

Анестезия в торакальной хирургии

Ст. преподаватель кафедры к.м.н. Тхоревский А.В.

Спектр оперативных вмешательств в торакальной анестезиологии

```
graph TD; A[Спектр оперативных вмешательств в торакальной анестезиологии] --> B[Плановые]; A --> C[Экстренные];
```

Плановые

- Операции на легких (пневмонэктомия, резекция легких, экстраплевральная пневмонэктомия)
- Операции на трахеи
- (резекция и/или реконструкция, стентирование)
- Операции на пищеводе
- Медиастиноскопия
- Операции на переднем средостении

Экстренные

ПРИНЦИПЫ ТОРАКАЛЬНОЙ АНЕСТЕЗИИ

Идеальным вариантом анестезиологического пособия для обеспечения хирургического вмешательства, включающего торакотомию, является общая анестезия с использованием миорелаксантов и управляемой ИВЛ.

В настоящее время основная тенденция – использование комбинированной грудной эпидуральной и общей анестезии в торакальной хирургии

Проблемы

1. **Заболевание органов дыхания.** Многие торакальные операции выполняются у пациентов с низкими резервными и компенсаторными возможностями органов дыхания. Они обязательно должны быть оценены до операции.
2. **Сердечно-сосудистые заболевания** также часто встречаются у пациентов с торакальной патологией. Обычно это артериопатии с ишемическими заболеваниями сердца (или без него).

Цели анестезии

1. Избежать опиоидной депрессии дыхания.
2. Выбрать адекватный режим вентиляции в соответствии с операцией, который позволил бы в послеоперационный период перевести больного на спонтанное дыхание как можно раньше.
3. Обеспечить адекватную послеоперационную анальгезию, позволяющую выполнять глубокие экскурсии грудной клетки и эффективно кашлять.

Основная главная цель:



Обеспечение

- адекватного «внешнего дыхания»
- адекватный транспорт газов кровью
 - адекватное тканевое дыхание

Клеточное дыхание

Главная функция легких — обеспечение газообмена между венозной кровью и вдыхаемым воздухом.

Необходимость газообмена обусловлена аэробным характером клеточного метаболизма, что требует непрерывного поступления в организм кислорода и выведения углекислого газа.

При окислении одной молекулы глюкозы образуется 38 молекул АТФ. Энергия, аккумулированная в АТФ, используется для работы ионных насосов, мышечного сокращения, синтеза белка или клеточной секреции; в этих процессах вновь образуется АДФ:

$$\text{АТФ} \rightarrow \text{АДФ} + \text{Ф} + \text{Энергия}.$$

АТФ не может запасаться. Она должна постоянно синтезироваться, что требует непрерывной доставки метаболитических субстратов и кислорода к клеткам.

ВЛИЯНИЕ АНЕСТЕЗИИ НА КЛЕТОЧНЫЙ МЕТАБОЛИЗМ

- Общая анестезия уменьшает объемы поглощенного O_2 (V_{O_2}) и образовавшегося CO_2 (V_{CO_2}) приблизительно на 15 %.
- Помимо того, образование углекислого газа и поглощение кислорода дополнительно снижаются за счет гипотермии .
 - В наибольшей степени уменьшается потребление кислорода в головном мозге и сердце.

Влияние анестезии на адекватное «внешнее дыхание»

Искусственная вентиляция легких - создается перемежающееся положительное давление в верхних дыхательных путях.

- Во время вдоха газ входит в альвеолы до тех пор, пока давление в альвеолах не сравняется с давлением в верхних дыхательных путях. Во время выдоха положительное давление в дыхательных путях исчезает или уменьшается; градиент меняет направление, заставляя газ выходить из альвеол.
- При самостоятельном дыхании градиенты давления возникают вслед за изменением внутригрудного давления; во время ИВЛ их наличие обеспечивает перемежающееся положительное давление в верхних дыхательных путях.

Влияние анестезии на дыхание имеет сложный характер и зависит как от изменения положения тела, так и от вида анестетика.

Когда пациент из положения стоя или сидя принимает положение лежа, то роль межреберных мышц в акте дыхания уменьшается и начинает преобладать брюшное дыхание.

При переходе из вертикального положения в горизонтальное диафрагма смещается на 4 см краниальнее, что делает ее сокращения более эффективными.

Аналогично, в положении больного на боку лучше вентилируется нижерасположенное легкое, так как соответствующая ему половина диафрагмы находится выше (по отношению к продольной оси тела) противоположной.

Поверхностная анестезия часто приводит к нарушению ритма и задержке дыхания.

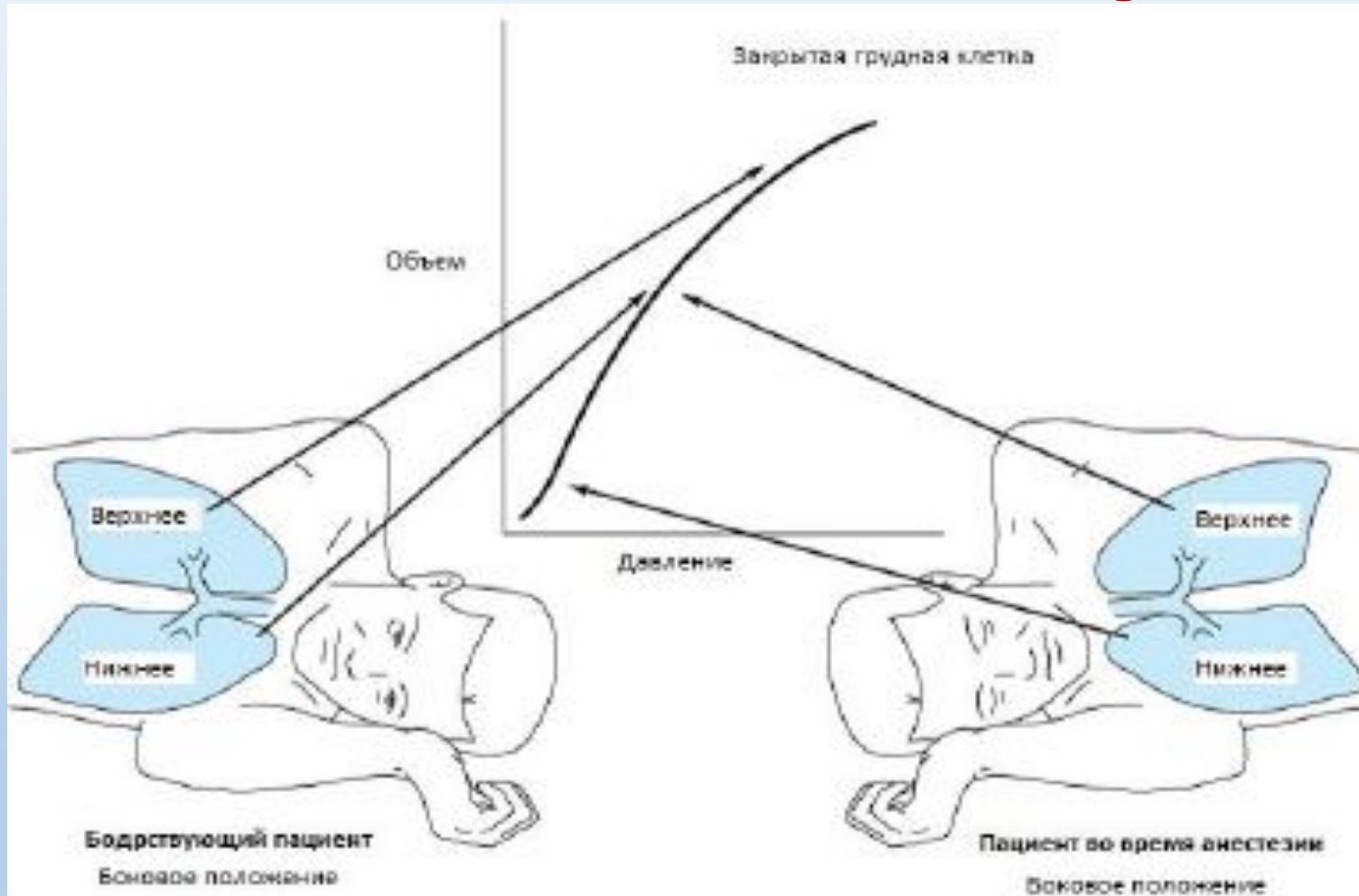
По мере углубления анестезии дыхание нормализуется. При использовании ингаляционных анестетиков дыхание становится учащенным и поверхностным.

Закись азота и наркотические анальгетики сопряжены с медленным и глубоким дыханием.

Индукция анестезии активизирует мышцы выдоха, вследствие чего выдох становится активным. (при операциях на органах брюшной полости требуется релаксация).

Может изменяться и активность мышц вдоха. При использовании изофлюрана (< 1 МАК), метогекситала и кетамина преобладание брюшного типа дыхания над грудным выражено слабее, чем при применении других

Влияние укладки



- Верхнее (независимое) легкое более растяжимо чем нижерасположенное (вентиляция лучше в верхнем легком)
- Нижнее (зависимое) легкое перфузируется больше чем верхнее

В связи с потерей венозного сосудистого тонуса под наркозом можно наблюдать гипотензию при повороте пациента или из положения на боку.

Все катетеры и датчики должны быть закреплены во время изменения положения, и их функция проверена после укладки.

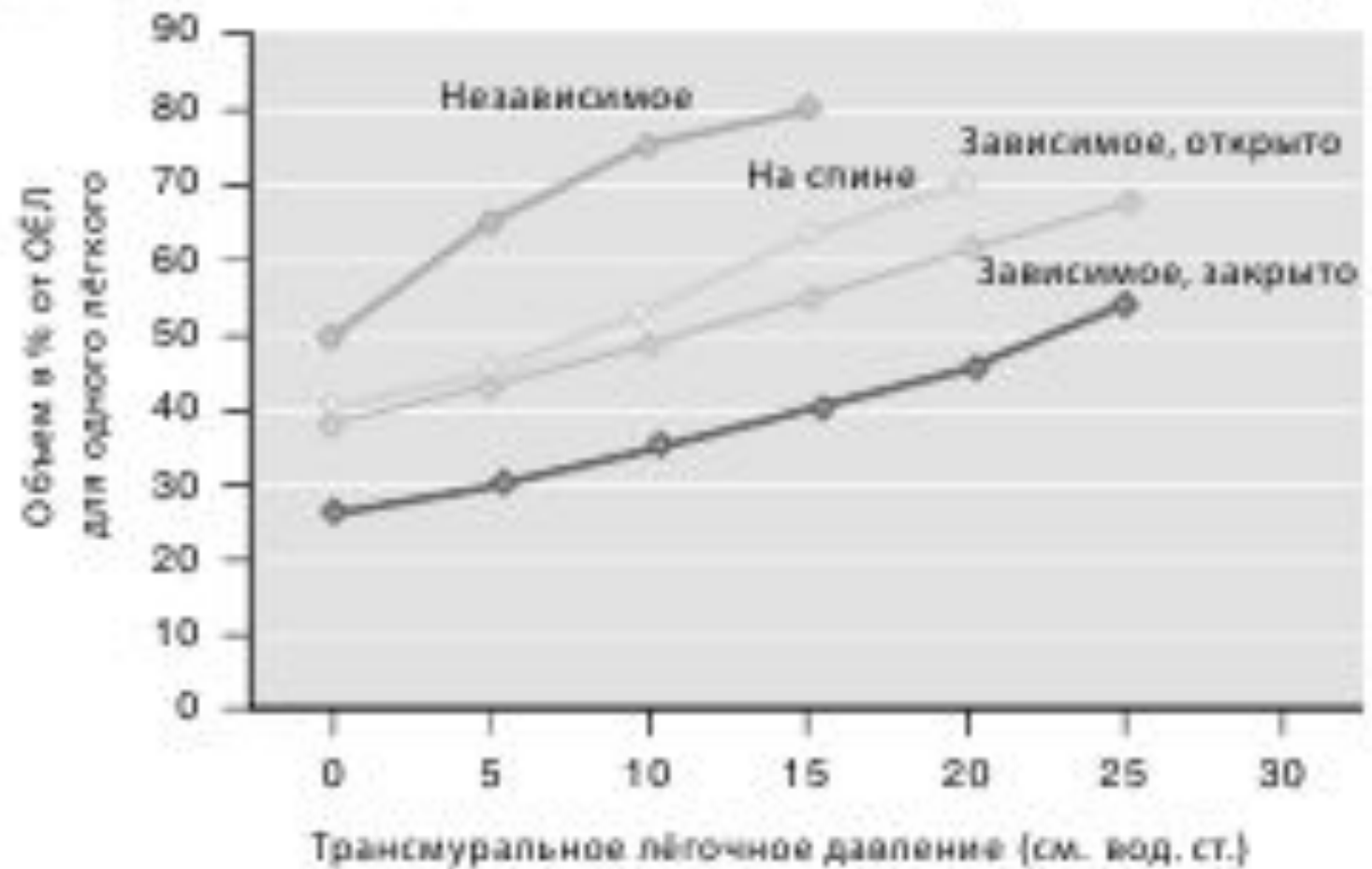
Анестезиолог должен взять на себя ответственность за голову, шею и дыхательные пути во время изменения положения и быть лидером операционного персонала, руководя укладкой.

Полезно сделать начальное «с головы до ног» обследование пациента после индукции и интубации, проверяя оксигенацию, вентиляцию, гемодинамику, катетеры, датчики и потенциальные травмы нервов.

Такое же обследование должно быть затем повторено после укладки. Почти невозможно избежать некоторого смещения ЭТ или бронхиальных блокаторов при укладке. Карина и средостение независимо смещаются при укладке, а это может привести к проксимальному сдвигу ранее правильно расположенной трубки.

Положение эндобронхиальной трубки/блокатора и адекватность вентиляции должны быть перепроверены с помощью аускультации и фибробронхоскопии

Физиологические изменения в положении на боку Вентиляция



Перфузия

Традиционно представлялось, что поворот пациента из положения на спине в положение на бок уменьшает кровоток в независимом легком из-за силы тяжести.

Предполагалось, что такое уменьшение составляет примерно 10% от общего объема легочного кровотока. Последующие исследования на животных привели к некоторому сомнению насчет влияния гравитации на распределение легочного кровотока.

Распределение легочного кровотока в различных положениях может быть в большей степени связано с присущими легочным сосудам анатомическими особенностями, чем с силой тяжести.

Во время анестезии согласование вентиляции и перфузии обычно уменьшено в положении на боку по сравнению с положением на спине.

Легочный артериовенозный шунт во время общей анестезии, как правило, увеличивается с примерно 5% в положении на спине до 10-15% в положении на боку.

Управление жидкостями

Из-за гидростатического эффекта чрезмерное использование инфузионных препаратов может привести к увеличению шунтирования и впоследствии привести к отеку зависимого легкого, особенно во время длительных операций.

Поскольку зависимое легкое – это легкое, где в основном происходит газообмен в течение ОЛВ, лучше всего быть благоразумным, насколько это возможно, с введением жидкости.

Внутривенные жидкости вводятся для возмещения дефицита объема и только в процессе анестезии при резекции легкого. Никакой объем не вводится для покрытия теоретических потерь в «третье пространство» во время торакотомии, поскольку нет достаточных доказательств, что такие потери в третье пространство происходят во время резекции легкого, как это случается в течение абдоминальных или других типах хирургических вмешательств. Общепринятое изречение – «не топить нижнее легкое».

Закись азота

Смесь закиси азота/кислорода (N₂O/O₂) более склонна вызывать ателектазы в слабо вентилируемых регионах легких, чем кислород сам по себе.

Использование смесей N₂O/O₂ связано с более высокой частотой рентгенографических ателектазов (51%) в зависимом легком после торакотомии, чем при использовании смеси воздух/кислород (24%).

Закись азота также имеет тенденцию к увеличению давления в легочной артерии у пациентов с легочной и противопоказана пациентам с субплевральными воздушными пузырями или буллами.

По этим причинам N₂O обычно избегают применять в анестезии в торакальной хирургии.

Температура

Поддержание температуры тела может быть проблемой во время торакальной хирургии из-за потери тепла при открытом пневмотораксе.

Эта проблема особенно актуальна при крайних значениях возрастного спектра.

Большинство физиологических функций организма блокируются при гипотермии.

Увеличение температуры в помещении, подогреватели жидкости, а также использование приточно-воздушных обогревателей нижней или верхней частей тела пациента (или обеих) являются наилучшими способами для предотвращения непреднамеренной интраоперационной гипотермии.

Предупреждение бронхоспазма

Из-за высокой частоты сопутствующих реактивных заболеваний дыхательных путей в торакальной анестезии целесообразно применять анестезию, которая уменьшает бронхиальную раздражительность.

Это особенно важно, потому что дополнительные манипуляции в дыхательных путях в связи с установкой ДЭТ или бронхиального блокатора являются мощным триггером бронхоспазма.

Принципы обезболивания такие же, как для любого пациента с астмой: избегать манипуляций в дыхательных путях при поверхностной анестезии пациента, использовать бронхолитические анестетики и избегать препаратов, которые высвобождают гистамин. При использовании для внутривенной индукции анестезии пропофола или кетамина можно ожидать уменьшения бронхоспазма. Такое преимущество не замечено при внутривенной индукции барбитуратами, опиоидами, бензодиазепинами или этомидатом. Поддержание анестезии пропофолом и/или любым летучим анестетиком будет уменьшать реактивность бронхов. Севофлуран – самый мощный бронхолитик из летучих анестетиков.

Патология коронарных артерий

Так как пациенты с резекцией легкого в основном пожилые люди и курильщики, то среди них наблюдается высокий уровень сопутствующей патологии коронарных артерий.

Это соображение будет основным фактором в выборе техники анестезии для большинства торакальных пациентов. Анестезиологическое пособие должно оптимизировать соотношение спроса/предложения миокарда в кислороде, поддерживая артериальную оксигенацию и диастолическое артериальное давление, избегая при этом ненужного увеличения сердечного выброса и частоты сердечных сокращений. Грудная эпидуральная анестезия/аналгезия может помочь в этом

На величину ФОЕ влияют следующие факторы

- Антропометрические характеристики: ФОЕ прямо пропорциональна росту. Ожирение ощутимо снижает ФОЕ, в первую очередь за счет уменьшения растяжимости грудной стенки.
- Пол: у женщин ФОЕ приблизительно на 10 % меньше, чем у мужчин.
- Положение тела: ФОЕ уменьшается при перемещении из вертикального положения в положение лежа на спине или на животе. Уменьшение ФОЕ обусловлено снижением растяжимости грудной стенки в результате давления органов брюшной полости на диафрагму. Наибольшие изменения происходят при наклоне тела под углом от 0° до 60° к вертикали. При опускании головного конца вплоть до 30° к горизонтали дальнейшего уменьшения ФОЕ не происходит.
- Болезни легких: рестриктивные нарушения характеризуются снижением растяжимости легких и/или грудной стенки, что всегда сопровождается снижением ФОЕ.
- Тонус диафрагмы: хороший тонус диафрагмы способствует

Помимо снижения ФОБ вследствие перемещения из вертикального в горизонтальное положение, индукция анестезии приводит к дополнительному снижению ФОЕ на 15-20 % (в среднем на 400мл).

Из-за утраты мышечного тонуса диафрагма в конце выдоха оттесняется органами брюшной полости значительно краниальнее, чем в нормальных условиях .

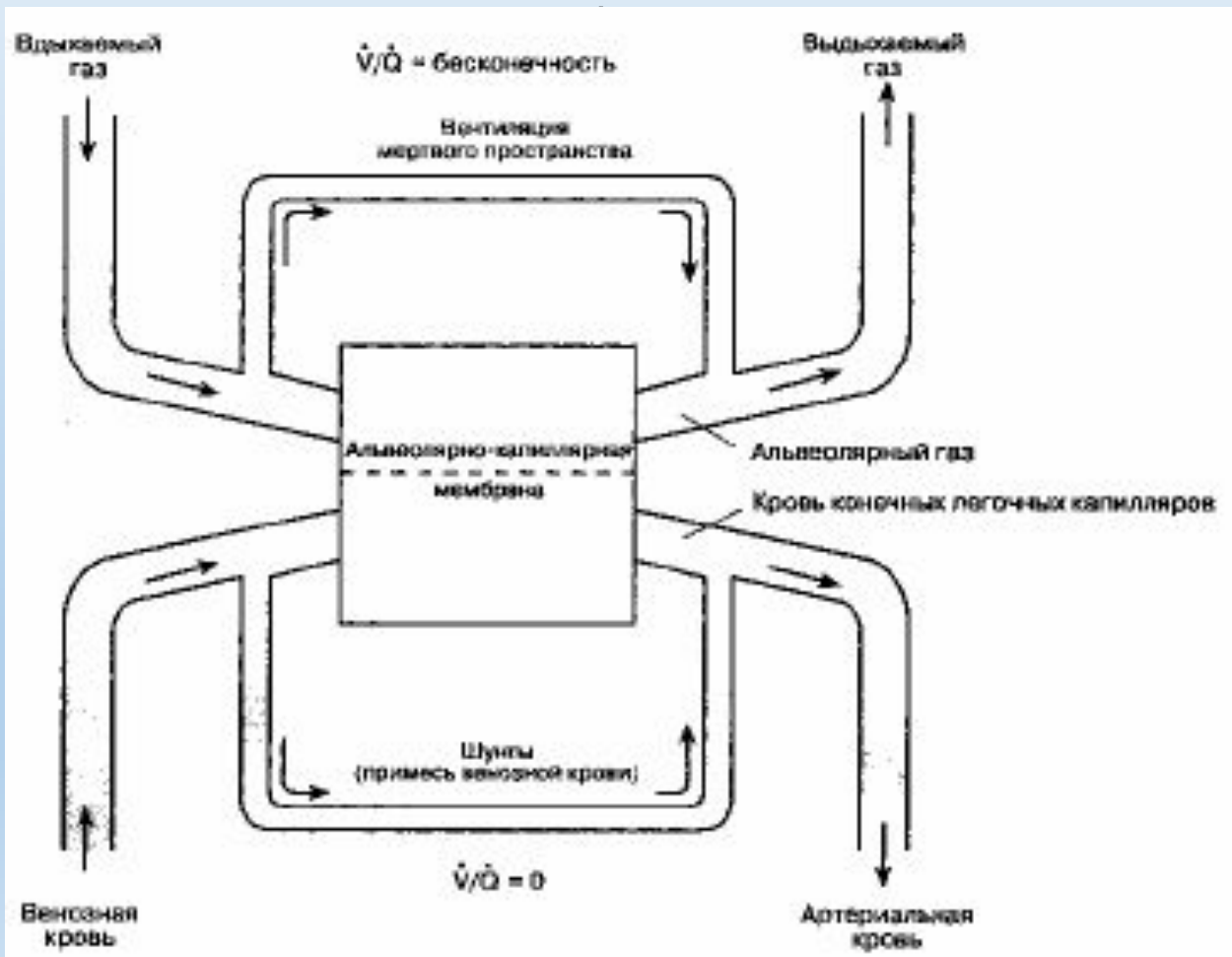
Более высокое положение диафрагмы снижает объем легких, а также растяжимость легких грудной клетки. Это уменьшение ФОБ не зависит от глубины анестезии и может сохраняться в течение нескольких часов после ее окончания.

При чрезмерном опускании головной части тела (положение Тренделенбурга, наклон более 30°) происходит дальнейшее снижение ФОБ, обусловленное возрастанием внутригрудного объема крови.

Факторы риска повышенного внутрилегочного шунтирования в условиях анестезии : пожилой возраст пациента, ожирение и

Изменение емкости сосудистого русла в большом круге кровообращения также влияет на объем крови в легких: сужение периферических вен

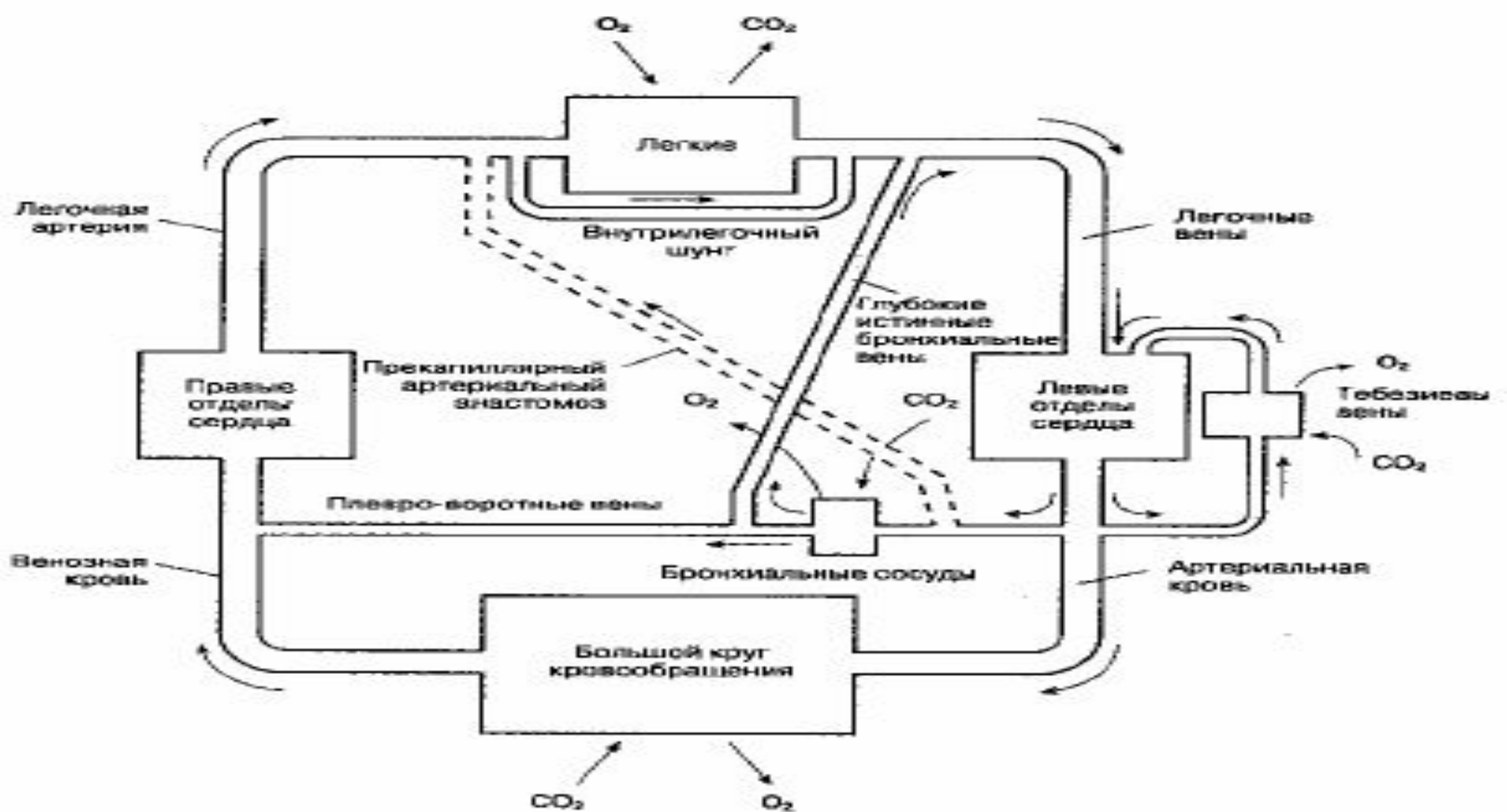
приводит к смещению крови из большого круга в малый, а при их расширении происходит



Гипоксия —мощный стимул легочной вазоконстрикции в (противоположность сосудорасширяющему действию гипоксии в большом круге кровообращения).

Вазоконстрикция происходит как при гипоксии в легочной артерии (в смешанной венозной крови), так и при альвеолярной гипоксии, однако стимулирующий эффект последней более выражен.

В физиологии дыхания под шунтированием понимают возврат десатурированной смешанной венозной крови из правых отделов сердца в левые без насыщения кислородом в легких. С практической точки зрения, гипоксемию, обусловленную относительным шунтом, можно частично корригировать, увеличив концентрацию кислорода во вдыхаемой смеси; при абсолютном шунте гипоксемию таким способом уменьшить нельзя.



При анестезии часто возникают расстройства газообмена. К ним относят увеличение мертвого пространства, гиповентиляцию и увеличение внутрилегочного шунтирования. Кроме того, усугубляется неравномерность вентиляционно-перфузионных отношений.

Гипоксическая легочная вазоконстрикция

Механизм
перераспределения
кровообращения от
плохо
вентилируемых
участков легких к
хорошо
вентилируемым



Гипоксическая легочная вазоконстрикция

1. Максимальный эффект развивается через 4 часа
2. Перераспределяет кровоток на 40% в невентилируемых участках легких
3. Эффективность ГЛВ зависит от давления в легочной артерии и сатурации смешанной венозной крови
4. Гипокапния снижает ГЛВ, приводя к увеличению шунта



ГЛВ и ингаляционные анестетики

- ГЛВ ингибируется ингаляционными анестетиками
- Неингаляционные анестетики не показали лучшей оксигенации в сравнении с ингаляционными анестетиками в концентрации менее 1 МАК
- Одной из причин снижения ГЛВ является вазодилаторный эффект ингаляционных анестетиков



Факторы, влияющие на ГЛВ

| | |
|-----------------------------|--|
| Ингаляционные анестетики | <ul style="list-style-type: none">- Все ингаляционные анестетики подавляют ГЛВ, но имеют минимальный эффект в концентрации 1 МАК- 1 МАК изофлурана снижает ГЛВ на 21%, увеличивая шунт от 20 до 24%- N₂O снижает на 10% |
| Неингаляционные анестетики | Пропофол, тиопентал, фентанил и кетамин не влияет на ГЛВ |
| Регионарная анестезия | Может увеличивать ГЛВ |
| Вазодилататоры | Бета-агонисты, нитропруссид, закись азота, антагонисты кальциевых каналов, добутамин подавляет ГЛВ |
| Вазоконстрикторы | Норадреналин, адреналин, мезатон сужают сосуды вентилируемого легкого, перераспределяя кровоток в неинтубируемое легкое, вызывая ингибирующий эффект на ГЛВ |
| Кислород | Увеличение концентрации кислорода во вдыхаемом воздухе в зависимом легком снижает легочное сосудистое сопротивление и увеличивает кровоток в вентилируемом легком |
| CO ₂ | Гиперкапния в течение однопредельной вентиляции увеличивает давление легочной артерии, действуя как прямой вазоконстриктор и перераспределяет кровоток к неинтубируемому легкому. Гипокапния напрямую ингибирует ГЛВ, через развитие респираторного алкалоза |
| Кислотно-основное состояние | Острый респираторный или метаболический алкалоз снижает ГЛВ, тогда как метаболический ацидоз вызывает увеличение ГЛВ |

Общая анестезия увеличивает венозную примесь до 5-10 % из-за развития ателектазов и коллапса дыхательных путей в нижерасположенных отделах легких.

Ингаляционные анестетики (в том числе закись азота) в высоких дозах угнетают гипоксическую вазоконстрикцию; для летучих анестетиков ED50 (доза, требуемая для получения 50 % максимального эффекта) составляет около 2 МАК.

У пожилых людей венозная примесь увеличивается в большей степени, чем у молодых. Используемое при анестезии FiO_2 30-40 % предотвращает гипоксемию. Этот феномен свидетельствует о том,

что при анестезии возрастает относительное шунтирование. Положительное давление в конце выдоха позволяет уменьшить венозную примесь и предупредить гипоксемию при условии, что

Длительное применение высокой концентрации кислорода во вдыхаемой смеси (> 50 %) способно повышать абсолютное шунтирование. Механизм данного явления следующий: альвеолы с исходно низким отношением V/Q могут спадаться полностью в результате абсорбции находящихся в них остатков кислорода (абсорбционные ателектазы).

(Наличие азота в газовой смеси предохраняет альвеолы от коллапса)

Но в то же время ... Значительная гиперкапния ($P_aCO_2 > 75$ ммрт. ст.) быстро приводит к гипоксии ($P_aO_2 < 60$ ммрт. ст.) при дыхании воздухом помещения, но не вызывает гипоксии при высокой концентрации кислорода во вдыхаемой смеси.

Причины интраоперационной гипоксемии

- Низкое альвеолярное напряжение кислорода
- Низкое парциальное давление кислорода во вдыхаемой смеси
- Низкая фракционная концентрация кислорода во вдыхаемой смеси
- Большая высота над уровнем моря
- Альвеолярная гиповентиляция
- Эффект третьего газа (диффузионная гипоксия)
- Высокое потребление кислорода
- Высокий альвеолярно-артериальный градиент по кислороду
- Шунтирование "справа-налево"
- Значительная доля участков легких с низким вентиляционно-перфузионным отношением
- Низкое напряжение кислорода в смешанной венозной крови
- Низкий сердечный выброс
- Высокое потребление кислорода
- Низкая концентрация гемоглобина

Анестезиологическое обеспечение

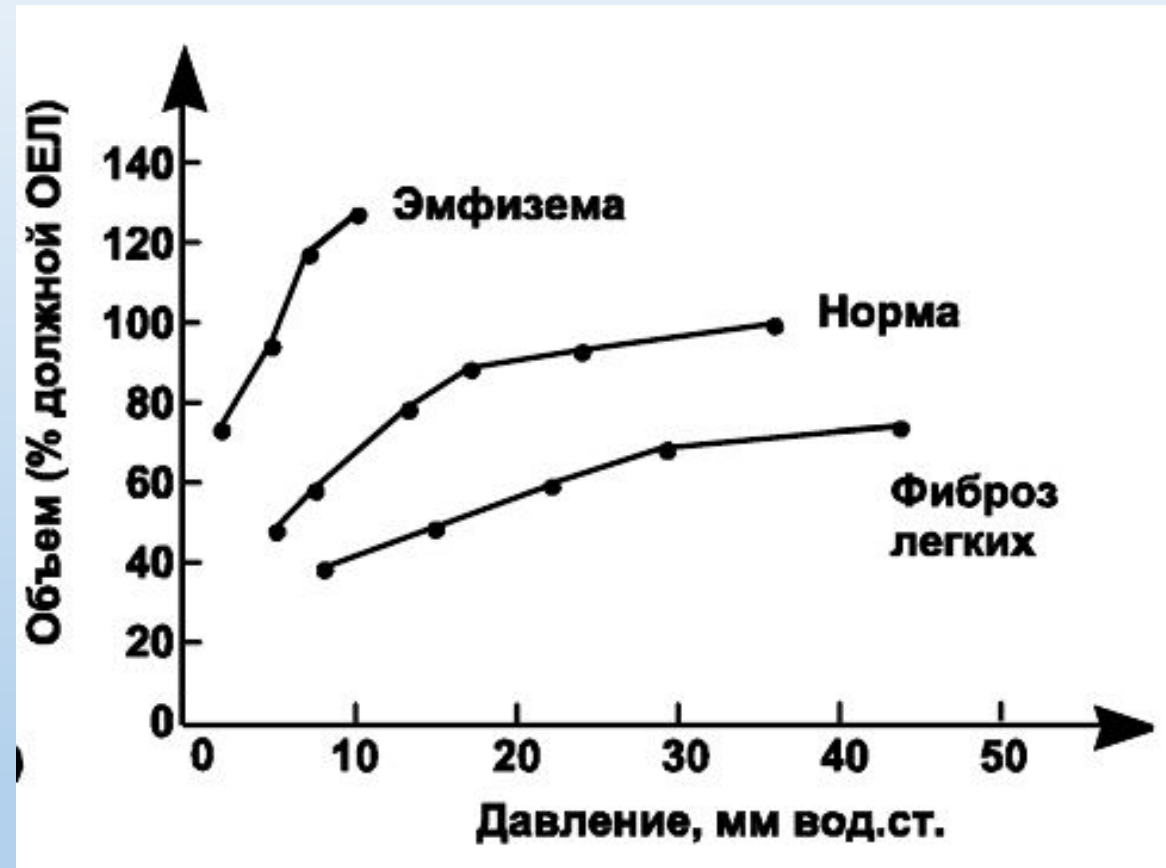
Оценка и премедикация

Цель сбора анамнеза и обследования больного — определить характер и длительность связанных с легочной патологией заболеваний. У больных с хроническим бронхитом уточняются жалобы на диспноэ и кашель с мокротой, отмечается наличие обструкции бронхов, вентиляционно-перфузионных нарушений, гипоксемии и снижения чувствительности к CO_2 . На ЭКГ могут быть признаки легочного сердца вследствие хронической гипоксической констрикции легочных сосудов.

Предоперационное обследование

1. Оценка кардио-респираторной функции
2. Определить пациентов высокого риска по интраоперационной гипоксии, послеоперационных легочных и сердечно-сосудистых осложнений
3. Проведение необходимой предоперационной подготовки

При наличии эмфиземы отмечаются жалобы на кашель, диспноэ, но без мокроты. У этих больных снижена растяжимость легочной ткани, повышено вентиляционно-перфузионное соотношение и отсутствует гипоксия. Очень важно определить исходную для них минутную вентиляцию легких, которая может быть увеличена компенсаторно для поддержания нормального P_aCO_2 . Обследование должно включать рентгенографию грудной клетки, ЭКГ и функциональные тесты дыхания. Клиническая проба, когда пациента просят выдуть воздух на какой-либо предмет, находящийся в 15 см от рта, по-



Спирометрия

выполняется с целью определения ФЖЕЛ

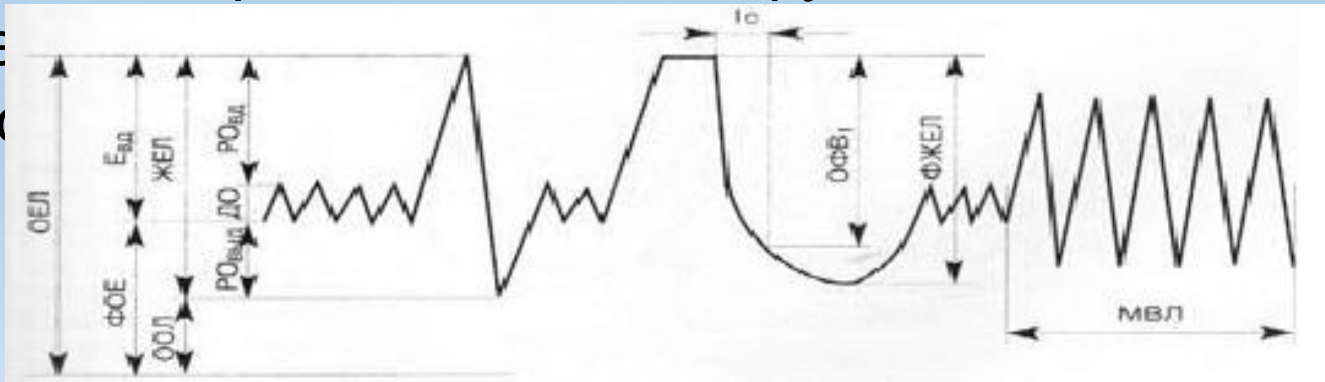
(норма 60 мл/кг; при показателе < 15 мл/кг отсутствует способность кашлять).

Максимальная дыхательная емкость (МДЕ) определяется как произведение максимальной ЧД и дыхательного объема. Исследование проводится в течение 15 с, а затем умножением на 4 получают величину МДЕ. Она близка по значению и равна по величине ФВ01 x 35 либо ПОС выд (пиковой объемной скорости на выдохе) x 0,25.

Нормальная МДЕ > 60 л/мин. Показатель МДЕ, равный 25—50 л/мин, отражает наличие тяжелой дыхательной недостаточности, и пациенты с МДЕ < 25 л/мин — инвалиды по дыханию. Определяются также кривые объемного потока, оценивается реакция на бронходилататоры. Резекция легкого выражается в потере дыхательной функции на 20 % с каждой доли.

Соответствие
60 %, а левост

ит к потере функции на



Резекция легкого противопоказана

при ОФВ1 < 0,8 л.

При ОФВ1 < 1 л главной проблемой является задержка секрета в трахеобронхиальном дереве. FEV1 - единственный полезный тест • Если после использования бронходилататоров: при лобэктомии FEV1 более 1,5 л – низкая летальность при пневмонэктомии FEV1 более 2 л – низкая летальность

При прогнозировании операбельности у конкретного больного может потребоваться измерение ДЛА; нередко используется компьютерная томография для оценки анатомических нюансов резекции (например, удаленность опухоли от карины).

В предоперационный период определяется нормальный для конкретного пациента газовый состав артериальной крови.

В премедикацию не должны включаться опиоиды. Препараты, подавляющие саливацию, могут усилить задержку мокроты в бронхах. Адекватная седатация обеспечивается бензодиазепинами; бронходилататоры применяются во время операции.

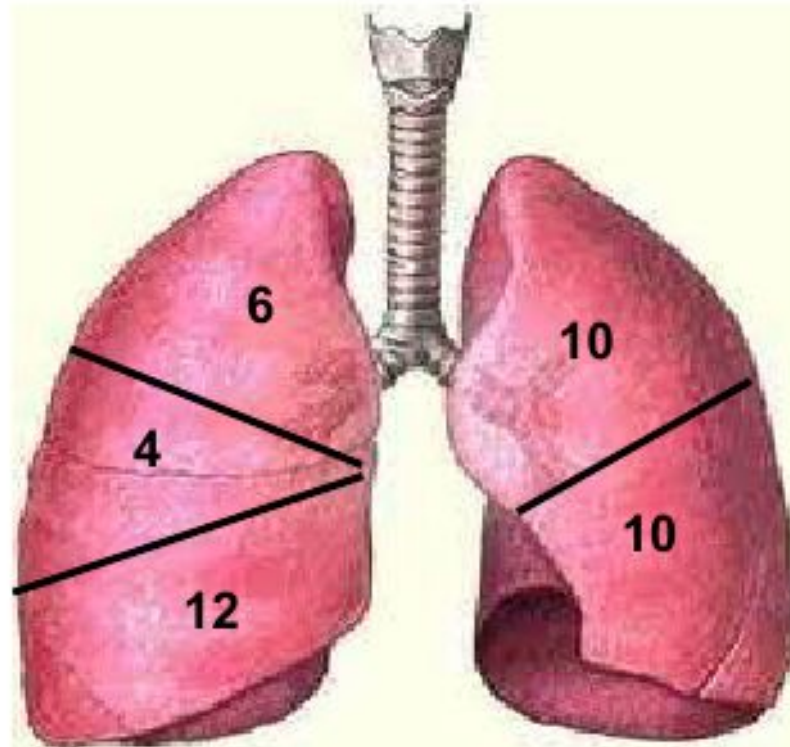
Пациентам с тяжелыми респираторными заболеваниями либо с анатомическими особенностями дыхательных путей желательно облегчить

Всем пациентам, не операбельным по данным спирометрии необходимо выполнить:

- 1) Оценка диффузионной способности TLco
 - 2) Определение сатурации SaO₂ в покое на воздухе
 - 3) При пневмонэктомии – выполнение перфузионной сцинтиграфии
- Вышеперечисленные показатели должны быть использованы для расчета прогнозируемой послеоперационной FEV₁ и TLco

Прогнозирование легочных осложнений

Прогнозируемый послеоперационный ОФВ1 (ПП ОФВ1) =
= предоперационный ОФВ1 x (1 - % удаленной ткани легкого/100)



Оценка кардио-респираторной функции

- Оценка потребления кислорода
- Самый простой индикатор – способность подняться один пролет по ступенькам в собственном темпе 4 MET

| МЕТ | Активность | Потребление кислорода |
|----------|--|-----------------------|
| 1 | покой | 3,5 мл/кг/мин |
| 2 | | 7 мл/кг/мин |
| 4 - 10 | 6 минутная прогулка / 1 пролет этажа (20 ступенек) | 14 - 35 мл/кг/мин |
| более 12 | интенсивная ходьба 8 мин за одну милю | более 42 мл/кг/мин |

Легочные осложнения при торакальных вмешательствах

- Ключевые: ателектаз, пневмония, повреждения легких и т.д.
- Встречаемость 15-20% (летальность до 3-4)



Сердечно-сосудистые осложнения

- Частота встречаемости 10-15% • 2 причина заболеваемости и смертности при торакальных вмешательствах

| Высокий риск | Средний риск | Низкий риск |
|--|-----------------------------|--|
| Нестабильный коронарный синдром | Умеренная стенокардия | Возраст до 80 лет |
| Декомпенсированная сердечная недостаточность | Инфаркт миокарда в анамнезе | Неконтролируемая артериальная гипертензия |
| Недавний инфаркт миокарда (1/12) | Сахарный диабет | ECG—RBVV. LVH |
| Значительная аритмия | ХСН | Несинусовый ритм |
| Значительная патология клапанов сердца | | Плохая толерантность к физической нагрузке (менее 2 пролетов лестницы) |
| | | Previous cardiovascular accident |

6 минутный тест ходьбы

- Менее 300 м – высокий риск развития послеоперационных осложнений
- Менее 200 м высокая 6 месячная летальность после обширных торакотомий

Премедикация

- Анксиолизис
- Антациды (особенно при операциях на пищеводе/рефлюкс)
 - Антисекреторные, седативные, противорвотные
- Подавление рефлексов (притупление ответа на интубацию/ригидную бронхоскопию)
 - Противорвотные

Инфузионная терапия

- Постпневмонэктомический отек легких – плохо изученный феномен, одной из причин которого считается чрезмерная инфузионная терапия.

Проведение анестезии

Устанавливается внутриартериальный катетер, наличие которого позволяет иметь постоянный доступ для прямого измерения артериального давления и заборов крови для оценки газового состава.

У пациентов с легочным сердцем желательно катетеризировать легочную артерию. При наличии повышенной предрасположенности к бронхоспазму индукцию выполняют ингаляционными анестетиками. Если развитие бронхоспазма маловероятно, то для вводного наркоза можно использовать тиопентал.

Во время операции может возникнуть гипотензия, обусловленная кровопотерей, смещением средостения, хирургическими манипуляциями или ишемией миокарда.

К гипоксемии в ходе операции могут привести отек легких, уменьшение объема легких, снижение способности легких к гипоксической вазоконстрикции или усиление нарушений В/П.

Во время торакотомии внутривенная инфузия кристаллоидов также может привести к нарушению соотношения В/П за счет увеличения объема внеклеточной жидкости. При использовании цельной крови повышается риск рецидива опухолевого процесса (иммунологический эффект), поэтому используется только эритроцитная масса. Значение коллоидных

Однолегочная вентиляция

- двухпросветная эндотрахеальная трубка (ДПТ)
 - бронхиальные блокаторы (ББ)
- однопросветная эндобронхиальная трубка (ОПТ)

Показания к ОЛВ

- абсолютные (защита от контаминации другого легкого)
- относительные (изоляция легкого для хирургического доступа)

Абсолютные показания к ОЛВ

- Абсцесс
- Кровотечение
- Бронхолегочный
лаваж
- Бронхоэктазы
- Бронхоплевральная
фистула
- Разрыв бронха
- Буллезная болезнь
легких
- Травма

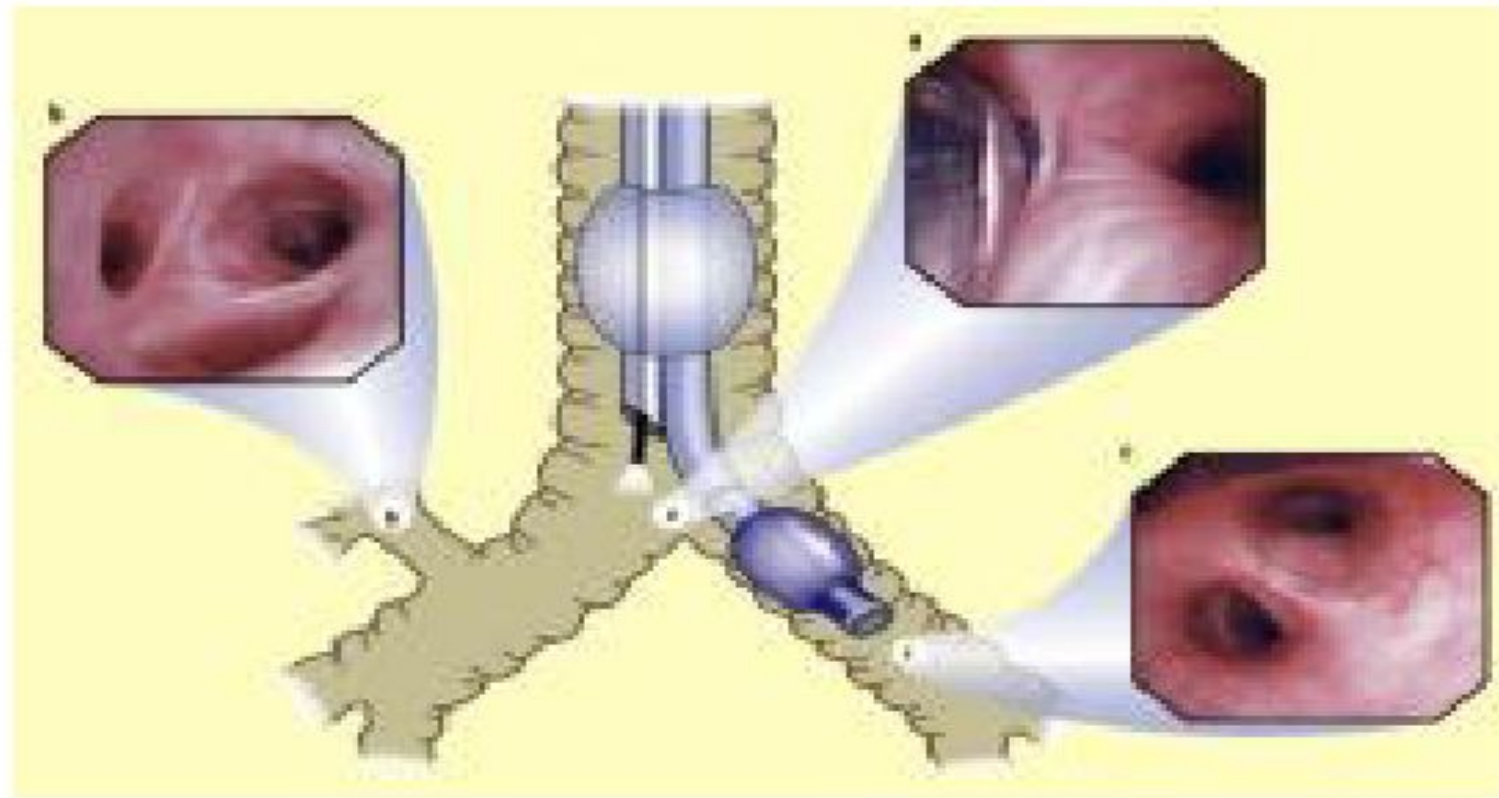
Относительные показания к ОЛВ

- Торакоскопия
- Лобэктомия
- Пневмонэктомия
- Аневризма грудного
отдела аорты
- Трансплантация легких
- Кардиохирургические
операции
- Операции на пищеводе
- Операции на
позвоночнике

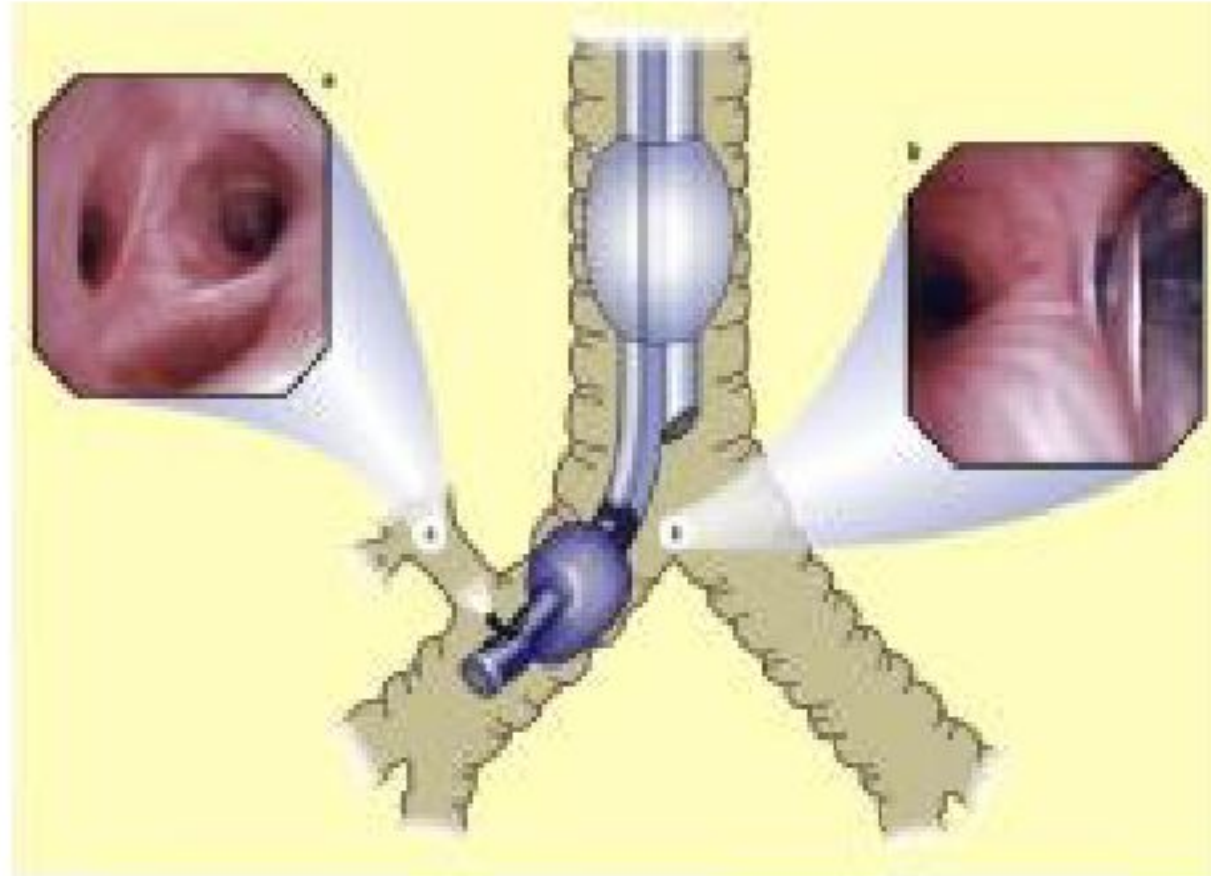
Особенности физиологии при ОЛВ

- **Невентилируемое легкое** – перфузируется, но не вентилируется. При этом хирургическое вмешательство и снижение гипоксической легочной вазоконстрикции являются основой для шунтирования крови справа налево.
- **Вентилируемое легкое**. В боковом положении перфузия (под действием силы тяжести) преимущественно обеспечивается в зависимом легком. Кривая альвеолярного комплайенса смещается вниз и влево в зависимом легком. Это приводит к нарушению вентиляционно-перфузионных отношений. Происходит коллабирование альвеол, что вызывает формирование ателектазов.

Двухпросветная трубка (ДПТ)



Двухпросветная трубка (ДПТ)



Характеристика ДПТ

| Однопросветная трубка | | Двухпросветная трубка | | | |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Внутренний диаметр (мм) | Внешний диаметр (мм) | Fr | Внешний диаметр (мм) | Бронхиальный внутренний диаметр (мм) | Размер бронхоскопа (мм) |
| 6,5 | 8,9 | 26 | 8,7 | 3,2 | 2,4 |
| 7,0 | 9,5 | 28 | 9,3 | 3,4 | 2,4 |
| 8,0 | 10,8 | 32 | 10,7 | 3,5 | 2,4 |
| 8,5 | 11,4 | 35 | 11,7 | 4,3 | >3,5 |
| 9,0 | 12,1 | 37 | 12,3 | 4,5 | >3,5 |
| 9,5 | 12,8 | 39 | 13,0 | 4,9 | >3,5 |
| 10,0 | 13,5 | 41 | 13,7 | 5,4 | >3,5 |

Выбор ДПТ

| Пол | Рост (см) | Размер (Fr) |
|---------|-----------|-------------|
| Женский | <160 | 35 |
| Женский | >160 | 37 |
| Мужской | <170 | 39 |
| Мужской | >170 | 41 |

Методы установки ДПТ

- Слепая техника
- Прямая техника со зрительным контролем



Слепая техника



глубина установки трубки составляет $12 + (\text{рост пациента}/10)$ см (примерно 29 см)

Правило установки ДПТ

- Проверить манжетки и соединения
- Двухпросветную трубку проводят дистально вогнутой кривизной кпереди
- Проводят через голосовые связки и удаляют проводник
- Затем трубку поворачивают в сторону интубируемого бронха и продвигают до сопротивления (около 29 см при росте 170 см)
- Проверить возможность вентиляции выбранного легкого
- Использовать фибробронхоскоп для подтверждения нахождения трубки
- Полезным бывает поворот головы в противоположную сторону интубирования бронха

Проверка положения ДПТ

Оценка вентиляции

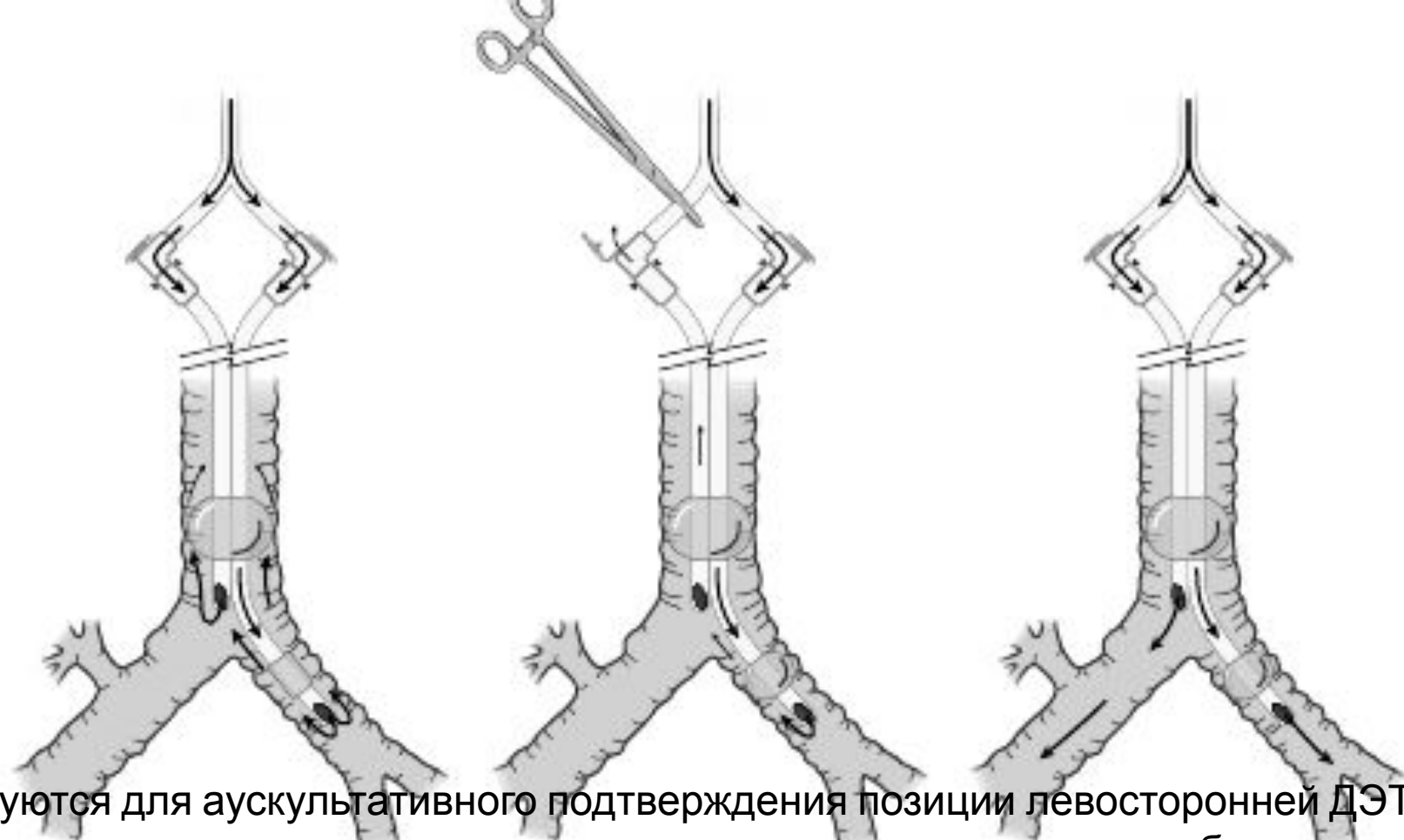
- Подсоедините обе трубки и вентилируйте, раздуйте манжетки до отсутствия шумов изо рта
- При отсутствии экскурсии грудной клетки с двух сторон необходимо сдуть манжетку и подтянуть трубку на 1-2 см и оценить положение

Вентиляция через бронхиальную трубку и аускультация

- Отсоединить трубку от трахеального порта и открыть ее в атмосферу
- При вентиляции газ просачивается вокруг бронхиальной манжетки, что можно услышать через трахеальный порт
- После этого аккуратно раздуть бронхиальную манжетку по 2 мл до прекращения просачивания воздуха

Особенности слепого метода

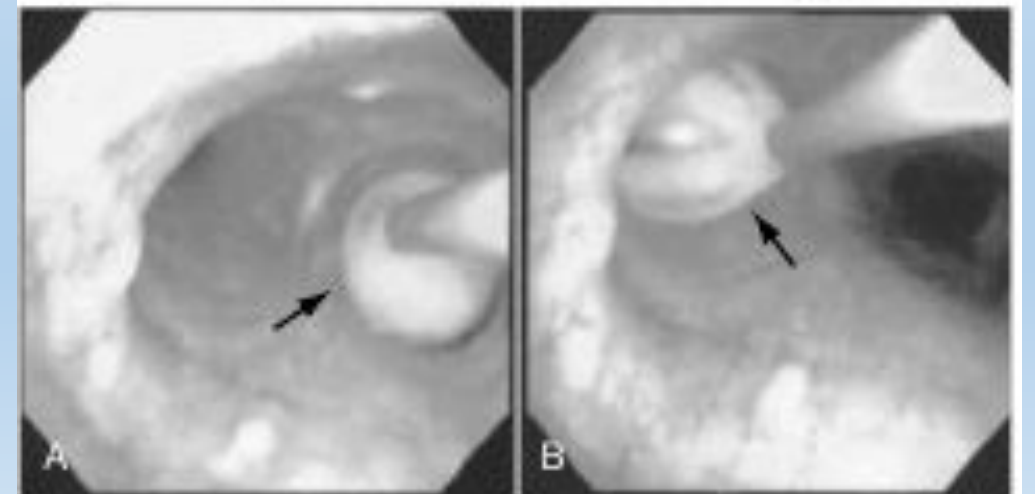
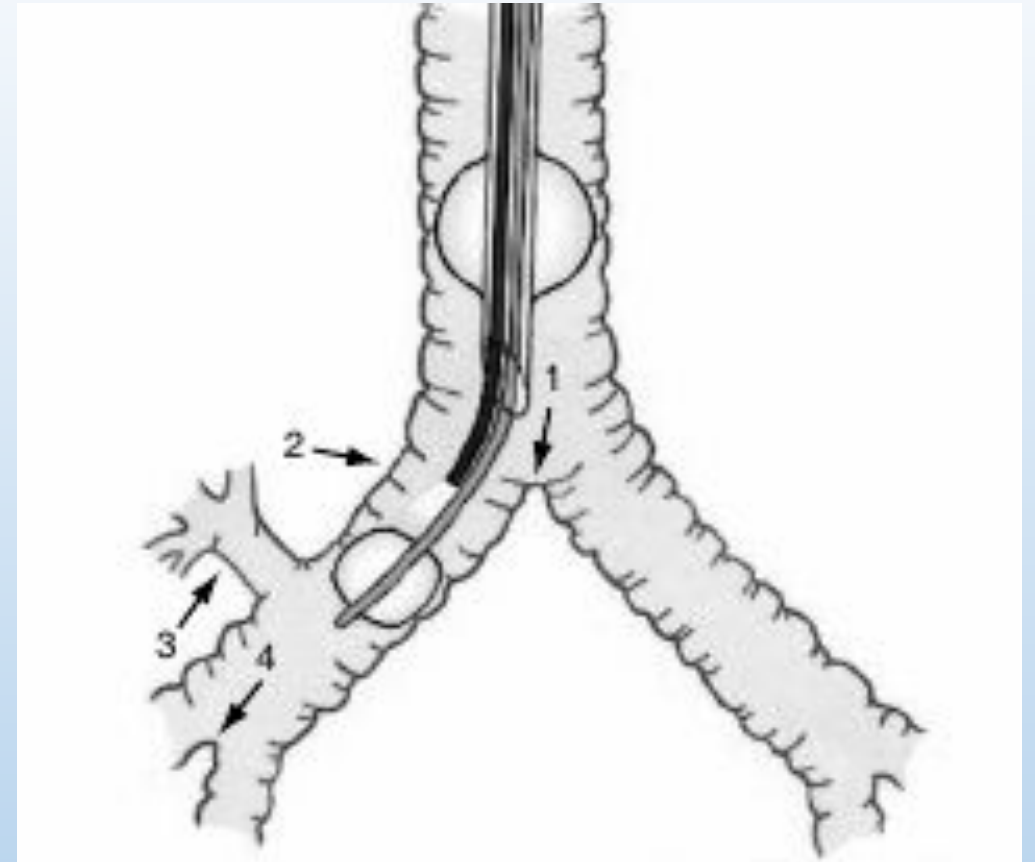
- Некорректное положение встречается – 38%
 - Правильное положение – 20,8%
 - Расположение двухпросветной трубки над кариной – 38,7%
- Поэтому подтверждение бронхоскопическое должно быть обязательным



«Три шага» используются для аускультативного подтверждения позиции левосторонней ДЭТ: Шаг 1. Во время двусторонней вентиляции трахеальная манжета накачивается до минимального объема, чтобы перекрыть утечку воздуха через голосовую щель. Аускультация для подтверждения двусторонней вентиляции. Шаг 2. Трахеальный просвет ДЭТ пережимается проксимально («пережми короткую сторону на короткое время») при открытом порте дистальнее зажима. Во время вентиляции через бронхиальный просвет бронхиальная манжета накачивается до минимального объема, чтобы перекрыть утечку воздуха из открытого порта трахеального просвета. Аускультация для подтверждения правильной односторонней вентиляции. Шаг 3. Зажим удаляется с трахеального просвета трахеи, а порт закрывается. Аускультация для подтверждения возобновления двусторонних дыхательных шумов. (Из Youngberg JA: Cardiac, Vascular and Thoracic Anesthesia, Philadelphia, Churchill

Бронхиальные блокаторы

Альтернативный способ достижения разделения легких включает блокаду главного бронха, что делает возможным коллапс легкого дистальнее окклюзии. Бронхиальные блокаторы, если необходимо, также могут быть использованы для достижения избирательного коллапса доли. В настоящее время доступны несколько различных бронхиальных блокаторов, способствующих разделению легких. Эти приспособления – либо модифицированная ОЭТ, содержащая бронхиальный блокатор Унивент (Torque Control Blocker Univent; Vitaid, Lewinston, NY), либо используемые отдельно с обычной ОЭТ управляемый проводником эндобронхиальный блокатор Arndt (Cook Critical Care, Bloomington, IN), эндобронхиальный блокатор Cohen с отклоняющимся кончиком (Cook Critical Care, Bloomington, IN) и Fuji униблокер (Fuji Uniblocker; Vitaid, Lewinston, NY).



Рекомендуемые параметры вентиляции при ОЛВ

| Параметры | Показатели | Ограничения |
|-------------------|---------------------------------------|---|
| Дыхательный объем | 5-6 мл/кг | Пиковое давление менее 35 см H ₂ O Давление плато менее 25 см H ₂ O |
| ПДКВ | 5 см H ₂ O | Пациенты с ХОБЛ: не использовать пдкв |
| Частота дыхания | 12 в мин | Поддержание PaCO ₂ в пределах нормальных значений; Pa-ETco ₂ обычно увеличивается от до 3 мм рт ст во время ОЛВ |
| Режим вентиляции | с контролем по объему или по давлению | Режим с контролем подавлению предпочтительно использовать у пациентов с риском повреждения легких (буллы, пневмонэктомия, после трансплантации легкого) |

Гипоксемия при ОЛВ

- Тяжелая или резкая десатурация
- Постепенная десатурация

Физиологические причины гипоксии при однолегочной вентиляции

- Гипоксемия от 9 до 27% при однолегочной вентиляции
 - Боковое положение
- Примерно 20 - 25% сердечного выброса проходит через независимое легкое, увеличивая шунт может приводить к снижению P_{aO_2}
- Гипоксия более выраженная когда правое легкое коллабировано

Причины десатурации

1. Проблема вентиляции

- Оксигенация и шунтирование
- Долевая или сегментарная обструкция секретом вентилируемого легкого
- Реабсорбция оставшегося кислорода от независимого легкого, приводящего к гипоксии

2. Сердечный выброс

- Положение, вазодилаторный эффект общей и эпидуральной анестезии
- Нарушение гипоксической легочной вазоконстрикции (высокий МАК ингаляционных анестетиков)

3. Транспорт кислорода

- Низкий гемоглобин

4. Потребление кислорода

- Неадекватное F_iO_2

Борьба с гипоксией при однолегочной вентиляции

Общие

- Не забывать про традиционные причины гипоксии от разгерметизации контура до напряженного пневмоторакса
- Увеличить F_iO_2 до 1,0
- Подтверждение корректного расположения двухпросветной трубки с помощью фиброоптической бронхоскопии
- Регулярная санация трахеобронхиального дерева зависимого и независимого легкого
- Обеспечение адекватного сердечного выброса

Борьба с гипоксией при однолегочной вентиляции

Неоперируемое (зависимое) легкое

- Обеспечение адекватной вентиляции
 - Рекомендуемый дыхательный объём из расчета 6 - 8 мл/кг
- Использовать ПДКВ (ПДКВ может увеличивать соотношение FRC:VQ и улучшать легочный комплайнс)
- Высокие уровни ПДКВ могут оказывать вредоносное влияние на PaO₂ из-за перераспределения кровотока в через независимое легкое
- У пациентов с эмфиземой часто развивается ауто-ПДКВ. Что в конечном итоге может приводить к снижению сердечного выброса

Оперированное (независимое) легкое

- Возможно применение режима CPAP на независимом легком с параметрами 2-10 см H₂O с FiO₂ 1,0
- Периодическое раздувание независимого легкого или возврат к двусторонней вентиляции
 - Окклюзия кровотока легочной артерии независимого легкого

Другие средства

- Фармакологические средства влияющие на легочное сосудистое сопротивление улучшающие кровоток в зависимом легком (NO/PGI₂)
 - Уменьшение кровотока в независимом легком (в/в алмитрин)
 - Применение различных режимов ИВЛ (ВЧСВ)

Тактика при тяжелой десатурации

- возобновление вентиляции двух легких (если возможно).
- вентиляция невентилируемого легкого и сдувание бронхиальной манжетки ДПТ или ББ.
- это требует перерыва в операции, но требуется в случае тяжелой и резкой десатурации.
- после восстановления адекватного уровня оксигенации необходимо выяснить причины десатурации.

Постепенная десатурация

1. Обеспечить FiO_2 100%
2. Проверить расположение ДПТ или блокатора с помощью фиброоптической бронхоскопии
3. Удостовериться, что сердечный выброс оптимален (часто хирурги пережимают нижнюю полую вену во время резекции легких, в связи с чем возникает падение системного артериального давления, сердечного выброса и как следствие быстрая десатурация. Для коррекции недостаточности кровообращения следует использовать инотропы/вазопресоры. Прекратить введение вазодилататоров и снизить ингаляционный анестетик до уровня менее 1 МАК
4. Выполнить маневр рекрутирования в вентилируемом легком. Создание давления в вентилируемом легком до уровня 20 см H_2O на 15-20 секунд. Это может вызвать транзиторную гипотензию и также вызвать транзиторное дальнейшее снижение PaO_2 вследствие перераспределения кровообращения в невентилируемое легкое.

Постепенная десатурация

5. Установить ПДКВ на уровне 5 см H₂O в вентилируемом легком (за исключением пациентов с эмфиземой). В отличие от использования режима CPAP, применение ПДКВ не требует возобновления вентиляции невентилируемого легкого и перерыва в операции.
6. Установить режим CPAP 1-2 см H₂O в невентилируемом легком (выполнить маневр рекрутирования этого легкого перед поведением режима CPAP)
7. Периодическое раздувание невентелируемого легкого
8. Возможные варианты частичной вентиляции невентилируемого легкого: инсуффляция кислорода, высокочастотная вентиляция, сдувание доли (использование ББ)
9. Механическое ограничение потока крови в невентилируемом легком

Особенности вентиляции при однолегочной вентиляции

- Использование высокого пикового инспираторного давления и высокого давления в конце выдоха вентилируемого легкого может увеличивать легочное сосудистое сопротивление, тем самым перераспределяя кровоток в невентилируемое легкое и снижая сердечный выброс. В связи с этим доставка кислорода может быть нарушена.
- Небольшая величина ПДКВ может улучшать комплайнс в зависимом легком, улучшая оксигенацию и доставку кислорода.
- Вентиляция с контролем по давлению часто является выбором при однолегочной вентиляции
- Рекомендуемыми параметрами при однолегочной вентиляции (ДО 5-7 мл/кг идеальной массы тела) и ограничение до 25 см H₂O инспираторного давления
- Высокая растворимость закиси азота может приводить к ателектазу в зависимом легком

Хирургическая техника

- Ранняя перевязка соответствующей ветви легочной артерии оперируемой доли или легкого снижает или останавливает шунтирование через оперируемое легкое и улучшает оксигенацию
- Хирургические манипуляции могут снижать венозный возврат, контрактильность миокарда и сердечный выброс и таким образом изменять оксигенацию и доставку кислорода.
- Нескорректированное кровотечение может приводить к изменению сердечного выброса, оксигенации и таким образом доставки кислорода

**Задача анестезиолога при
торакальных вмешательствах
Установить причины нарушения
оксигенации и произвести их
коррекцию**

$$\text{ПП ОФВ1} = \frac{\text{предоперОФВ1} * (19 - \text{кол-во резецируемых сегментов})}{19}$$

Если некоторые бронхи непроходимы:

$$\text{ПП ОФВ1} = \frac{\text{предоперОФВ1} * (19 - a - b)}{19 - a}$$

a – количество непроходимых бронхов

b – количество резецируемых сегментов

**Анестезиологическая тактика после торакотомии:
Прогнозируемая послеоперационная FEV1 (ppoFEV1%)**

| <i>более 40%</i> | <i>от 30 до 40%</i> | <i>менее 30%</i> |
|---------------------------|---|--|
| Экстубация в операционной | Рассмотреть вопрос об экстубации на следующих основаниях: <ul style="list-style-type: none">- тест с нагрузкой- D_lCO- V/Q сканирование- сопутствующие заболевания | Поэтапное отлучение от механической вентиляции. Рассмотреть экстубацию если ppoFEV1% более 20% если используется грудная эпидуральная блокада |

Анестезия для бронхоскопии

Премедикация

1. Анксиолитики (мидазолам 0,03-0,05 мг/кг)
2. Антихолинергические (атропин 400-600 мкг/кг в/в или в/м, может быть введен в/м за 30 мин)
3. Стероиды (дексаметазон 8-16 мг в/в до индукции) - снижает отек дыхательных путей

Индукция

- Преоксигинация 100% O₂
- Индукция севофлураном 8 об.%, если предполагаются трудности
- Пропофол + фентанил

Положение

- На спине с разогнутой шеей

Осложнения

- Развитие аритмий
- Кровотечение после биопсии
- Ларингоспазм и бронхоспазм

Торакоскопия

- Основа процедуры: минимально инвазивное хирургическое вмешательство для выполнения диагностических или торакальных операций. Все чаще используется для лобэктомии, при этом наблюдается низкая периоперационная заболеваемость и схожие исходы в сравнении с торакотомией
 - Продолжительность: свыше 45 мин в зависимости от операции
 - Выраженность болевого синдрома: 3-5/5
 - Аналгезия: простые анальгетики, НПВС, опиоидные анальгетики ± паравертебральная блокада. Рекомендуется производить установку катетера на грудном уровне паравертебрально и эпидурально в случае двустороннего вмешательства или перехода на торакотомию.
 - Кровопотеря: минимальная, но возможна массивная
 - Длительность госпитализации: короткий период или один день
 - Подготовка и необходимое оборудование: стандартная интубация. Большого диаметра в/в доступ. Если у пациента имеется сопутствующая патология, рассмотреть применение инвазивного мониторинга АД. Двухпросветная трубка может быть необходима при медиастинотомии.
- Объем операции: от удаления или биопсии плевры/легких/средостения/ до

Показания к торакоскопии

| Диагностические | Терапевтические |
|--|--|
| Определение стадии •Карцинома легких •Мезотелиома •Опухоль пищевода | Болезни паренхимы легких •Краевая резекция •Лобэктомия •Пневмонэктомия •Уменьшение объема легких |
| Заболевания плевры •Туберкулез | Заболевания плевры •Плевродез •Декортикация |
| Болезни паренхимы легких •Интерстициальный фиброз •Одиночные узелки | Заболевания перикарда •Выпот Заболевания средостения •Тимэктомия •Хилоторакс |

Предоперационная подготовка

- Предоперационная оценка такая же как при торакотомии
- Рассмотреть возможность применения регионарных методов анестезии

Индукция

- Эпидуральная аналгезия или паравертебральная блокада (при конверсии доступа до торакотомии)
- Обычно требуется одноплеговая вентиляция
- Индукция неингаляционными анестетиками
- Допустимо применение двухпросветной эндотрахеальной трубки
- Поддержание анестезии с помощью неингаляционных/ ингаляционных анестетиков + мышечная релаксация

Положение на операционном столе

Особенности

- Лежа на боку
- Необходим мониторинг пикового давления в дыхательных путях
- P_{peak} не более 35 см H₂O
- Снижение давления в дыхательных путях может быть признаком смещения бронхиальной манжетки и вентиляции двух легких
- Изменение в манжетке также может указывать на смещение трубки

Анестезия

Поддержание нормооксии

- Вентиляция с контролем по давлению и по объему имеют схожий эффект на оксигенацию
- Дыхательный объем 6 - 8 мл/кг при однолегочной вентиляции
- P_{peak} не более 35 см H₂O

В конце операции

- Санация бронхиального дерева коллабированного легкого
- Медленное повышение давления до 30 – 40 см H₂O для проверки состоятельности бронхиальных швов
- Установка дренажей в области верхушки и в базальных отделах легких
- Экстубация в конце операции приводит к восстановлению спонтанного дыхания, кашлю и расправлению ателектазированного легкого

Послеоперационный период

- Болевой синдром при торакоскопии выраженный и может приводить к легочным осложнениям
- Эпидуральная блокада на грудном уровне является золотым стандартом
- Паравертебральная блокада местными анестетиками обеспечивает аналгезию эквивалентную эпидуральной, но в отличие от последней вызывает в меньшей степени артериальную гипотензию, задержку мочи и тошноту
- Часто однократного паравертебрального введения достаточно для интраоперационной аналгезии. Обычно комбинируется с НПВС, наркотическими анальгетиками.
- Эпидуральной блокаде следует отдавать предпочтения при необходимости двухсторонней блокады

Осложнения и исход при торакоскопии интраоперационно

- Конверсия доступа до торакотомии 5-11%
- Время операции сопоставимо с торакотомией
- Объем кровопотери сопоставим с объемом при торакотомии

| Осложнения | Торакоскопическая лобэктомия | Открытая лобэктомия |
|---------------------------|------------------------------|---------------------|
| Смерть | 1% | 3-5% |
| Длительная утечка воздуха | 13% | 19% |
| Ателектаз | 5% | 12% |
| Фибрилляция предсердий | 13% | 21% |
| Необходимость трасфунзии | 4% | 13% |
| Пневмония | 5% | 10% |
| Острое повреждение почек | 1,4% | 5% |
| Послеоперационная боль | Менее тяжелое | Более тяжелое |

Пневмонэктомия

- Основа процедуры: удаление легкого. Правосторонняя пневмонэктомия более физиологична, чем левая
- Продолжительность: от 1 до 4 часов • Выраженность болевого синдрома: 4-5/5
- Аналгезия: эпидуральная аналгезия на грудном уровне или паравертебральная анальгезия.
- **Кровопотеря**: минимальная/умеренная • Длительность госпитализации: 4 – 7 дней
- Подготовка и необходимое оборудование: струйная вентиляция для начальной бронхоскопии. Стандартный мониторинг. Правосторонняя двухпросветная трубка для левосторонней пневмонэктомии. Инвазивный мониторинг АД и ЦВД (для оценки послеоперационного волемического статуса) Удаление легкого может приводить к выраженным физиологическим нарушениям

Показания

- Карцинома бронха, которая не может быть удалена более щадящим способом
- Травматическое повреждение легкого
- Инфекционные/воспалительные заболевания легкого

Предоперационная подготовка

- Пациенты должны быть оценены по пригодности для хирургического вмешательства и операбельности

Легочная гипертензия

- Является относительным противопоказанием к пневмонэктомии
- Особенно если это правосторонняя пневмонэктомия, так как правое легкое получает больше сердечного выброса

Индукция

- Более чем 2 больших внутривенных катетера
 - Инвазивный мониторинг АД и ЦВД
 - Мочевой катетер
 - Эпидуральный катетер. Или паравертебральная аналгезия
 - Индукция неингаляционными анестетиками + фентанил
 - Поддержание ТВА или ингаляционными анестетиками
- Установка двухпросветной эндобронхиальной трубки подтверждается клинически и с помощью фибробронхоскопии

Правосторонняя или левосторонняя двухпросветная трубка

- Рассмотрите применение правосторонней двухпросветной трубки для левосторонней пневмонэктомии
- Уточните предпочтения хирурга:
 - Специальные меры должны быть предприняты для избегания обструкции правого бронха верхней доли
 - Проверить и перепроверить
 - Если используется левая двухпросветная трубка для левосторонней пневмонэктомии, то трубка должна быть подтянута до перекрытия бронха

Положение на операционном столе

- Лежа на правом или левом боку
- Смещение двухпросветной трубки может быть при перемещении положения тела, поэтому следует удостовериться в расположении с помощью бронхоскопии

Поддержание анестезии

- Использование одноплеменной вентиляции может применяться до торакотомии
 - V_t – 6-8 мл/кг ИМТ и PIP < 30 см H₂O
- Важно поддержание нормотермии В конце операции
- Оценка газового состава крови
- Добиться согревания, стабильной гемодинамики, аналгезия

Послеоперационный период

- Дренаж в базальном отделе обеспечивает контроль за кровотечением
- Протокол использования дренажей меняется
- Дренаж пережимается и каждый час открывается на 5 минут
- Применение активного дренирования после пневмонэктомии может быть катастрофическим

Энтеральное питание

- Во многих центрах приветствуется раннее энтеральное питание

Инфузионная терапия

- Должно быть избежание избыточной инфузионной нагрузки

Обезболивание

Инфузионная терапия

- Спорный вопрос (с одной стороны следует избегать гиповолемии, а с другой избыточной инфузионной терапии, что может привести к постпневмонэктомическому отеку легких)

Тест с пережатием легочной артерии

- Если значительно повышается ЦВД, то это может указывать на развитие послеоперационных осложнений (аритмии, ишемия и инфаркт правого желудочка)

Интраоперационная артериальная гипотензия

- Часто возникает из-за вазодилататорного эффекта общей анестезии и симпатэктомии индуцированной эпидуральной блокадой
- Корректировать следует вазоактивными препаратами, нежели чрезмерной инфузионной терапией

Аритмии

- Особенно часто возникают при интраперикардальной пневмонэктомии
 - Попросить хирурга временно прекратить действия
 - Фибрилляция предсердий – частое осложнение после пневмонэктомии
 - Использование противоаритмических препаратов для предупреждения фибрилляции предсердий остается противоречивым
-
- Как только культя трахеи готова при резекции хирург просит сделать маневр вальсальвы для проверки герметичности бронхиальной культи. Аккуратная санация трахеобронхиального дерева от крови и других примесей допустима
 - После пневмонэктомии серозная жидкость медленно накапливается в плевральной полости. Полное помутнение полости занимает несколько месяцев, а у некоторых пациентов уровень воздух – жидкость остается неопределенное время
- Экстубация возможна в большинстве случаев и выполняется в сидячем положении при хорошем обезболивании. Применение ингаляционных анестетиков и короткодействующих наркотических анальгетиков помогают в

Постпневмонэктомический отек легких возникает в 2-4% случаев и приводит к высокой летальности (более 50%). Точного определения патогенеза данного состояния неизвестно, но одним из механизмов считается увеличение гидростатического давления при гиперволемии. Это протекает в виде ОРДС, повреждения легких от механической вентиляции, циркуляции воспалительных медиаторов и оксидативного стресса.

Постпневмонэктомический синдром – позднее осложнение, обычно развивающиеся у детей и молодых взрослых после операции на правой стороне. Это проявляется напряженным диспноэ, стридором, повторяющейся инфекцией и возможно развитие синкопов. Это происходит вследствие смещения средостения в сторону где производилась операция, с сердцем, крупными сосудами, и остается выпячивание легкого в контрлатеральную полость и может требовать хирургической коррекции.

Операционная летальность не должна превышать более 8% при пневмонэктомии • Послеоперационные осложнения развиваются довольно часто (более 50%) и включают в себя: • Легочные осложнения • Аритмии • Инфекционные осложнения • Бронхоплевральная фистула • Кровотечение • Хилоторакс • Инфаркт миокарда • Эмболия легких • Сердечная грыжа

Лобэктомия

- Основа процедуры: торакотомия, стернотомия или торакоскопически
 - Продолжительность: от 2 до 4 часов
 - Выраженность болевого синдрома: 2-4/5, наибольшая после торакотомии
 - Аналгезия: эпидуральная аналгезия на грудном уровне или паравертебральная анальгезия, межреберная блокада
 - Кровопотеря: минимальная • Длительность госпитализации: 5 – 7 дней после торакотомии. • Подготовка и необходимое оборудование: как для торакотомии, стернотомии и торакоскопии. Инвазивный мониторинг АД и ЦВД Представляет собой полное удаление доли ± лимфатические узлы
 - Злокачественное новообразование является самой частой причиной оперативного вмешательства. Другими показаниями являются доброкачественные опухоли, туберкулез и бронхоэктазы
- Предоперационная подготовка**
- Возраст
 - Оценка функции легких
 - Пригодность системы кровообращения
 - Нутриционный статус

Индукция анестезии

- Установка эпидурального катетера
- Односторонняя паравертебральная блокада
- Венозный доступ, 2 канюли большого диаметра
- Инвазивный мониторинг АД, при выраженной сопутствующей патологии установить до индукции анестезии
- Перед лобэктомии выполнение бронхоскопии
- Преоксигенация
- Глубокая мышечная релаксация требуется для предотвращения кашля при бронхоскопии
- Рассмотреть необходимость катетеризации центральной вены

Дыхательные пути и изоляция легких

- Левосторонняя двухпросветная трубка применяется чаще всего (к преимуществам использования двухпросветной трубки относится простота и скорость колабирования легкого и раздувания)
- Обязательный контроль положения трубки клинически и с помощью фибробронхоскопа
- Бронхиальный блокатор может быть использован
- Необходимо помнить, что левосторонняя лобэктомия может перерасти в

Интраоперационный период

- Избегать применения закиси азота
- Особенности вентиляции (дыхательный объем 6-8 мл/кг при однолегочной и полной вентиляции; ПДКВ может быть необходимым для оксигенации в зависящем легком, но увеличение давления в дыхательных путях может увеличивать шунтирование за счет нарушения вентиляционно-перфузионных отношений)
- Консервативная инфузионная терапия рекомендуется для избежания послеоперационного отека легких
- Поддержание нормотермии (согретые растворы и теплый воздух)
- Тщательная санация трахеобронхиального дерева перед раздуванием легкого

В конце операции

- Обеспечить качественную аналгезию до экстубации
- Как можно раньше экстубировать пациента
- Увлажненный кислород
- Поддержание нормоволемии
- Рентгенография органов грудной клетки
- Быть готовым к развитию послеоперационного отека легких

Послеоперационный период

- Рассматривается как золотой стандарт. Оценка эффективности должна осуществляться до индукции анестезии.
- Дискутабельным вопросом остается применение эпидуральной блокады интраоперационно
- Возможно применение паравертебральной блокады (до операции, с последующей хирургической анестезией)

Недостатки

- Нерационально применять у гемодинамически нестабильных пациентов
- Нерационально применение при предполагаемой массивной кровопотери
- Тахикардия и гипотензия может быть причиной эпидуральной блокады, так и продолжающегося кровотечения
- Вазодилатация создает гиповолемическую циркуляцию

Преимущества

- Хорошая интраоперационная аналгезия
- Более стабильные гемодинамические параметры
- Более комфортное состояние пациента при восстановлении и в ближайшем послеоперационном периоде
- Менее частое развитие послеоперационной тошноты и рвоты
- Реже встречается депрессия дыхания, что позволяет быстрее выполнить экстубацию

Особенности торакоскопической лобэктомии

- Осуществляется малый разрез до 5 см без раздвижения ребер и обширной диссекции мышц
- Это приводит к более быстрому восстановлению
- Кандидатами для торакоскопии являются ранняя стадия, периферическое расположение опухоли и отсутствие в анамнезе операции на грудной стенке и/или радиотерапии/химиотерапии рака легкого

Аналгезия

- Паравертебральная блокада
- Возможно эндоскопическая установка эпидурального катетера
- Если произошла конверсия доступа в торакотомию, рассмотрите установку эпидурального катетера до пробуждения
- Сравнение частоты выживаемости показало схожие результаты при открытой торакотомией и торакоскопической техникой

Послеоперационный период

Во время операции допускается применение опиоидных анальгетиков короткого действия, а в послеоперационный период исключаются препараты, угнетающие дыхание.

Бронхоплевральная фистула

Частота развития фистулы вследствие лобэктомии составляет 1,5 %, после пульмонэктомии — 4,5 %. Фистула может возникнуть и в результате травмы или разрыва внутреннего органа, например пищевода. Для патогенеза характерно инфицирование плеврального пространства с последующей эмпиемой плевры, вследствие чего культя бронха становится несостоятельной и пациент жалуется на внезапно возникший продуктивный кашель. Рентгенологические признаки фистулы — горизонтальный уровень жидкости (жидкость стекает вниз плевральной полости) на фоне пневмоторакса, уплотнение и консолидация легкого с противоположной стороны.

Задача анестезиолога — не допустить попадания жидкости в непораженные отделы легких, а также развития гипоксемии при проведении ИВЛ с положительным давлением до тех пор, пока не будет ликвидирована фистула. Плевральная полость дренируется до начала операции, и во время индукции дренажи должны быть открыты. Обязательно используется эндобронхиальная интубационная трубка