения привлекается для решения проблем при любом нарушении дыхания. Адекватное питание должно быть начато как можно раньше.

#### *Туберкулез*

Пациенты с активной легочной формой туберкулеза выглядят истощенными, они температурят и обезвожены. Продукция мокроты с кровью может привести к сегментарному коллабированию или даже обтурации эндотрахеальной трубки. Термоувлажнение тем более важно при аппаратном дыхании, а содержание кислорода во вдыхаемой смеси должно быть увеличено. С целью регидратации используются соответствующие растворы для внутривенной инфузии. *Наркозно-дыхательная аппаратура после использования у таких пациентов должна быть тщательно стерилизована* чтобы исключить возможность перекрестной инфекции туберкулеза у других больных.

#### **Анестезия – методики**

В течение всего периоперационного периода проводятся постоянное клиническое наблюдение и соответствующий мониторинг. Так, оцениваются цвет кожных покровов, частота дыхания, частота и степень наполнения пульса (иногда удобнее пальпировать пульс на лицевой, поверхностной височной или сонной артериях). Мониторинг включает пульсоксиметрию, ЭКГ, неинвазивное измерение артериального давления и, если есть возможность, концентрацию  $CO_2$  в конце выдоха.

Пульсоксиметрия указывает на величину насыщения кислородом периферической крови. Содержание  $O_2$  во вдыхаемой смеси должно быть достаточным, чтобы эта сатурация поддерживалась в норме. У пациентов с высоким риском развития периоперационных дыхательных осложнений необходимо выполнить катетеризацию периферической артерии, чтобы регулярно оценивать газовый состав крови.

Вид анестезии планируется с таким расчетом, чтобы максимально снизить риск развития дыхательных осложнений. Этой цели достигают следующими путями.

- **Регионарная анестезия** имеет преимущества по сравнению с общей в плане профилактики дыхательных осложнений, но она ограничена по времени соответственно длительности действия местного анестетика и зоны оперативного вмешательства, например, ткани лица, глаза или нижних конечностей.
- **Спинальная/эпидуральная анестезия**. Выполненные на высоком уровне, они могут нарушать функцию межреберных мышц и способствовать снижению



ФОЕ. Это ведет к повышенному риску развития базальных ателектазов и гипоксии. Убедительных доказательств того, что эти виды анестезии в меньшей степени, чем общая анестезия, сопряжены с дыхательными осложнениями, нет. Однако, в отсутствие интубации трахеи снижается риск послеоперационного развития бронхоспазма.

- **Низкие спинальная или эпидуральная анестезии** могут использоваться для обезболивания операций, выполняемых ниже пупка или на нижних конечностях, при этом, как правило, не возникает дыхательных нарушений. Однако, при проведении подобных операций с использованием общей анестезии также характерен низкий риск развития дыхательных осложнений. Таким образом, в этом плане значительных отличий между этими двумя видами анестезии не существует. Если предполагается проведение спинальной или эпидуральной анестезии, то следует убедиться в возможности пациента длительное время лежать неподвижно в одном положении.
- При проведении **анестезии кетамин**ом сохраняется дыхание и кашлевой рефлекс. Дыхание не угнетается, но гиперсаливация требует использования атропина в премедикации. Если миорелаксанты и эндотрахеальная интубация не используются во время анестезии, то дыхательные пути пациента остаются незащищенными от аспирации содержимым желудка при рвоте или регургитации. Мононаркоз кетамин
- **Управляемая вентиляция.** При проведении операций на тканях головы, шеи, ЛОР-органах требуется эндотрахеальная анестезия с управляемой вентиляцией. До начала таких оперативных вмешательств дыхательные пути должны быть защищены, так как доступ к ним во время операций будет затруднен, а также возможно затекание крови в трахею. При проведении операций на органах брюшной или грудной полости, когда требуется тотальная миорелаксация, естественно необходи-

ма управляемая вентиляция через эндотрахеальную трубку. Последняя защищает трахею от аспирации содержимым желудочно-кишечного тракта. В положении на животе доступ к дыхательным путям крайне сложен, поэтому при таком операционном положении пациенты должны быть оперированы с использованием управляемой вентиляции.

- **Спонтанная вентиляция** через лицевую маску не требует проведения манипуляций с дыхательными путями, но не защищает их. При проведении анестезии с сохраненным спонтанным дыханием, если есть возможность, используется ларингеальная маска. Она позволяет защитить некоторым образом трахею, при этом она не раздражает ткани гортани. Эта методика используется при проведении малых оперативных вмешательств на конечностях, поверхностных и непродолжительных (до 2 часов), когда пациент может спонтанно дышать в положении на спине или на боку. Более длительная анестезия может привести к угнетению спонтанной вентиляции и замедленному выходу из наркоза.

### Послеоперационная терапия

Оперированные пациенты с сопутствующей патологией системы дыхания имеют высокий риск развития дыхательных осложнений в послеоперационном периоде. Особенно это характерно для курильщиков и больных оперированных на органах верхних отделов брюшной полости и грудной клетки. Осложнения возможны со стороны дыхательных путей (минимум 24 часа), риск развития гиповентиляции сохраняется в течение 3 суток.

В блоке посленаркозного пробуждения проводятся уход за дыхательными путями, адекватная вентиляция и оксигенация до перевода в палату отделения. К этому моменту должна полностью восстановиться нейромышечная проводимость. Если в этом плане есть проблемы, то больной госпитализируется в отделение реанимации или интенсивной терапии. Пациент тщательно согревается. Проводится коррекция водно-электролитного баланса.

### Кислородотерапия

- В течение первых 1-2 часов после окончания малых хирургических вмешательств может развиваться гипоксия. В течение этого времени или до полного пробуждения проводится ингаляция увлажненного кислорода.

- После крупных операций гипоксия может сохраняться в течение 3 суток, особенно в ночное время. Она наиболее выражена у пациентов, получающих опиоиды при любом пути их введения. Повышенный риск имеют пациенты с заболеваниями органов грудной клетки и ИБС. Им в течение всего раннего послеоперационного периода проводится кислородотерапия через носовые катетеры.
- Некоторым пациентам с тяжелой формой ХОЗЛ в зависимости от выраженности гипоксии необходима продленная ИВЛ. Выдвинуть показания к ИВЛ непросто, так как у некоторых больных такая зависимость может сохраняться в течение последующих многих лет. Это исключительная ситуация, особенно для развивающихся стран, где гипоксические состояния должны корректироваться быстро. У таких пациентов необходимо контролировать соотношение процентного содержания кислорода во вдыхаемой смеси и газовый состав артериальной крови, чтобы определить уровень толерантности к кислородотерапии (см. *Острая кислородотерапия*).

#### *Обезболивание*

При использовании эффективной анальгезии частота развития послеоперационных осложнений со стороны органов дыхания снижается. После крупных операций анальгезия с использованием опиоидов может быть необходима в течение 48-72 часов.

- В блоке посленаркозного пробуждения опиоиды могут вводиться внутривенно дробно, однако следует обращать внимание на возможное угнетение дыхания. Относительно безопасным способом анальгезии в палате хирургического отделения является внутримышечное введение опиоидов в рекомендуемых дозах. Перманентное внутривенное введение опиоидов требует очень тщательного наблюдения в силу значительно более высокого риска развития угнетения дыхания.
- Комбинирование опиоидов с НПВП (например, с парацетамолом) перорально или ректально значительно потенцирует анальгезию и сокращает вероятность развития побочных эффектов.
- Если есть возможность, то оптимальным способом обезболивания является анальгезия под управлением больного (АУБ). Она позволяет титровать введе-

ние препарата в зависимости от выраженности болевого синдрома. При таком варианте передозировка препарата исключается путем заданного периода блокировки повторной инъекции.

#### *Эпидуральная анальгезия*

Послеоперационное (после абдоминальных и торакальных операций) эпидуральное введение анальгетиков на грудном уровне обеспечивает качественное обезболивание и незначительное количество дыхательных осложнений. Однако четких доказательств превосходства этой методики над другими нет, к тому же не везде она может быть выполнена.

Комбинация местных анестетиков низкой концентрации с небольшими дозами опиоидов позволяет достичь наилучшего качества анальгезии и сокращения возможных побочных эффектов (опиоиды – угнетение дыхания, местные анестетики – токсичность). Например, эпидуральное введение смеси 50 мл 0,167% раствора бупивакаина с 5 мг диаморфина со скоростью до 8 мл/час обеспечивает такие преимущества.

Если в послеоперационном периоде назначаются опиоиды, то пациенты должны находиться в зоне интенсивного наблюдения квалифицированным хорошо обученным медицинским персоналом. При возникающих осложнениях опиоидной анальгезии, которые должны незамедлительно фиксироваться, вызывается соответствующая помощь коллег. Регулярно измеряется артериальное давление, пульс, частота дыхания, проводится пульсоксиметрия, оценивается уровень ясности сознания и анальгезии. Все показатели динамического наблюдения за состоянием пациента должны регистрироваться медперсоналом в карте наблюдения.

#### *Физиотерапия*

Предоперационное обучение больных методам устранения бронхообструкции и повышения легочных объемов позволяет снизить частоту послеоперационных осложнений. Эти методики включают в себя приемы откашливания, глубокого дыхания, ранней мобилизации (кинестическая терапия), сочетание перкуссионного и вибрационного массажа с постуральным дренажем.

#### *Поддерживающая стероидная терапия*

- Использование стероидной терапии у пациентов с тяжелой формой ХОЗЛ или астмой (20-40 мг/сутки преднизолона) в течение недели до операции может стабилизировать состояние. Воспользуйтесь советом лечащего врача торакального отделения.

- Для больных, которые в течение полугода до операции принимали стероиды или доза гормонов составляла более 10 мг/сутки и более, характерно угнетение функции коры надпочечников. Им требуется в периоперационном периоде заместительная терапия.
- Введение гидрокортизона каждые 8 часов по 100 мг начинается с премедикации. Через 5 дней дозу начинают снижать до обычной (100 мг в/в гидрокортизона соответствует 25 мг перорального преднизолона).
- Если нет возможности перорального приема стероидов, то их вводят внутривенно.

#### *Профилактика венозной тромбоэмболии*

Пациентам, склонным к тромбофилии, до операции и после нее до периода активной мобилизации пациента должна проводиться профилактика тромбозов глубоких вен нижних конечностей и легочной артерии. Регулярное подкожное введение гепаринов и антитромботическая физиотерапия должны выполняться у всех пациентов.

#### *Питание*

Пациенты с тяжелыми заболеваниями органов дыхания обычно истощены и ослаблены. Это сопряжено с повышенным риском развития послеоперационного инфицирования, удлинением времени пребывания в стационаре и уровня летальности. Таким образом, чрезвычайно важно как можно раньше после операции начать соответствующее питание. В любом случае не позднее 5 суток после операции необходимо начать полноценное энтеральное питание.

#### **Послеоперационные нарушения дыхания**

Одышка обычно указывает на затруднения дыхания и гипоксию, но она может быть обусловлена болевым синдромом, беспокойством, сепсисом, ацидозом или постгеморрагической анемией. Начинают ее коррекцию с обычной ингаляции увлажненного кислорода через лицевую маску. Параллельно проводят пульсоксиметрию, ориентируясь на показатель выше 92%. Причины гипоксии могут быть известны по анамнезу, либо проявиться в результате обследования, включая рентгенологическое; после выявления причин последние должны быть устранены.

#### *Стридор*

Дыхательные пути в послеоперационном периоде могут быть скомпрометированы постнаркозическими эффектами (в основном, это – депрессия после опиоидов или седация мидозоламом и др.) либо рвотой или хирургиче-

скими осложнениями. После оперативных вмешательств на щитовидной или паращитовидных железах может, как осложнение, развиваться паралич гортанного нерва и, соответственно, голосовых связок. Шейная гематома может привести после таких операций к сдавлению дыхательных путей. Восстановление проходимости последних выполняется с помощью стандартных методик. Операции на гортани неизбежно приводят к развитию отека дыхательных путей. В этом случае применяется небулайзерная ингаляция адреналина 2,5-5 мг и внутривенное введение гидрокортизона 4-8 мг.

#### *Ателектазы и пневмония*

Процесс заживления ран, боль, дегидратация и иммобилизация приводят к развитию коллапса или ателектазу базальных сегментов, которые возникают уже через 1 час после операции. Это может быть объективно подтверждено рентгенологическим исследованием грудной клетки. В результате неэффективного кашля в дыхательных путях может скапливаться мокрота. Основное стандартное лечение включает в себя качественное обезболивание, ингаляцию увлажненного кислорода, тщательный баланс жидкости, физиотерапию и раннюю мобилизацию пациента. Удаление мокроты может производиться через минитрахеостому путем вакуумаспирации.

Развитие пневмонии и присоединение инфекции – возможные послеоперационные осложнения. У пациентов появляется гнойная мокрота (при неэффективном кашле), фебрильная температура и нейтрофильный лейкоцитоз. Рентгенологически обнаруживают очаги уплотнения легочной ткани. Бронхопневмония развивается чаще, чем долевая.

Чтобы поддерживать адекватную сатурацию гемоглобина периферической крови проводится ингаляция увлажненного кислорода через лицевую маску. Выполняется забор мокроты и венозная кровь на микроскопическое исследование, культивирование и определение чувствительности к антибиотикам. Проводится регулярная физиотерапия, инфузионная терапия, восполняющая потери жидкости на фоне гипертермии. Антибиотики назначаются в зависимости от результата микробиологического исследования и ответа локальной микроскопии. Однако, обычно назначаются цефотаксим или цефуроксим в сочетании с гентамицином.

#### *Бронхоспазм*

Он может развиваться как обострение имеющейся у пациента астмы, как следствие аспирации кровью или рвотными массами или как

побочный эффект лекарственной терапии (см. ниже).

У пациентов может появиться нарушение дыхания в виде диспноэ, тахипноэ с участием вспомогательной дыхательной мускулатуры. Больным трудно разговаривать, аускультативно слышны хрипы на выдохе. Спокойная неподвижная грудная клетка – прогностически опасный симптом, указывающий на минимальные перемещения воздуха в дыхательных путях. Рентгенологическое исследование выполняется, чтобы исключить наличие пневмоторакса или участков ателектазирования в результате возможной аспирации. Появление гиперкапнии при исследовании газового состава артериальной крови указывает на истощение резервных возможностей дыхания и начинающийся коллапс легкого.

Терапия включает в себя назначение ингаляции кислорода с высоким газотоком, небулайзер с сальбутамолом 2,5-5 мг (в течение первых 15 минут до возможного появления тахикардии), небулайзер с ипратропиума бромидом (атровент) 250-500 мкг каждые 6 часов и внутривенное введение гидрокортизона 200 мг. Пациентам, которые ранее не принимали перорально теofilлин, назначают внутривенно аминофиллин (5 мг/кг в течение первых 15 минут с последующей перфузией в дозе 0,5 мг/кг/час). Если нет сальбутамола, назначают небулайзер с адреналином 2,5 мг. Внутримышечно адреналин может вводиться в экстремальной ситуации при критическом бронхоспазме, при необходимости инъекцию повторяют. Дыхательная недостаточность может развиваться стремительно, поэтому необходимо иметь оборудование для проведения седации, переинтубации и вспомогательной механической вентиляции. Это облегчит выполнение санации трахеобронхиального дерева через трубку.

#### *Отек легких*

Интраоперационная перегрузка жидкостью, РДСВ и недостаточность левого желудочка (характерно для пациентов с ИБС) могут стать причиной развития отека легких. РДСВ рассматривается ниже.

У пациентов наблюдается диспноэ, цианоз, холодный липкий пот, тахикардия. Розовая пенная мокрота указывает на тяжелый отек легких. Повышается давление в яремных венах, прослушивается крепитация как на вдохе, так и на выдохе или «сердечные» хрипы. Рентгенологически отмечается «пушистость» средних отделов и гиперемия верхушек. Пациента необходимо приподнять, а инфузию прекратить. Экстренно подается кислород че-

рез лицевую маску с высокой скоростью газотока. Назначаются диуретики (фуросемид 50 мг, при этом устанавливается катетер в мочевого пузыря), и, если артериальное давление выше 90 ммHg, 2 таблетки нитроглицерина под язык. Внутривенно вводят 2,5-5 мг диаморфина (или 5-10 мг морфина), который может снизить преднагрузку, но следует учитывать его побочный седативный эффект. Если эти назначения не приносят успеха, то применяют ППД (постоянно положительное давление) +5/+10 см H<sub>2</sub>O при спонтанном дыхании через плотно прижатую лицевую маску. На ЭКГ отмечают периоперационные признаки ишемии миокарда, а появление новых шумов указывает на острую дисфункцию клапанов сердца.

#### *Пневмоторакс*

Он может возникнуть как осложнение оперативного вмешательства, как осложнение катеризации центральных вен или проведения ИВЛ у пациентов с астмой или ХОЗЛ. Пациенты задыхаются и жалуются на постоянную боль над пораженным участком легкого. Количество поступающего в дыхательные пути воздуха снижается, перкуторно появляется повышенный резонанс, а при тяжелом пневмотораксе даже смещается трахея в противоположную сторону, повышается давление в яремных венах, развивается циркуляторный коллапс. Все это признаки напряженного пневмоторакса, который требует экстренной коррекции, жизнепасающих манипуляций.

У пациентов, находящихся в более стабильном состоянии, диагноз можно верифицировать рентгенологически. Если же подозревается напряженный пневмоторакс, то на это исследование времени нет. Немедленно, во втором межреберье по среднеключичной линии в плевральную полость устанавливается внутривенная канюля большого диаметра (14G). С шумом выходящий по ней воздух свидетельствует о декомпрессии пневмоторакса.

Малый пневмоторакс (<20% легочного поля) при отсутствии жалоб пациента может спонтанно разрешиться. Более крупный пневмоторакс требует дренирования плевральной полости с выведением подводного дренажа.

#### *Эмболия легочной артерии*

Для блока посленаркозного пробуждения это – редкая ситуация. Эмболами могут быть тромботические массы, воздух, жир или части распадающейся опухоли. Массивная эмболия может вызвать молниеносную и чаще всего необратимую остановку кровообращения. Мелкая эмболизация приводит к возникнове-

нию диспноэ, плевральным болям, кровохарканию и тахикардии. У пациентов можно обнаружить признаки ТГВ (тромбоза глубоких вен) и услышать шум трения плевры. В анализе газового состава артериальной крови отмечается гипоксия, а при гипервентиляции – гипокапния. Рентгенологическое исследование позволяет исключить возможные другие осложнения (например, пневмоторакс) и обнаружить клиновидные тени инфаркта легких. Обычными ЭКГ симптомами являются синусовая тахикардия, признаки перегрузка правых отделов или сочетание S1-Q3-T3 (зубцы S – в I, Q и T – в III отведениях).

Срочные мероприятия включают дачу чистого кислорода через лицевую маску и анальгетики (внутривенное введение морфина 5-10 мг). Необходимо, внутривенное введение гепарина. В некоторых случаях антикоагулянты могут быть противопоказаны в силу недавнего выполнения операции. Альтернативой является установка фильтра в нижнюю полую вену с целью профилактики повторной эмболизации. Если есть возможность, то для подтверждения диагноза вычисляют соотношение V/Q (вентиляция/перфузия).

#### *РДС (респираторный дистресс синдром)*

РДС является следствием многих тяжелых нарушений, таких как шок, сепсис, панкреатит, массивная гемотрансфузия и сочетанная травма. Происходящие в первую очередь нарушения оксигенации не связаны с сердечной недостаточностью. Рентгенологически обнаруживают тотальную инфильтрацию легочной ткани в виде альвеолярного отека. РДС обычно начинается в течение первых 24 часов развития причинных нарушений. Пациенты обычно нуждаются в переводе в отделение интенсивной терапии для проведения ИВЛ с ПДКВ (положительное давление в конце выдоха) и повышенным содержанием кислорода во вдыхаемой смеси. На ранних стадиях РДС стероиды не используются.

Для дополнительного чтения:

1. Smetana GW. Preoperative Pulmonary Evaluation. *New England Journal of Medicine* 1999;340(12):937-944.
2. Nicholls A, I Wilson. *Perioperative Medicine*. Oxford University Press. 2000.
3. Hirshman CA. Perioperative management of the asthmatic patient. *Canadian Journal of Anaesthesia* 1991;38(4):R26-32.
4. Wong DH, Weber EC, Schell MJ et al. Factors Associated with Postoperative Pulmonary Complications in Patients with Severe Chronic

Obstructive Pulmonary Disease. *Anesthesia and Analgesia* 1995;80:276-284.

5. Nunn JF, Milledge JS, Chen D et al. Respiratory criteria of fitness for surgery and anaesthesia. *Anaesthesia* 1988;43:543-551.

6. Rees PJ, Dudley F. ABC of oxygen. Oxygen therapy in chronic lung disease. *British Medical Journal* 1998;317:871-4.

## ДОСТУП К ЦЕНТРАЛЬНОЙ ВЕНЕ И МОНИТОРИНГ

Г. Хокинг (Суррей, Великобритания)

Доступ к центральной вене заключается в установке катетера в вену, впадающую непосредственно в магистральные вены и затем - в сердце. Основными показаниями к катетеризации центральной вены служат:

- измерение центрального венозного давления (ЦВД)
- невозможность катетеризации периферических вен
- назначение инотропных и вазопрессорных препаратов, которые не могут быть назначены в периферическую вену
- назначение гипертонических растворов, в том числе растворов для парентерального питания
- проведение гемодиализа и плазмафеза

### Какую центральную вену катетеризировать?

Существуют различные центральные вены и методики их катетеризации. Необходимо помнить, что за исключением наружной яремной вены все остальные центральные вены располагаются достаточно глубоко и пунктируются практически вслепую. В связи с этим, пункция и катетеризация центральных вен могут сопровождаться повреждением соседних анатомических структур, особенно при выполнении манипуляции неопытным оператором. Как правило, вены располагаются рядом с артериями и нервами, которые лег-

ко можно задеть при неправильном направлении иглы. Кроме того, подключичная вена располагается рядом с куполом плевры, повреждение которого может вести к развитию пневмоторакса. Таким образом, выбор центральной вены зависит от целого ряда факторов, перечисленных в таблице 1.

### Типы катетеров для центральных вен

Существуют катетеры, различающиеся по длине, внутреннему диаметру, количеству портов (каналов), методу введения, материалу и способу фиксации. Чаще всего используют катетеры длиной 20 см (для подключичной и внутренней яремной вен) и 60 см (для бедренной и основной вен).

### Методы введения катетера

Предложено несколько методик введения катетера в центральную вену:

- **Катетер на игле.** Данный катетер представляет собой удлиненную модификацию обычной внутривенной канюли, может быть введен за короткий промежуток времени и требует минимального количества дополнительных материалов. Диаметр катетера превышает диаметр его иглы, что снижает риск кровотечения из вены. Тем не менее, использование данной методики способно в некоторой степени увеличивать риск осложнений непреднамеренной пункции артерии. Кроме того, следует помнить о возможности повреждения катетера его иглой.

Таблица 1. Факторы, определяющие выбор центральной вены

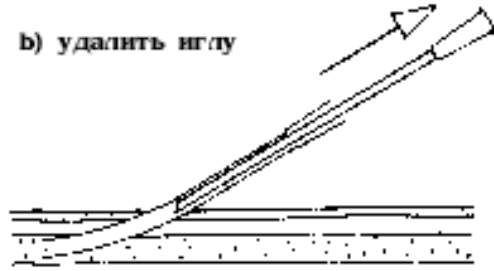
Пациент:	На какой период нужен катетер?  Для измерения ЦВД кончик катетера должен располагаться в пределах грудной клетки, поэтому катетер, расположенный в бедренной вене, должен иметь достаточную длину.
Оператор:	Теоретические знания и практический опыт - необходимо наличие специалистов, владеющих методикой катетеризации центральной вены и обладающих опытом ее выполнения.
Технические характеристики:	Частота успешной катетеризации вены Частота расположения катетера, позволяющего вести мониторинг ЦВД Частота осложнений Возможность выполнения у различных возрастных групп Легкость обучения Пункция видимой и пальпируемой вены или "слепая" пункция, основанная на знании анатомических ориентиров
Необходимое оборудование:	Доступность оборудования, необходимого для катетеризации Стоимость процедуры Возможность применения катетера в течение длительного времени

**А Катетер на игле**

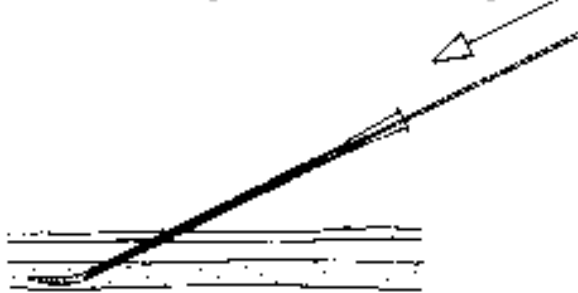
а) ввести в вену



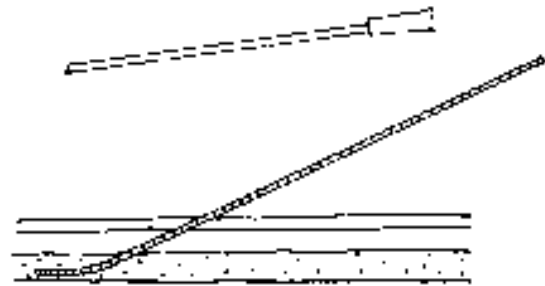
б) удалить иглу

**В Катетер по проводнику (по Сельдингеру)**

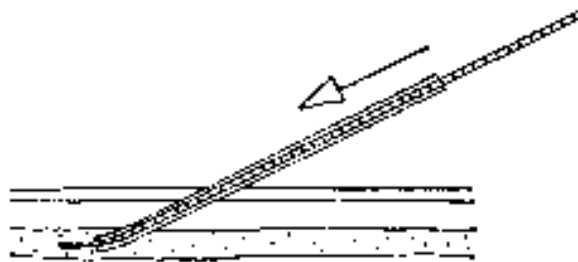
а) ввести проводник в вену через иглу



б) удалить иглу



в) провести катетер по проводнику



г) удалить проводник



Рис. 1. Различные методы катетеризации.

**Катетер на проводнике (методика Сельдингера).** Этот метод применяется наиболее часто. Для пункции вены лучше использовать иглу относительно небольшого диаметра (18 или 20 G). Через иглу в вену вводят проводник, после чего игла удаляется. Как правило, проводник снабжен гибким J-образным концом, позволяющим снизить риск перфорации стенки вены и помочь в прохождении проводника через клапаны (как, например, при катетеризации наружной яремной вены). По проводнику в вену продвигают катетер. Проводник не следует продвигать на слишком большое расстояние, в противном случае повышается риск узлообразования, перфорации стенки сосуда и аритмий. Применение специальных дилататоров, а также небольшой разрез кожи в месте пункции позволяют ввести

по проводнику катетер достаточно большого размера.

- **Катетер, вводимый через иглу или канюлю.** Катетер вводится через расположенные в вене иглу или канюлю. Этот метод применяется все реже, так как диаметр иглы превышает диаметр катетера, что создает предпосылки для подтекания крови вокруг катетера. Кроме того, при проблемах с продвижением катетера вглубь вены его извлечение через иглу может сопровождаться обрезанием части катетера и возникновением материальной эмболии. Данный метод может служить лишь запасной методикой при антекубитальном доступе.

Таблица 2. Оборудование и инструментарий для катетеризации центральной вены

- ✓ Кровать, носилки, каталка или операционный стол
- ✓ Стерильный набор для катетеризации центральной вены и раствор антисептика
- ✓ Местный анестетик - например, 5 мл 1% раствора лидокаина
- ✓ Катетер соответствующего размера
- ✓ Шприцы и иглы
- ✓ Обычный или гепаринизированный физраствор для заполнения и промывания катетера
- ✓ Шовный материал - например, шелк 2/0. Если шелк на прямой игле, то иглодержатель не нужен.
- ✓ Стерильная повязка
- ✓ Бритвенные принадлежности
- ✓ Возможность проведения рентгенографии грудной клетки
- ✓ Дополнительный инструментарий для мониторинга ЦВД - магистраль, трехходовой краник, стерильный физраствор с системой для внутривенных вливаний, шкала, градуированная в см, или оборудование для инвазивного мониторинга

### Подготовка к катетеризации центральной вены

Основные мероприятия по подготовке к катетеризации центральной вены примерно одни и те же, независимо от ее методики и доступа. Клиницисты, осуществляющие катетеризацию центральной вены, должны быть обучены методике опытным врачом. При отсутствии достаточного опыта наименьшее количество осложнений наблюдается при катетеризации основной и бедренной вен.

#### Общие мероприятия

- Убедитесь в необходимости катетеризации центральной вены и выберите наиболее подходящий ситуации доступ. Объясните больному, что вы собираетесь делать.
- Если место пункции покрыто волосами, сбрейте их (особое внимание - в области бедра).
- Тщательно соблюдая правила асептики, подготовьте все необходимое оборудование и инструментарий. Прочитайте инструкцию к катетеру.
- Обработайте кожу больного в зоне пункции антисептиком и накройте ее стерильной пленкой.
- Введите в точку пункции и глубже расположенные ткани раствор местного анестетика. Если вы ожидаете трудностей при

катетеризации, используйте эту же иглу для идентификации вены, чтобы вводить иглу большего диаметра в уже известном направлении. Данный прием позволяет снизить риск повреждения анатомических структур, расположенных рядом с веной.

- Придайте больному положение, необходимое для выбранного доступа. Избегайте длительного нахождения пациента в положении Тренделенбурга, особенно при дыхательной недостаточности.
- Еще раз идентифицируйте анатомические ориентиры и введите иглу в нужном направлении. После прохождения кожи продвигайте иглу по направлению к вене, постоянно подтягивая поршень шприца. Если игла продвинута достаточно глубоко, медленно извлекайте ее, продолжая аспирацию (часто вена находится в спавшемся состоянии; в этом случае ее стенка может "присасываться" к срезу иглы).
- При использовании катетера на игле или катетера, вводимого через иглу или канюлю, продвиньте его в вену, удалите иглу, промойте катетер физраствором и зафиксируйте его.
- При использовании проводника (метод Сельдингера), проведите его в вену J-образным концом и удалите иглу. Катетеры относительно небольшого диаметра могут быть установлены сразу по проводнику. Контролируйте, чтобы проводник постоянно выступал за проксимальный конец катетера, в противном случае он может целиком мигрировать в вену.
- При использовании катетеров большего диаметра перед их введением часто нужно расширить отверстие в коже. Для этого делают небольшой разрез кожи и фасций в месте входа проводника. Вслед за этим по проводнику вкручивающими движениями вводят дилататор. При его введении следует избегать чрезмерных усилий. При удалении дилататора из вены постарайтесь не вытащить проводник. После удаления дилататора в вену по проводнику вводят катетер (см. выше).
- Проверьте, осуществим ли забор крови из всех портов катетера и промойте катетер физраствором.



- Фиксируйте катетер к поверхности кожи с помощью шва и накройте его стерильной повязкой. Закрепите пластырем внутривенные магистрали, чтобы предотвратить образование петель и излишнее натяжение, которое может привести к дислокации катетера.
  - Соедините катетер с системой для внутривенных вливаний.
- После установки катетера**
- Удостоверьтесь, что физраствор свободно поступает в катетер, а из катетера осуществим забор крови.
  - По возможности, назначьте больному рентгенографию грудной клетки в положении сидя, чтобы проверить месторасположение кончика катетера и исключить пневмо-, гидро- или гемоторакс. Рент-

Таблица 3. Проблемы при катетеризации центральных вен

Пункция артерии	Как правило, легко диагностируется при появлении пульсирующего кровотока из иглы. Идентификация пункции артерии может быть затруднена на фоне гипоксии и гипотензии. В сомнительной ситуации можно присоединить к игле пластиковую магистраль, заполненную физраствором, и измерить высоту столба жидкости (при пункции артерии >30 см). Удалите иглу и осуществите компрессию места пункции не менее 10 мин. При минимальном отеке в зоне пункции можно попытаться повторно пунктировать вену или использовать другой доступ.
Подозрение на пневмоторакс	Возникает при свободной аспирации воздуха в шприц (подобная ситуация может также возникнуть при неплотном контакте иглы шприца); может сопровождаться появлением одышки. Необходимо прекратить попытки катетеризации вены этим доступом. Закажите рентгенографию легких и, при наличии пневмоторакса, установите плевральный дренаж. При абсолютных показаниях к катетеризации центральной вены используйте альтернативный доступ С ЭТОЙ ЖЕ СТОРОНЫ или пунктируйте бедренную вену. Для предотвращения риска двустороннего пневмоторакса НЕ ПЫТАЙТЕСЬ пунктировать подключичную или яремную вену с противоположной стороны.
Аритмии	Возникают при слишком глубоком введении проводника или катетера (в правый желудочек). Средняя глубина расположения катетера у взрослых составляет 15 см (для подключичной и яремной вен). При аритмии подтащите катетер наружу.
Воздушная эмболия	Происходит, как правило, на фоне гиповолемии при открытии канюли или павильона иглы. Профилактика - тщательное соблюдение техники пункции и придание больному положения Тренделенбурга.
Проводник не продвигается в вену	Проверьте, в вене ли игла. Промойте ее физраствором. Попробуйте немного изменить направление иглы вдоль просвета вены или повернуть ее. Повторно аспирируйте кровь. Если проводник проходит через иглу, но его продвижение в вену затруднено, осторожно извлеките его назад. Если при извлечении проводника вы чувствуете сопротивление, удалите его вместе с иглой; это снижает риск срезания проводника острием иглы. Продолжите выполнение манипуляции.
Продолжающееся кровотечение в месте вкола	Надавите на место пункции с помощью стерильной салфетки. Если у больного нет коагулопатии, кровотечение должно остановиться. Сильное кровотечение может потребовать хирургического вмешательства.

генографию лучше проводить через 3-4 ч после пункции, так как ее более раннее выполнение может не выявить симптомов, характерных для вышеперечисленных осложнений. При проведении мониторинга ЦВД кончик катетера должен располагаться в верхней полой вене над местом ее перехода в правое предсердие.

- Проверьте, чтобы за пациентом был возможен уход квалифицированной медсестры. Дайте сестре письменные инструкции по использованию катетера и сообщите, с кем ей связаться в случае возникновения проблем.

#### Практические проблемы, общие для катетеризации центральных вен

В таблице 3 перечислены проблемы, которые могут возникнуть при катетеризации центральных вен.

#### Осложнения

Основные осложнения, которые могут возникнуть при катетеризации центральной вены, перечислены в таблице 4. Частота осложнений варьирует при различных доступах.

#### Подключичная вена

Подключичная вена обладает достаточно широким диаметром (1-2 см у взрослых). Как правило, вена не спадается за счет фиксации окружающими тканями. Тем не менее, на фоне шока некоторые авторы предпочитают выполнять венесекцию или пунктировать наружную яремную вену. Подключичный доступ к центральной вене часто используют у пациентов, находящихся в сознании, а также при подозрении на травму шейного отдела позвоночника. Подключичный катетер легче фиксировать; реже происходят его смещение

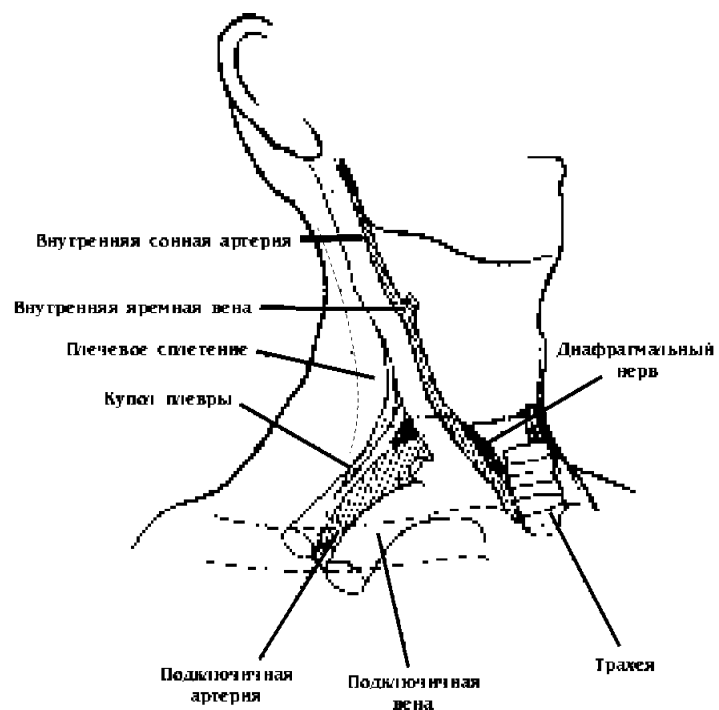


Рис. 2. Анатомия шейной области

и дислокация. Хотя данный доступ позволяет добиться высокой частоты успешных результатов, частота осложнений катетеризации подключичной вены выше, чем в других случаях. Катетеризации подключичной вены следует избегать на фоне коагулопатии.

**Анатомия.** Подключичная вена располагается в нижней части надключичного треугольника (рис. 2) и собирает кровь от вен верхней конечности. Медиально подключичная вена граничит с задним краем грудинно-ключично-сосцевидной мышцы, каудально - со средней третью ключицы и латерально - с передним краем трапецевидной мышцы. Подключичная вена является продолжением подмышечной вены и начинается на уровне нижнего края первого ребра. Затем она переходит первое ребро и поднимается в медиальном направлении, после чего отклоняется вниз и немного

Таблица 4. Потенциальные осложнения

Ранние	Поздние
Пункция артерии	Тромбоз вены
Кровотечение	Перфорация и тампонада сердца
Аритмии	Инфекция
Повреждение грудного лимфатического протока	Гидроторакс
Повреждение нервов	
Воздушная эмболия	
Материальная эмболия	
Пневмоторакс	

вперед, пересекая точку отхождения передней лестничной мышцы от первого ребра. На этом уровне подключичная вена вступает в грудную полость, где располагается за грудинно-ключичным сочленением и соединяется с внутренней яремной веной.

Спереди на всем протяжении вена прикрыта ключицей; сзади и выше нее расположена подключичная артерия. За артерией, над грудинным концом ключицы лежит купол плевры.

**Подготовка к венозному доступу и положение тела больного.** Пациент лежит на спине, руки вдоль туловища. Кровать наклоняют головным концом вниз; это положение увеличивает наполнение центральных вен и позволяет предотвратить воздушную эмболию. Больного просят повернуть голову в сторону, противоположную месту пункции (исключение - повреждение шейного отдела позвоночника). Предпочтительнее катетеризация правой подключичной вены; это обусловлено риском повреждения грудного лимфатического протока при веневакцентации слева.

**Методика.** Встаньте на стороне веневакцентации рядом с больным. Идентифицируйте середину ключицы и яремную вырезку грудины. Игла вводится на 1 см ниже ключицы сбоку от среднключичной линии. Удерживая иглу горизонтально, продвиньте ее за ключицу и направляйте на яремную вырезку. Если игла упирается в ключицу, извлеките ее и измените направление вкола, сделав его чуть глубже, чтобы пройти за ключицу. Не проводите иглу далее грудинно-ключичного сочленения.

**Осложнения.** При катетеризации подключичной вены могут произойти все вышеперечисленные осложнения. По сравнению с другими доступами, чаще встречаются пневмоторакс (2-5%), гемоторакс и хилоторакс (накопление лимфы в плевральной полости в результате повреждения грудного лимфатического протока). В ряде случаев катетер оказывается не в грудной полости, а в яремной вене или противоположной стороне пункции подключичной вены. Это не позволяет осуществлять надежный мониторинг ЦВД и инфузию ряда препаратов (гипертонические растворы, вазоконстрикторы).

**Практические проблемы, специфические для подключичного доступа**

- **Игла упирается в ключицу:** Проверьте, правильно ли вы выбрали точку пункции. Измените направление вкола, сделав его чуть глубже, чтобы пройти за ключицу; в то же время, необходимо избежать повреждения плевры. Попробуйте положить

подушку под плечи больного или попросите ассистента потянуть руку больного вниз.

- **Не можете найти вену:** направьте иглу чуть краниальной.
- **Не удается пунктировать вену после многочисленных попыток:** НЕ УПОРСТВУЙТЕ, так как с каждой новой попыткой возрастает риск осложнений. Попробуйте использовать альтернативный доступ НА ТОЙ ЖЕ СТОРОНЕ. Противоположную сторону можно использовать для веневакцентации только после того, как вы исключили пневмоторакс с помощью рентгенографии.
- **Кончик катетера расположен не в грудной полости:** Как правило, диагностируется при рентгенографии грудной клетки. Дополнительным признаком дислокации катетера может служить отсутствие колебаний столба жидкости с дыханием. Простым тестом, позволяющим определить смещение подключичного катетера в яремную вену, может служить быстрое введение 10 мл физраствора в катетер. При этом проводят аускультацию в проекции яремной вены на шее. Если катетер расположен в яремной вене, раздастся характерный шум. Кроме того, прохождение болюса физраствора через яремную вену можно определить пальпаторно.

#### **Внутренняя яремная вена**

Внутренняя яремная вена - крупная вена, часто используемая для создания венозного доступа. Эта вена собирает кровь от мозга и лицевой области. По сравнению с подключичной веной, катетеризация внутренней яремной вены сопровождается меньшим количеством осложнений. В отличие от подключичного доступа, безуспешная пункция яремной вены с одной стороны не является противопоказанием для выполнения манипуляции на противоположной стороне (исключение составляют те случаи, когда непреднамеренно была пунктирована сонная артерия). Для пункции внутренней яремной вены используют различные доступы. Верхние доступы снижают риск пневмоторакса, но повышают риск пункции сонной артерии. При нижних доступах наблюдается противоположная картина. Ниже описан срединный доступ.

**Анатомия.** Внутренняя яремная вена начинается с уровня яремного отверстия основания черепа и образуется из сигмовидного венозного синуса, который перед выходом из черепной коробки проходит через сосцевидную часть височной кости. Яремная вена спускает-

ся вниз по шее, располагаясь сначала сзади внутренней сонной артерии, затем латерально, и, наконец, антеролатерально. При увеличении объема циркулирующей крови вена может смещаться еще латеральнее. На уровне грудинно-ключичного сочленения внутренняя яремная вена сливается с подключичной; вместе они образуют безымянную вену (рис. 2).

**Подготовка к катетеризации и положение больного.** Пациент лежит на спине, руки вдоль туловища. Кровать наклоняют головным концом вниз; это положение увеличивает наполнение центральных вен и позволяет предотвратить воздушную эмболию. Голову больного поворачивают в сторону, противоположную месту пункции. Поворот головы должен быть небольшим; в противном случае повышается риск пункции артерии.

**Методика.** Встаньте со стороны головного конца кровати. Пропальпируйте перстневидный хрящ и, сбоку от него, сонную артерию; продвижение иглы не должно быть направлено на нее. Удерживая пальцы на артерии, введите иглу под углом к коже 30-40°. Направляйте иглу к ипсилатеральному соску больного. Вена располагается на глубине 2-3 см от поверхности кожи. Если не удастся пунктировать вену, направьте иглу латеральнее.

**Осложнения.** При наличии определенного практического опыта этот доступ сопровождается низкой частотой осложнений. При пункции артерии необходимо осуществлять компрессию места вкола. Если иглу не ввести глубоко, пневмоторакс встречается редко.

#### Практические проблемы

- **Не можете пропальпировать пульс на сонной артерии.** Проверьте состояние больного! Попробуйте пропальпировать пульс на противоположной стороне шеи. Если проблемы с идентификацией сонной артерии сохраняются, лучше использовать другой доступ, чем пытаться пунктировать яремную вену вслепую.
- **Пункция артерии.** Удалите иглу и прижмите место пункции на 10 мин.
- **Не можете найти вену.** Перепроверьте анатомические ориентиры. Убедитесь, что вы не сдавливаете сонную артерию; при этом вы можете сдавить и яремную вену. Увеличьте наклон головного конца кровати. Если у пациента выражена гиповолемия, но с катетеризацией центральной вены можно подождать, и есть доступ к периферической вене, увеличьте скорость инфузионной терапии. При этом вены постепенно наполнятся, и их будет легче

идентифицировать при повторной пункции. Постарайтесь направить иглу чуть медиальнее, но при этом помните о риске пункции артерии.

#### Наружная яремная вена

Так как наружная яремная вена располагается на шее достаточно поверхностно, как правило, ее легко увидеть и пропальпировать. В связи с этим, при пункции данной вены отсутствуют многие опасности катетеризации вслепую, встречающиеся при доступе к другим центральным венам. Катетеризация наружной яремной вены предпочтительнее при отсутствии у оператора практического опыта, при экстренной инфузионной терапии и при остановке кровообращения, когда нельзя нащупать пульс на сонной артерии. Тем не менее, из-за анатомических особенностей, в 10-20% случаев катетер из наружной яремной вены не проходит в верхнюю полую вену. В данной ситуации мониторинг ЦВД затруднен, но возможны проведение инфузионной терапии и забор крови.

**Анатомия.** Наружная яремная вена образуется за счет слияния задней ветви задней лицевой вены и задней вены ушной раковины и собирает кровь от поверхностных структур лица и волосистой части головы. От угла нижней челюсти наружная яремная вена идет вниз, наискосок пересекает грудинно-ключично-сосцевидную мышцу и заканчивается у середины ключицы, где впадает в подключичную вену. Размер вены в значительной степени варьирует. В надключичной области и у места впадения в подключичную вену наружная яремная вена снабжена клапанами. Наличие последних может препятствовать дальнейшему прохождению катетера. При использовании проводника с J-образным концом, сопротивление на уровне клапанов на выходе из наружной яремной вены можно преодолеть путем ротации проводника. Кроме того, состояние наружной яремной вены во многом зависит от индивидуальных вариаций и от состояния больного.

**Подготовка к катетеризации и положение больного.** Пациент лежит на спине, руки вдоль туловища. Кровать наклоняют головным концом вниз; это положение увеличивает наполнение центральных вен и позволяет предотвратить воздушную эмболию. Голову больного поворачивают в сторону, противоположную месту пункции.

**Методика.** Встаньте со стороны головного конца кровати. Идентифицируйте наружную яремную вену в той точке, где она пересекается с грудинно-ключично-сосцевидной

мышцей. Если вена не визуализируется и не пальпируется, используйте другой доступ. Игла вводится в той точке, где вена лучше всего видна и пальпируется. Проведите через иглу или канюлю проводник, а по нему - катетер.

#### **Осложнения**

Если вена хорошо видна и пальпируется, доступ сопровождается минимальным количеством осложнений.

#### **Практические проблемы**

- **Вена не видна:** Попросите пациента сделать глубокий вдох и натужиться (прием Вальсальвы). Если больному проводится ИВЛ, на короткий промежуток времени раздуйте легкие. Нажмите на участок кожи над серединой ключицы; в этой точке наружная яремная вена впадает в подключичную вену и в грудную клетку. Если не один из этих приемов не позволяет сделать наружную яремную вену видимой, используйте другую вену.
- **Катетер не проходит в подключичную вену:** Нажмите на участок кожи над серединой ключицы. Попробуйте провести катетер, поворачивая его вокруг оси или на фоне промывания физраствором. Если вы используете проводник, также попробуйте ротировать его, если чувствуете сопротивление. Поверните голову больного в одну или другую сторону. В большинстве случаев целесообразно сначала пунктировать вену обычной внутривенной канюлей, а затем провести по ней проводник. При этом отсутствует риск срезания проводника иглой во время его продвижения и ротации.

#### **Бедренная вена**

Эта вена наиболее безопасна для пункции. Кроме того, ее легче всего пунктировать у детей на фоне реанимационных мероприятий и отсутствия периферического венозного доступа. Так как катетеризация бедренной вены обладает минимальным риском серьезных осложнений, она оптимальна при отсутствии у оператора практического опыта. Бедренная вена может быть использована лишь ограниченный промежуток времени в связи с риском развития катетер-зависимого сепсиса при проникновении в катетер микроорганизмов, обитающих в паховой области. При повреждениях таза и органов брюшной полости лучше использовать альтернативный доступ. Катетеризация бедренной вены не является методикой выбора для мониторинга ЦВД, так как его показатели будут зависеть от внутрибрюшного давления. Достоверных показате-

лей ЦВД можно добиться лишь при введении в бедренную вену длинного катетера, кончик которого находится над уровнем диафрагмы.

**Анатомия.** Бедренная вена начинается от подкожного отверстия бедра и сопровождает бедренную артерию, заканчиваясь на уровне паховой складки, где она переходит в наружную подвздошную вену. В бедренном треугольнике бедренная вена лежит медиальнее артерии и занимает среднюю часть бедренного влагалища, располагаясь между артерией и бедренным каналом. Бедренный нерв лежит латеральнее артерии. Вена отделена от кожи поверхностной и глубокой фасциями.

**Подготовка к катетеризации и положение больного.** Отведите бедро и немного ротировать его кнаружи.

**Методика.** Идентифицируйте пульсацию бедренной артерии на 1-2 см ниже паховой складки. Введите иглу на 1 см медиальнее этой точки и направляйте иглу в краниальном направлении и медиально под углом 20-30° к коже. У взрослых вена располагается, как правило, на глубине 2-4 см от поверхности кожи. У маленьких детей вена лежит более поверхностно, поэтому угол наклона иглы целесообразно уменьшить до 10-15°.

**Осложнения.** Если иглу направляют латерально, возможны пункция бедренной артерии и повреждение бедренного нерва. Чаще, чем при других доступах, возникают инфекционные осложнения, поэтому катетер в бедренной вене не предназначен для длительного использования.

#### **Практические проблемы**

- **Не можете пропальпировать пульс на бедренной артерии.** Попробуйте пропальпировать пульс с противоположной стороны. Измерьте артериальное давление. Купируйте гипотензию и снова попытайтесь идентифицировать пульс. Если нельзя использовать другой доступ, попробуйте провести пробную пункцию бедренной вены тонкой небольшой (внутримышечной) иглой. Если пробная пункция получилась, пунктируйте бедренную вену обычной иглой рядом с местом пробной пункции. При пункции артерии зажмите пальцами место пункции и направьте иглу медиальнее.
- **Не можете найти вену:** Проверьте анатомические ориентиры. Помните, что можете сдавливать бедренную вену при пальпации бедренной артерии. Ослабьте давление на артерию, но оставьте пальцы на коже в ее проекции. Повторите попытку венепункции. Осторожно направьте иг-

лу чуть латеральнее, но постарайтесь не пунктировать артерию.

### Антекубитальные вены

Антекубитальные вены представляют наиболее безопасный венозный доступ. Для проведения в центральную вену используется катетер длиной 60 см. Хотя в локтевой ямке расположено несколько вен, предпочтительнее пунктировать те из них, которые расположены на ее медиальной стороне.

**Анатомия.** Венозная кровь оттекает от верхней конечности через основную и головную вены, связанные друг с другом системой коммуникантных вен (рис. 3).

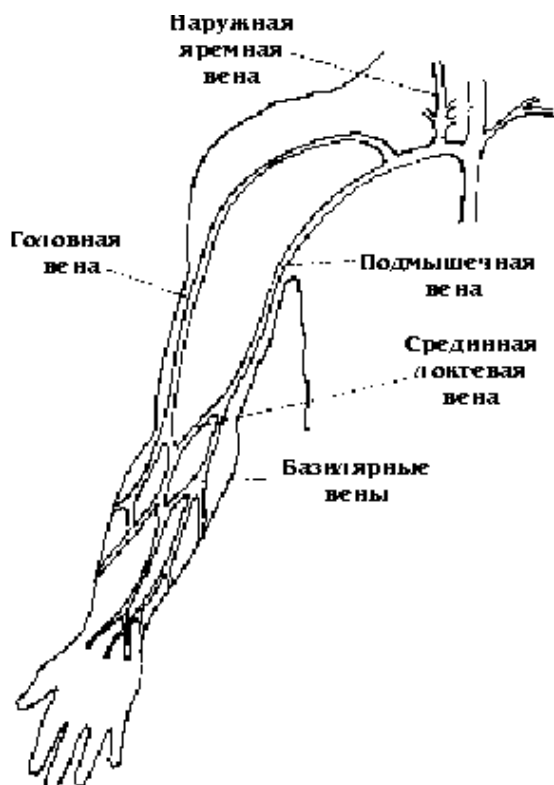


Рис. 3. Система вен верхней конечности

**Основная вена.** Проходит по руке вдоль медиальной поверхности предплечья, собирая кровь с медиальной части верхней конечности. В области локтя основная вена располагается спереди медиального надмышелка. На этом уровне в нее впадает средняя локтевая вена. В дальнейшем основная вена идет по медиальному краю плеча. В средней части плеча она проникает через глубокую фасцию и превращается в подмышечную вену, располагающуюся рядом с плечевой артерией.

**Головная вена.** Проходит по передне-медиальной части руки. На уровне локтя сообщается с основной веной посредством

средней локтевой вены. Затем головная вена поднимается вдоль боковой поверхности двуглавой мышцы плеча до нижней части большой грудной мышцы. Здесь она проникает через ключично-грудную фасцию и после этого идет под ключицей и впадает в подмышечную вену. В ряде случаев, головная вена может сообщаться с наружной яремной веной. В конечном отделе головная вена снабжена клапанами. Наличие клапанов и острый угол впадения в подмышечную вену часто затрудняют проведение катетера через головную вену.

**Срединная локтевая вена.** Срединная локтевая вена - крупная вена, исходящая из головной вены в нижней части локтевого сгиба, пересекающая его и впадающая в основную вену в верхней части локтевой ямки. Срединная локтевая вена собирает кровь от вен верхней части предплечья, которые также могут стать объектом катетеризации. Эта вена отделена от плечевой артерии утолщенной порцией глубокой фасции (апоневроз двуглавой мышцы плеча).

**Подготовка к катетеризации и положение больного.** Наложите жгут на верхнюю конечность для растяжения вен и выбора оптимальной вены для пункции.

Приоритет вен для пункции расположен в следующем порядке:

- Вена на медиальной стороне локтевой ямки - основная или срединная локтевая вены. Даже если эти вены не видны, как правило, они легко пальпируются.
- Вена на заднемедиальной части предплечья - ветвь основной вены. Для верификации вены при пункции необходима ротация руки.
- Головная вена.

Пациент лежит на спине, рука отведена от туловища на  $45^\circ$ , голова повернута в сторону оператора (последнее предотвращает попадание катетера во внутреннюю яремную вену на стороне пункции).

**Методика.** Встаньте со стороны той конечности, где предполагается пункция вены. Определите длину катетера, которая необходима для того, чтобы он достиг верхней полой вены. Пунктируйте вену канюлей, удалите иглу и введите катетер на небольшое расстояние (2-4 см у взрослых, 1-2 см у детей). Снимите конечности жгут. Проводите катетер на необходимое расстояние.

**Осложнения.** Если диаметр катетера меньше диаметра иглы, использованной для пункции вены, может возникнуть местное кровотечение. Надавите на место вкола через стерильную салфетку.

Таблица 5. Схематическая интерпретация показателей ЦВД на фоне гипотензии

Значения ЦВД	Другие возможные симптомы	Предполагаемый диагноз	Лечение
<b>Низкие</b>	Тахикардия Нормальное АД или гипотензия Снижение диуреза Пониженное наполнение капилляров	Гиповолемия	Инфузионная нагрузка* до стабилизации ЦВД. При росте ЦВД, но сохраняющихся гипотензии и снижении диуреза - инотропы.
<b>Низкие, или нормальные, или высокие</b>	Тахикардия Признаки инфекции Гипертермия Вазодилатация/ вазоконстрикция	Сепсис	Инфузионная нагрузка (см. выше), инотропы или вазопрессоры.
<b>Нормальные</b>	Тахикардия Снижение диуреза Пониженное наполнение капилляров	Гиповолемия	Инфузионная нагрузка (см. выше). Веноконстрикция может поддерживать нормальное ЦВД.
<b>Высокие</b>	Одностороннее проведение дыхания Асимметрия грудной клетки Коробочный звук при перкуссии Смещение трахеи	Напряженный пневмоторакс	Плевральная пункция и дренирование
<b>Высокие</b>	Тахикардия Одышка Третий тон сердца Розовая пенная мокрота Отеки	Сердечная недостаточность	Кислород, диуретики, положение полусидя, возможно - инотропы.
<b>Очень высокие</b>	Гепатомегалия Тахикардия Приглушенные тоны сердца	Тампонада сердца	Пункция и дренирование полости перикарда

\* Инфузионная нагрузка. При гипотензии на фоне нормальных значений ЦВД назначают пробу с инфузионной нагрузкой - болюсное введение 250-500 мл внутривенного раствора. В ее ходе оценивают ЦВД, АД, ЧСС, диурез и наполнение капилляров. При необходимости, нагрузочную пробу проводят повторно до нормализации остальных параметров гемодинамики или до того момента, когда ЦВД начинает превышать свои нормальные значения. На фоне острой кровопотери, кроме инфузии коллоидных и кристаллоидных растворов, требуется гемотрансфузия. Среди кристаллоидов предпочтение отдается раствору Рингера и физраствору (при диарее, кишечной непроходимости, рвоте, ожогах и др.).

### Практические проблемы

- **Катетер не проходит до верхней полой вены:** Не форсируйте продвижение катетера. Если вы используете методику "катетер через иглу" и уверены, что катетер расположен в вене, извлеките иглу из вены и сдвиньте ее к проксимальному концу катетера. Этот прием позволяет свободно

манипулировать катетером без риска срезания его частей. Попробуйте провести катетер, поворачивая его вокруг оси или на фоне промывания физраствором. Измените положение руки пациента.

### Уход за катетером в центральной вене

- Соблюдайте правила асептики при установке катетера, введении в него различ-

ных растворов и смене внутривенных магистралей.

- Место входа катетера в кожу должно быть закрыто стерильной сухой салфеткой.
- Убедитесь, что катетер хорошо закреплен, и ему не грозит дислокация (смещение катетера повышает риск инфекционных осложнений и тромбообразования).
- При возникновении признаков инфекционных осложнений смените катетер.
- Удалите катетер сразу, когда отпадет в нем необходимость. Чем дольше катетер стоит в вене, тем выше риск сепсиса и тромботических осложнений.
- В целях уменьшения риска тромбоза и катетер-зависимого сепсиса некоторые авторы рекомендуют смену катетера каждые 7 дней. Тем не менее, при соблюдении правил асептики и отсутствии признаков воспаления и сепсиса эта позиция может быть оспорена. Рутинная замена катетера, не основанная на клинической необходимости, ведет к необоснованному увеличению количества повторных канюляций и потенциальных осложнений, что несет для пациента дополнительный риск.

### Центральное венозное давление - что это такое?

Кровь из вен большого круга кровообращения попадает в правое предсердие. Давление в правом предсердии и является центральным венозным давлением (ЦВД). ЦВД определяется функцией правых отделов сердца и дав-

лением венозной крови в полую вену. В норме увеличение венозного возврата ведет к повышению сердечного выброса без значительных изменений венозного давления. Тем не менее, при нарушении функции правого желудочка или при обструкции легочного кровотока ЦВД резко возрастает. Кровопотеря или вазодилатация, напротив, приводят к снижению венозного возврата и падению ЦВД.

ЦВД часто используют для оценки функции системы кровообращения, в первую очередь, функции сердца и объема циркулирующей крови (ОЦК). К сожалению, ЦВД не отражает напрямую эти параметры, но, в комплексе с остальными симптомами, этот показатель может быть достаточно информативным. Как известно, доставка крови в большом круге кровообращения зависит от функции левого желудочка. При нормальной функции сердца ЦВД коррелирует с показателями давления в левом предсердии, однако, при сердечной недостаточности функции левых и правых отделов нарушаются в разной степени. Эта ситуация может быть оценена клинически лишь путем катетеризации легочной артерии и измерения давления заклинивания легочных капилляров (см. ниже).

### Показания к измерению ЦВД

- Гипотензия, рефрактерная к общепринятой терапии
- Прогрессирующая гиповолемия в результате выраженных водно-электролитных нарушений

Таблица 6.

Ситуация	Эффект на ЦВД
Легочная эмболия	Повышение легочного сосудистого сопротивления, однако, функция левых отделов сердца и давление в них могут находиться в пределах нормы. Для обеспечения адекватного возврата крови к левым отделам может потребоваться более высокий, чем обычно, уровень ЦВД.
Высокое внутригрудное давление	Повышение легочного венозного давления и нагрузки на правые отделы сердца.
Левожелудочковая недостаточность	Первоначально ЦВД может быть нормальным, но при прогрессировании левожелудочковой недостаточности нарастает и ЦВД.
Констриктивные заболевания перикарда	Парадоксальное повышение ЦВД на вдохе и снижение на выдохе (в норме - противоположная ситуация). Абсолютный уровень ЦВД будет выше в результате нарушенного наполнения сердца.
Блокирована ватная пробка на вершине манометра	Жидкость в магистрали не совершает поступательных движений.
Полная блокада сердца	"Пушечные" волны на кривой ЦВД - пульсирующий элемент волны: сокращение предсердия против закрытого трехстворчатого клапана посылает возвратную волну назад в верхнюю полую вену.
Стеноз/недостаточность трехстворчатого клапана	Среднее значение ЦВД может повышаться.



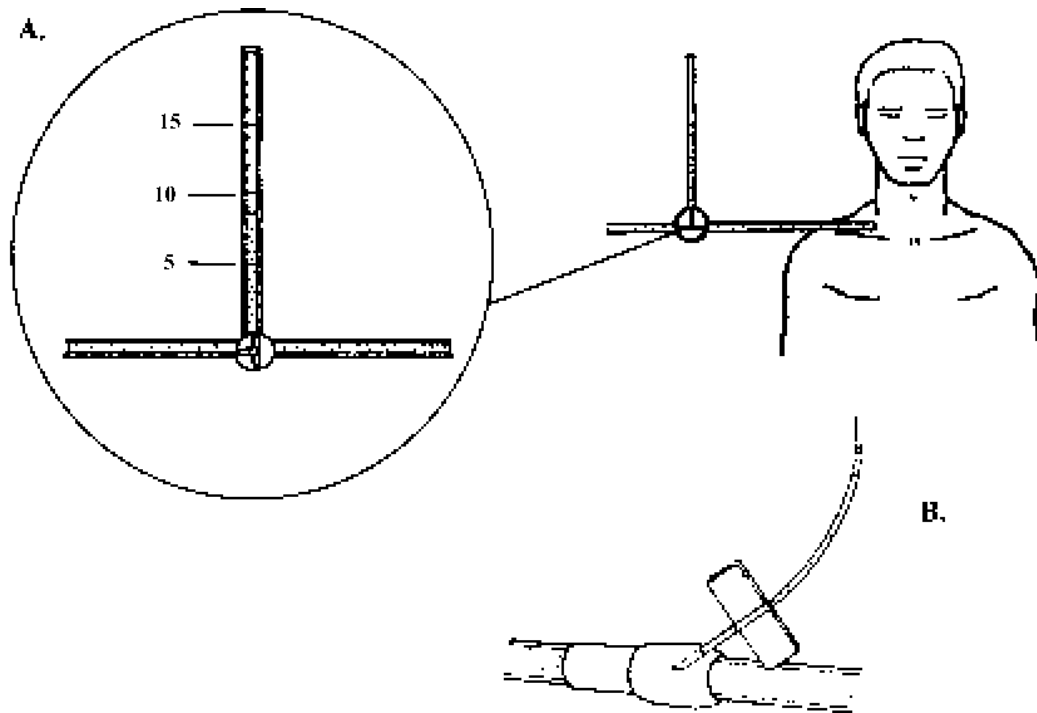


Рис. 4. А – измерение центрального венозного давления манометром с физраствором и трехходовым краном. В – измерение ЦВД с помощью иглы-бабочки, введенной в резиновую часть стандартной инфузионной системы.

- Инотропная/вазопрессорная поддержка

#### Как измерить ЦВД

ЦВД можно измерить, используя манометр, заполненный внутривенным раствором и соединенный с катетером в центральной вене. Перед измерением необходимо "обнуление" на уровне правого предсердия, примерно по средней подмышечной линии в четвертом межреберье в положении больного на спине. Повторные измерения должны осуществляться в том же положении; точка "обнуления" маркируется крестиком на коже больного. Проверьте проходимость катетера, возможность введения в него растворов и забора из катетера крови. Откройте трехходовой краник и заполните физраствором соединительные магистрали. Исключите наличие обструкции на различных участках системы. Проверьте, не заблокирована ли и не намочла ли ватная заглушка на вершине манометра. Поверните краник таким образом, чтобы катетер сообщался с манометром. Уровень жидкости в манометре соответствует ЦВД и измеряется в см водного столба (см вод. ст.). Мениск жидкости колеблется во время дыхания и может слегка пульсировать, поэтому необходимо фиксировать средние значения этого показателя. Альтернативным вариантом измерения ЦВД может служить игла типа "бабочка", которая вводится в

прилегающую к катетеру часть системы для внутривенных вливаний (рис. 4). Этот участок изготовлен из резины и используется в качестве инъекционного порта. В условиях отделения реанимации и в операционной измерение ЦВД производится, как правило, с помощью электронного трансдюсера, позволяющего мониторировать на дисплее показатели и форму кривой ЦВД. На мониторе ЦВД регистрируется в мм ртутного столба (mmHg). Единицы измерения ЦВД можно легко соотносить друг с другом, зная, что 10 см вод. ст. соответствуют 7,5 mmHg или 1 кПа.

#### Интерпретация ЦВД

Как уже было указано ранее, ЦВД не отражает состояние ОЦК напрямую и зависит от функции правых отделов сердца, венозного возврата, податливости правых отделов, внутригрудного давления и положения пациента. Кроме ЦВД, необходимо учитывать и другие параметры функции сердца и водного баланса (пульс, АД, диурез и др.). Наиболее важными с клинической точки зрения являются не абсолютные значения этих показателей, а их динамика в ходе проводимой терапии. Нормальные величины ЦВД составляют 5-10 см вод. ст.; при ИВЛ они возрастают еще на 3-5 см вод. ст. Даже на фоне гиповолемии значения ЦВД могут находиться в пределах нормы

за счет венoкoнcтpукции. Схематическая интерпретация показателей ЦВД представлена в табл. 5.

### **Клинические примеры интерпретации показателей ЦВД**

1. Женщина 20 лет с массивным послеродовым кровотечением. Несмотря на начатую инфузионную терапию, сохранялась гипотензия, рефрактерная к увеличению объема инфузии. Начат мониторинг ЦВД. Гемодинамические показатели: ЧСС 130 уд/мин, АД 90/70 mmHg, ЦВД +1 см вод. ст. Значение ЦВД подтверждает сохраняющуюся гиповолемию. После дальнейшего увеличения темпов инфузионной терапии уменьшилась тахикардия; показатели АД и ЦВД нормализовались.
2. Мужчина 32 лет с повреждением грудной клетки и нижних конечностей, пострадавший в дорожно-транспортном происшествии. При поступлении выявлен правосторонний пневмоторакс. Плевральная полость дренирована. На этом фоне достигнуто улучшение функции внешнего дыхания, однако, несмотря на инфузионную нагрузку, сохранялась гипотензия. После начала мониторинга ЦВД зарегистрированы следующие гемодинамические показатели: ЧСС 120 уд/мин, АД 90/60 mmHg, ЦВД +15 см вод. ст. Набухание вен шеи также свидетельствовало о высоком ЦВД. Произведена повторная оценка клинических данных, выявлен напряженный пневмоторакс слева. После дренирования левой плевральной полости состояние улучшилось.
3. Мужчина 19 лет поступил с инфицированной раной нижней конечности. ЧСС 135 уд/мин, АД 80/30 mmHg, ЦВД +7 см вод. ст., гипердинамический тип кровообращения. Тахикардия и гипотензия оказались рефрактерны к инфузионной нагрузке; начата инотропная терапия. В данном случае, гипотензия обусловлена наличием септицемии.

### **Почему показатели ЦВД могут оказаться ненадежными?**

Использование показателей ЦВД для оценки функции сердца и ОЦК основывается на предположении, что у больного отсутствуют дисфункция правого желудочка и легочная гипертензия. В табл. 6 перечислены некоторые ситуации, при которых интерпретация ЦВД затруднена.

### **Удаление катетера**

Снимите с катетера защитную повязку и удалите швы. Попросите пациента сделать вдох и

полностью выдохнуть. На момент задержки дыхания удалите катетер и осуществляйте компрессию места пункции не менее 5 мин. При удалении катетера не следует использовать избыточного усилия. Если при извлечении катетера возникли проблемы, постарайтесь покрутить его и, таким образом, постепенно извлечь. Если проблемы с удалением катетера сохраняются, накройте его стерильной повязкой и позовите на помощь более опытного коллегу.

### **Катетеризация легочной артерии катетером Сван-Ганца**

Катетер Сван-Ганца представляет собой катетер для центральной вены с небольшим надувным баллоном на конце. Катетер вводится в центральную вену и, в дальнейшем, заплывает с помощью баллончика в правое предсердие, правый желудочек и легочную артерию. Положение катетера при его продвижении может быть установлено путем оценки формы кривой и значений давления на различных участках сосудистого русла. В правильной позиции, в надутом состоянии баллон окклюзирует одну из ветвей легочной артерии, что позволяет измерить давление дистальнее места окклюзии (давление окклюзии легочной артерии или давление "заклинивания", так как баллончик заклинивается в артерии). При надутом баллоне, между кончиком катетера и левым предсердием возникает постоянный столб жидкости. Величина давления заклинивания, таким образом, не зависит от функции клапанов сердца или патологии со стороны легких. В связи с этим, по сравнению с ЦВД, давление заклинивания позволяет более точно оценить венозный возврат к левым отделам сердца. Однако, этот метод является более инвазивным и дорогостоящим. Более того, катетеризация легочной артерии требует более высокой квалификации оператора и сопровождается более высоким количеством осложнений.

Катетеризация легочной артерии используется, как правило, у больных с патологией клапанного аппарата сердца, правожелудочковой недостаточностью и заболеваниями легких, то есть в тех ситуациях, когда ЦВД недостоверно отражает изменения давления в левом предсердии. При использовании специального компьютера с помощью катетера Сван-Ганца можно рассчитать сердечный выброс методом термодилуции. Это позволяет в значительной степени облегчить правильный выбор терапии у многих больных. Тем не менее, пока не получено результатов, подтверждающих, что катетеризация легочной артерии может дос-

товерно улучшить клинический исход (см. список литературы).

### Литература

Handbook of Percutaneous Central Venous Catheterisation. Rosen M, Latto IP, ShangNgW. WB Saunders Company Ltd. 1981

Watters DA, Wilson IH. The practice of central venous pressure monitoring in the tropics. *Tropical Doctor* 1990; 20(2): 56-60  
Connors AF et al. The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients. *JAMA* 1996; 276(11):889-97

## АНАФИЛАКСИЯ

*М. Кристофер, А. Иммануэл, В. Чериан, Р. Якоб (Веллор, Индия)*

Анафилактической реакцией или анафилаксией называют воспалительный иммунологический ответ организма на вещество, к которому уже была сформирована индивидуальная чувствительность. При контакте пациента с таким веществом базофилами и мастоцитами вырабатываются гистамин, серотонин, триптаза и другие биологические активные субстанции. Анафилактоидные реакции клинически абсолютно сходны с анафилактическими, но возникают при прямом контакте с лекарствами или веществами, к которым организм еще не сенсибилизирован антителами IgE.

Непосредственный выброс небольшого количества гистамина обычно наблюдается при использовании таких лекарственных препаратов, как морфин и недеполяризующие миорелаксанты (тубокурарин, алкурониум и атракуриум). Клинические проявления обычно незначительны, представляют собой крапивницу (покраснение кожи с припухлостью) в основном по ходу вены, покраснение лица и иногда умеренную гипотензию.

Любые лекарственные препараты потенциально могут вызвать аллергическую реакцию, но в анестезиологической практике это стандартные средства: тиопентал, суксаметониум, недеполяризующие миорелаксанты, местные анестетики эфирного ряда, антибиотики, плазмозэспандеры (декстраны, крахмал и желатин) и латекс.

### Клинические проявления анафилаксии

Самые частые изменения клинического состояния наблюдаются со стороны сердечно-сосудистой системы. Не все симптомы можно встретить в каждом случае анафилаксии, некоторые из них более постоянны, чем остальные. По тяжести клинические проявления могут широко варьировать от незначительных до угрожающих жизни состояний. У пациента в сознании можно выявить много симптомов, диагностика анафилаксии у пациента во время анестезии представляется более сложной.

Подозрение на анафилаксию во время анестезии возникает при внезапном появлении у пациента гипотензии или бронхоспазма, осо-

бенно, когда это требует коррекции с помощью инфузионной и лекарственной терапии. Латексная аллергия может развиваться отсроченно, иногда через 60 минут от начала инфузии.

- **Сердечно-сосудистая система.** Гипотензия и циркуляторный коллапс. Тахикардия, аритмии, на ЭКГ – ишемические изменения миокарда. Остановка кровообращения.
- **Система дыхания.** Отек надгортанника, языка, дыхательных путей могут привести к развитию стридора и обструкции. Тяжелый бронхоспазм.
- **Желудочно-кишечный тракт.** Могут наблюдаться боли в животе, диаррея или рвота.
- **Гематология.** Коагулопатия
- **Кожные проявления.** Покраснение лица, эритема, крапивница.

### Лечебная тактика

*Неотложные мероприятия по коррекции тяжелых реакций*

- Прекратить введение подозрительного вещества и призвать на помощь коллег.
- Следовать алгоритму ABC реанимационных мероприятий.
- Адреналин – наиболее приемлемый препарат неотложной помощи, так как он эффективен как при циркуляторном коллапсе, так и при бронхоспазме.

*А – Дыхательные пути и адреналин*

- Поддержание проходимости дыхательных путей и ингаляция 100% кислорода.
- Адреналин. При имеющемся венозном доступе вводится 0,5-1,0 мл в разведении 1:10.000. При необходимости – повторное введение. Альтернативный вариант: 0,5-1,0 мг в/м (0,5-1,0 мл раствора в разведении 1:1000) каждые 10 минут при необходимости.

*В – Дыхание*

товерно улучшить клинический исход (см. список литературы).

### Литература

Handbook of Percutaneous Central Venous Catheterisation. Rosen M, Latto IP, ShangNgW. WB Saunders Company Ltd. 1981

Watters DA, Wilson IH. The practice of central venous pressure monitoring in the tropics. *Tropical Doctor* 1990; 20(2): 56-60  
Connors AF et al. The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients. *JAMA* 1996; 276(11):889-97

## АНАФИЛАКСИЯ

*М. Кристофер, А. Иммануэл, В. Чериан, Р. Якоб (Веллор, Индия)*

Анафилактической реакцией или анафилаксией называют воспалительный иммунологический ответ организма на вещество, к которому уже была сформирована индивидуальная чувствительность. При контакте пациента с таким веществом базофилами и мастоцитами вырабатываются гистамин, серотонин, триптаза и другие биологические активные субстанции. Анафилактоидные реакции клинически абсолютно сходны с анафилактическими, но возникают при прямом контакте с лекарствами или веществами, к которым организм еще не сенсибилизирован антителами IgE.

Непосредственный выброс небольшого количества гистамина обычно наблюдается при использовании таких лекарственных препаратов, как морфин и недеполяризующие миорелаксанты (тубокурарин, алкурониум и атракуриум). Клинические проявления обычно незначительны, представляют собой крапивницу (покраснение кожи с припухлостью) в основном по ходу вены, покраснение лица и иногда умеренную гипотензию.

Любые лекарственные препараты потенциально могут вызвать аллергическую реакцию, но в анестезиологической практике это стандартные средства: тиопентал, суксаметониум, недеполяризующие миорелаксанты, местные анестетики эфирного ряда, антибиотики, плазмозэспандеры (декстраны, крахмал и желатин) и латекс.

### Клинические проявления анафилаксии

Самые частые изменения клинического состояния наблюдаются со стороны сердечно-сосудистой системы. Не все симптомы можно встретить в каждом случае анафилаксии, некоторые из них более постоянны, чем остальные. По тяжести клинические проявления могут широко варьировать от незначительных до угрожающих жизни состояний. У пациента в сознании можно выявить много симптомов, диагностика анафилаксии у пациента во время анестезии представляется более сложной.

Подозрение на анафилаксию во время анестезии возникает при внезапном появлении у пациента гипотензии или бронхоспазма, осо-

бенно, когда это требует коррекции с помощью инфузионной и лекарственной терапии. Латексная аллергия может развиваться отсроченно, иногда через 60 минут от начала инфузии.

- **Сердечно-сосудистая система.** Гипотензия и циркуляторный коллапс. Тахикардия, аритмии, на ЭКГ – ишемические изменения миокарда. Остановка кровообращения.
- **Система дыхания.** Отек надгортанника, языка, дыхательных путей могут привести к развитию стридора и обструкции. Тяжелый бронхоспазм.
- **Желудочно-кишечный тракт.** Могут наблюдаться боли в животе, диаррея или рвота.
- **Гематология.** Коагулопатия
- **Кожные проявления.** Покраснение лица, эритема, крапивница.

### Лечебная тактика

*Неотложные мероприятия по коррекции тяжелых реакций*

- Прекратить введение подозрительного вещества и призвать на помощь коллег.
- Следовать алгоритму ABC реанимационных мероприятий.
- Адреналин – наиболее приемлемый препарат неотложной помощи, так как он эффективен как при циркуляторном коллапсе, так и при бронхоспазме.

*A – Дыхательные пути и адреналин*

- Поддержание проходимости дыхательных путей и ингаляция 100% кислорода.
- Адреналин. При имеющемся венозном доступе вводится 0,5-1,0 мл в разведении 1:10.000. При необходимости – повторное введение. Альтернативный вариант: 0,5-1,0 мг в/м (0,5-1,0 мл раствора в разведении 1:1000) каждые 10 минут при необходимости.

*B – Дыхание*

- Убедитесь в адекватности дыхания. Могут потребоваться интубация и искусственная вентиляция легких.
- Адреналин купирует явления бронхоспазма и отека верхних дыхательных путей.
- Небулайзерная ингаляция бронходилататоров (например, сальбутамол 5мг) или в/в введение аминофиллина при некупируемом бронхоспазме (5мг/кг в/в с последующей перфузией в дозе 0,5мг/кг/час).

### *C – Циркуляция*

- Оценить состояние гемодинамики. При подтвержденной остановке кровообращения начать реанимационные мероприятия.
- Адреналин – наиболее приемлемый препарат для коррекции гипотензии.
- Установить 1 или 2 широкие в/в канюли и начать быстрое введение физиологического раствора. Могут потребоваться растворы коллоидов (несмотря даже на подозрение, что именно они могли стать причиной анафилаксии).
- Увеличение венозного возврата может быть дополнено поднятием ног или опусканием головы пациента.
- Если пациент остается гемодинамически нестабилен после введения в/в растворов и адреналина – повторите введение адреналина или инфузию (5мг в 50 мл физиологического раствора или 5% глюкозы инфузионным насосом или 5мг в 500мл физиологического раствора или 5% глюкозы в/в капельно). Бесконтрольное введение адреналина и инфузионных растворов может привести к опасным нарушениям артериального давления и возникновению аритмий. Вводите лекарственные препараты осторожно, оценивая появление ожидаемого эффекта до возможного повторного введения. Попробуйте получить возможность мониторинга ЭКГ, артериального давления и пульсоксиметрии.

Дозы адреналина для в/м введения у детей

> 5 лет	0,5мл 1:1000
4 года	0,4мл 1:1000
3 года	0,3мл 1:1000
2 года	0,2мл 1:1000
1 год	0,1мл 1:1000

### *Дальнейшая тактика*

- Антигистаминные препараты. H<sub>1</sub>-блокаторы, например, хлорфенирамин (10 мг в/в) и H<sub>2</sub>-блокаторы – ранитидин (50 мг в/в медленно) или циметидин (200 мг в/в медленно).
- Кортикостероиды. Гидрокортизон 200 мг в/в со скоростью 100-200 мг каждые 4-6 часов. Стероиды начнут действовать через несколько часов.
- Принять решение о необходимости прекратить оперативное вмешательство.
- Перевести пациента в блок интенсивной терапии для дальнейшего наблюдения и лечения. Анафилактическая реакция может быть купирована в течение нескольких часов и за пациентом в это время необходимо интенсивное наблюдение.

### *Менее тяжелые реакции*

Анафилаксия иногда проявляется в виде менее тяжелых, не угрожающих жизни состояний. Комплекс лечебных мероприятий (оценка состояния и ABC) – тот же, но в/в введение адреналина может не потребоваться. Для коррекции гипотензии могут оказаться эффективными эфедрин, метоксамин и инфузионная терапия. Если состояние пациента ухудшается, всегда используйте адреналин.

### *Диагностические исследования*

Диагноз устанавливается на основе клинического наблюдения, хотя может оказаться невозможным определить, какой точно агент спровоцировал анафилаксию. Выполните точную запись последовательного введения лекарственных препаратов и предупредите об этом пациента и его лечащего врача. Если пациент настаивает на проведение анестезии в будущем, то исключите подозреваемые в анафилаксии лекарственные препараты. В некоторых специализированных лабораториях можно исследовать содержание триптазы (продукт распада гистамина), что подтвердит диагноз анафилаксии. Забор крови осуществляют в стеклянную пробирку в течение первых 60 минут после начала реакции. Однако возможность выполнить такой тест малодоступна.