**Искусственная вентиляция лёгких при различных патологических состояниях**

Аппаратная вентиляция легких является самым надежным и эффективным методом обеспечения газообмена организма. В настоящее время вентиляторов для интенсивной терапии, соответствующих международным стандартам, достаточно. В интенсивной терапии широко применяются тайм – циклические («Bear», США; «Babylog», Германия; «Sechrist», США) и объемные («Evita 2 dura» и «Evita 4», Германия) вентиляторы и др. Для определения параметров вентиляции легких существует множество номограмм, которые носят ориентировочный характер.

Так как на РаО2 может влиять большое количество факторов, адекватность ИВЛ определяют по РаСО2. Более объективным показателем, характеризующим вентиляционную способность лёгких, является РаСО2. За основу определения тяжести вентиляционной дыхательной недостаточности взят уровень РаСО2:

ОДН I степени: РаСО2 45-60 мм рт ст

ОДН II степени: РаСО2 61-75 мм рт ст

ОДН III степени: РаСО2 выше 76 мм.рт.ст

Принято целесообразным проведение ИВЛ в режиме умеренной гипер- или нормовентиляции.

При дыхательной недостаточности предпочтение отдается тайм – циклическим лимитированным по давлению респираторам. Объем дыхания зависит от давления, создаваемого при вдувании кислородно-воздушной смеси аппаратом, что программируется обычно врачами – реаниматологами. Таким образом, степень оксигенации крови и организма зависит от содержания кислорода во вдыхаемой смеси и давления в дыхательных путях, создаваемого при вдувании респиратором. На состояние среднего давления в дыхательных путях можно повлиять изменением (увеличением) величины пикового давления на вдохе (PiP) и давления в конце выдоха ПДКВ(PEEP).

**Выбор параметров ИВЛ**. ***У больных с непораженными легкими и свободной проходимостью дыхательных путей*** дыхательный объем должен быть: 8-10 мл/кг (550-700 мл), а при избыточной массе тела до 12 мл/кг; частота дыхания 8-12 в минуту; при тенденции к гиперкапнии частоту дыхания следует постепенно увеличивать; отношение времени вдоха и выдоха 1:2 или:

***В случае нарушения бронхиальной проходимости:***дыхательный объем увеличивается до 12-14 мл/кг (800-900 мл);частота дыхания до 14-16 в минуту;отношение времени вдоха и выдоха 1:1,5, 1:1;противопоказание к проведению инверсионной ИВЛ.

***При снижении артериального давления и сердечного выброса, при низком ЦВД на фоне рестриктивных процессов в легких:*** дыхательный объем уменьшается до 6,0-7,5 мл/кг (350-450 мл); частота дыхания увеличивается до 28-32 в минуту; отношение времени вдоха и выдоха 1:3 или 1:4;противопоказание к проведению инверсионной ИВЛ.

***При наличии хронической дыхательной недостаточности:*** дыхательный объем увеличивают на 10% и на каждые 0,5 °С при температуре тела свыше 38°С.;величину дыхательного объема целесообразно лимитировать величиной Ppeak, которая не превышать 25-30 см Н2О.

***При остром респираторном дистресс-синдроме, тотальной пневмонии, при наличии ателектазов, при "внешней" рестрикции (ожирение, высокое внутрибрюшное давление):*** Отношение времени вдоха и выдоха 2:1; 3:1 или 4:1 .

**Определение минутного объема дыхания**

Минутный объем дыхания (МОД) можно определить по номограммам (Редфорда, Энгстрема-Герцога) или расчетным методом по формулам.

Формула Т.М. Дарбиняна:

МОД (л/мин) = Масса тела (кг)/10 +1

Для аппарата "Фаза - 5" : МОД (мл/мин) = 60-65 мл/кг.

Для аппаратов "РО - 6": МОД (мл/мин) = 70 мл/кг.

Если на аппарате ИВЛ устанавливается дыхательный объем и частота дыхания, то

МОД (л/мин) = Vt x f,

где Vt - объем дыхания (мл), f - частота дыхания.

**Основные параметры ИВЛ:**

 •Частота механических вдохов (ventilator rate-VR или frequency-f).

•Время вдоха (inspiratory time - T I)

•Время выдоха (expiratory time –Т E)

•Соотношение времени вдоха к времени выдоха (I:E ratio)

•Ограничение давления вдоха (Inspiration pressure - P in)

•Положительного давление конца выдоха -ПДКВ (РЕЕР)

•Пикового давление вдоха (peak inspiratory pressure-PIP)

По частоте вентиляции различают:

•дуффузионную (апноэтическую) вентиляцию (f=0)

•низкочастотную вентиляцию, f от 1 до 10 в мин

•нормочастотную или традиционную вентиляцию, f от 10 до 60 в мин

•высокочастотную вентиляцию - ВЧ ИВЛ, когда f от 60 до 400 в мин

•осцилляторную - f превышает 400 в мин

**Основные режимы ИВЛ**

•VCV-volume control ventilation (вентиляция с контролем по объему)

•PLV - pressure limited ventilation (вентиляция с ограниченным давлением)

•PCV-pressure control ventilation (вентиляция, контролируемая по давлению).

**Volume Control Ventilation** Недостатки: Доставляемый объем не соответствует потребностям больногоЧастое возникновение высокого давленияНеобходимость введения седативных препаратов для адаптации больного к аппаратуСпонтанное дыхание не может быть поддержано

 **Pressure Controlled Modes** Недостатки:Vt не гарантированРегулируется только peak pressure Окончание вдоха больного раньше контролируемого вдохаАсинхронизация дыханияВключение Pressure high тревог при попытках кашля или выдоха больного

**Вспомогательные режимы ИВЛ**

•**ACV**-Assist controlled ventilation (вспомогательная принудительная вентиляция – ВПВ)

•**IMV**- Intermittent mandatory ventilatior (перемежающая принудительная вентиляция- ППВ)

•**SIMV**- Sinchronized Intermittent Mandatory Ventilation (синхронизированная перемежающая принудительная вентиляция – СППВ)

•**ASB-Assist Spontaneous Breathing** или **PSV-pressure support ventilation**

•**SIMV+PSV** (вспомогательное спонтанное дыхание или поддержка давлением)

•**BIPAP-Biphasic Intermittent Positive Airway Pressure** (бифазное перемежающее положительное давление в дыхательных путях)

•**BIPAP+SIMV**

•**BIPAP+APRV** (**Airway Pressure Release Ventilation**)

ИВЛ с положительным давлением в конце выдоха (ПДКВ) **PEEP** - **Positive end-expiratory pressure**. При этом режиме вентиляции ПДКВ достигается при помощи либо специального блока (удерживает давление выдоха на заданном уровне или перекрывает линию выдоха дыхательного контура или добавляет дозированный поток газа, препятствующий дальнейшему снижению давления выдоха), либо "водяного замка" (погружение в воду на нужную глубину резинового шланга, надетого на патрубок выдоха).

**ПДКВ способствует:**

Оптимальному распределению воздуха в легких.

Увеличению функциональной остаточной емкости легких возрастанием остаточного и резервного объема выдоха.

Уменьшению шунтирования крови справа налево за счет включения в вентиляцию спавшихся альвеол.

Улучшению вентиляции нижних отделов легких и повышению их растяжимости.

Увеличению отношения PaO2/FiO2, снижению D(A-a)О2 и V D/V T.

Предупреждению разрушения и восстановлению активности сурфактанта.

Предупреждению альвеолярного интерстициального отека.

Предупреждению сдавливания альвеол и профилактике экспираторного закрытия дыхательных путей.

**Показания к ИВЛ с ПДКВ.**

Устранение ателектазов легких в конце обширных и длительных операций.

Респираторный дистресс-синдром, массивная пневмония.

Отек легких.

Гипоксемия на фоне FiO2> 0,8.

Выраженные нарушения механических свойств легких.

Относительные противопоказания к ИВЛ с ПДКВ - неустраненная гиповолемия и правожелудочковая недостаточность.

Следует помнить, что на фоне ПДКВ возможно уменьшение сердечного выброса, что устраняется либо путем увеличения темпа инфузии, либо применением инотропной терапии (допамин или добутрекс).

Основанием для снижения уровня ПДКВ являются поддержание РаO2 на уровне 80 мм рт. ст. при FiO2 менее 0,5 и РаO2 / FiO2 более 160.

Более простым и удобным методом обеспечения адекватности вентиляции легких является спонтанное дыхание под постоянным положительным давлением в дыхательных путях (**СДППД**). Режим ИВЛ **CPPV** (Continuous positive pressure ventilation) идентичен режиму **PEEP**, а режим **СРАР** (Continuous positive airway pressure – самостоятельное дыхание с постоянно положительным давлением в дыхательных путях) указывает на то, что при вентиляции в дыхательных путях сохраняется положительное давление.

**Показания к СДППД:**

Ателектаз легких.

Послеоперационная ДН.

Ранний посленаркозный период.

Состояния, сопровождающиеся тяжелой гипоксемией (снижение РаО2 ниже 50 мм рт ст, неэффективность оксигенотерапии при ингаляции 60% кислородом):

расстройство дыхания,

аспирационный синдром,

пневмония,

отек легких.

**ИВЛ с ограниченным Ppeak (PVL - Pressure limited ventilation).**

Метод показан больным, у которых увеличение Ppeak опасно из - -за высокой вероятности баротравмы (например, после операций на легких).

Предохранительный клапан регулируется для срабатывания при достижении определенного давления. При увеличении Ppeak выше этого предела часть воздуха будет сброшена в атмосферу.

Особенностью метода является то, что заданный МОД не обеспечивается, поэтому необходим его тщательный мониторинг.

**ИВЛ с периодическим раздуванием легких (CMV+Sign.).**

В современных респираторах для преодоления монотонности ИВЛ предусмотрен режим периодического (например каждые 100 дыхательных циклов) раздувания легкого. Объем воздуха устанавливается в 1,5 раза больше дыхательного объема.

Противопоказаниями к CMV+Sign. Является повышенная опасность баротравмы и неустраненная гиповолемия.

**ИВЛ с управляемым давлением и инверсированным отношением вдох/выдох.**

Особенности ИВЛ:

Ppeak, танспульмональное давление и минутный объем ниже, чем при объемной ИВЛ, и могут не соответствовать параметрам, выставленным на аппарате ИВЛ.

Продолжительность вдоха больше продолжительности выдоха.

Чем короче выдох, тем больше "внутренний" ПДКВ.

Распределение вдыхаемого газа и оксигенация артериальной крови лучше, чем при объемной ИВЛ.

ИВЛ можно проводить меньшим дыхательным объемом, чем при объемной ИВЛ.

**BIPAP- сочетание ИВЛ и самостоятельного свободного дыхания**



Принцип вентиляции BIPAP- сочетание ИВЛ и самостоятельного свободного дыхания

Преимущества BIPAP

•Уменьшение механического воздействия на легкие

•Возможность применения одного режима вентиляции от интубации до экстубации

•Наиболее комфортабельный режим ИВЛ для пациента

•Отсутствует необходимость седации пациента

•Легкость установки параметров

•Широкий спектр возможного применения

•Минимальное количество тревог

Постоянная компенсация работы дыхания по сопротивлению трубки:

•ATC меняет давление поддержки в соответствии с потоком. В отличие от обычной PS исключена недостаточная или избыточная компенсация.

•Увеличена комфортность дыхания больного.

•Улучшена синхронизация при вспомогательной вентиляции.

•Давление в трахее – на мониторе. Для этого нет необходимости в инвазивном измерении.

**Высокочастотная струйная искусственная вентиляция легких (HFJV - High-frequency jet ventilation).**

При этом режиме ИВЛ регулируются частота вентиляции, рабочее давление в шланге с кислородом и отношение Т I : Т E .

Инжекционная ВЧ ИВЛ. Через инжектор, присоединенный к интубационной трубке, подается струя кислорода под давлением 2-4 кгс/см2. При прерывании кислородного потока наступает пассивный выдох. Струя кислорода создает подсос атмосферного воздуха (эффект Вентури).

**Особенности ВЧ ИВЛ.**

ВЧ ИВЛ проводится в негерметичном контуре.

Больной хорошо адаптируется к респиратору.

Возможно проведение ИВЛ без интубации трахеи.

Способы увлажнения вдыхаемого газа.

Капельное введение через тонкую иглу изотонического раствора хлорида натрия со скоростью 25-30 мл/ч.

Обогревание и увлажнение подсасываемого воздуха осуществляется путем подачи в инжектор теплого пара из ингалятора

**Неинвазивная вентиляция (NIV)**



**Масочная вентиляция - NIV**

 ***Преимущества***

 •Возможен словесный контакт с больным

•Предотвращает интубационные повреждения трахеи

•Снижает риск инфекции дыхательных путей при респираторной недостаточности:

•Снижение необходимости интубации и реинтубации трахеи

•Снижение смертности

•Снижение койко-дней в реанимации

 •Возможна ранняя экстубация

***Риски:***

•Ложные показания (переоценка возможностей NIV)

•Неправильное использование может привести к респираторной недостаточности

•Возможность возникновения аспирации

•Недостаточное увлажнение верхних дыхательных путей

•Развитие некрозов от маски

NIV: Синхронизация при спонтанном дыхании больного

**Опция NIV позволяет проводить традиционную и масочную вентиляцию одним аппаратом при любых режимах!**

***Выбор трубки или маски***

•NIV автоматически определяет и компенсирует утечки

•Соответствие мониторинга

•Смена на NIV-смена цвета на экране - исключает ошибки

**Адаптация больного к аппарату ИВЛ.**

***Причины нарушения адаптации больного к аппарату ИВЛ следующие:***

Гиповентиляция (недостаточный МОД).

Нарушение проходимости верхних дыхательных путей (скопление мокроты, крови и д.т.).

Патология легких (отек легких, ТЭЛА, ателектазы, пневмония, бронхиальная аспирация, пневмоторакс).

Нарушение центральной регуляции дыхания.

Осложнения технического характера (попадание интубационной трубки в правый бронх).

Нарушение периферического кровообращения с развитием метаболического ацидоза.

Болевой синдром.

Смена аппарата ИВЛ.

Причины и виды нарушения адаптации больных к аппарату ИВЛ и методы синхронизации (Кассиль В.Л., 1987).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Причина нарушения синхронизации | Вид нарушения синхронизации | Метод устранения десинхронизации |
| Недостаточный МОД | Вставочные вдохи, опережение вдоха | Увеличение МОД |
| Нарушение проходимости ДП | Вставочные вдохи, опережение вдоха | Аспирация мокроты, бронхоскопия |
| Отек легких, пневмония, «шоковое легкое» | Полное несовпадение ритмов, вставочные вдохи | Создание ПДКВ, сочетанная ИВЛ |
| Пневмоторакс | Полное несовпадение ритмов, сопротивление на высоте вдоха | Дренирование плеврольной полости, ВЧ ИВЛ |
| Нар. перифер. к/о, метаб. ацидоз | Вставочные вдохи | Препараты реологического действия, NaHCO3, фибринолизин, ВЧ ИВЛ |
| Боль при дыхании | Сопротивление на высоте вдоха | Обезболивание |
| Нар. центр.регул. дыхания, судороги | Полное несовпадение ритмов | Фарм.угнетение самостоятельного дыхания, противосудорожные препараты |
| Агония, странгул.асфиксия, астмастатус | Полное несовпадение ритмов | Миорелаксанты |
| Тех.неисправности (соскальзывание трубки в бронх, перераздувание манжеты, нарушение герметизма системы и т.д.) | Полное несовпадение ритмов | Устранение неисправностей, изменение положения трубки |

**Уход за больными, находящимися на ИВЛ.** В течение всего времени проведения ИВЛ больного следует поворачивать на бок в дневное время каждый час, в ночное - каждые 3 часа. При отсутствии противопоказаний (ЧМТ, ОНМК, травма позвоночника, отек легких, выраженный парез кишечника) 2-3 раза в сутки больному необходимо придавать положение постурального дренажа путем подъема ножного конца кровати на 30°.Санацию трахеобронхиального дерева выполняют после ИВЛ в течение 2—3 минут с увеличенным на 20% дыхательным объемом FiO2 = 1,0 или после перевода больного на режим высокочастотной ИВЛ на 5-10 минут. Обычно выполняется 3-4 санации с продолжительностью каждой 15-20 секунд (не более!). По окончании процедуры дыхательный объем и FiO2 постепенно снижают до исходного уровня.

**Отключение от аппарата ИВЛ.** Отключение больного от аппарата ИВЛ и экстубацию трахеи целесообразно начинать в утренние часы, так как вечером и ночью "бдительность" персонала отделения интенсивной терапии несколько притупляется.При ИВЛ менее суток основаниями для отключения больного от респиратора являются восстановление сознания, мышечного тонуса, самостоятельного дыхания, стабильные показатели гемодинамики, отсутствие выраженной гиповолемии и других метаболических нарушений.Перевод больного на самостоятельное дыхание осуществляется через вспомогательную вентиляцию с постепенным и плавным прекращением респираторной поддержки.

 **Режимы ИВЛ**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Режим ивл** | **Переключение со вдоха на выдох** | **Переключение с выдоха на вдох** | **Возможность с/м дыхания** | **Возм–ть использования для перевода с ивл на самостоятельное дыхание** | **Преимущества** |
| По **V** | По **Т** | По **P** | По **потоку** | По **Т** | По **P** |
| Принудительная ИВЛ | + |  |  |  | + |  |  |  | Проводят в отсутствии попыток самостоятельного дыхания |
| Вспомогательно – принудительная ИВЛ | + |  |  |  | + | + |  |  | Позволяет использовать попытку самостоятельного вдоха для запуска аппаратного вдоха |
| Перемежающаяся принудительная ИВЛ | + |  |  |  | + |  | + | + | Снижение среднего давления в дыхательных путях.Устанавливается определенное количество аппаратных вдохов (т.е. задается мин. гарантированный дыхательный объем) |
| Синхронизированная перемежающаяся принудительная ИВЛ | + |  |  |  | + | + | + | + | Низкое среднее давление в дыхательных путях (менее выражено неблагоприятное влияние на кровообращение, менее выражена баротравма легких, позволяет устанавливать более высокое ПДКВ).Облегчает перевод с ИВЛ на самостоятельное дыхание.Снижает потребность в седативных препаратах и миорелаксантах. |
| ИВЛ с поддерживающим давлением |  |  |  | + |  | + | + | + | Применяется при сохранном самостоятельном дыхании и предназначена для увеличения дыхательного объема. |
| ИВЛ с управлением по давлению |  |  | + |  | + |  |  |  | Инспираторный поток снижается по мере повышения давления в дыхательных путях и прекращается по достижению заданного максимума. |
| ИВЛ с гарантированным минутным объемом дыхания |  |  |  |  |  |  | + |  | Спонтанные и аппаратные вдохи в сумме составляют заданный минутный объем дыхания. |
| ИВЛ с управлением по давлению и обратным соотношением вдох/выдох |  |  | + |  | + |  |  |  | Ограничение инспираторного давления в сочетании с такой настройкой частоты аппаратных вдохов и продолжительности вдоха, чтобы продолжительность вдоха превышала продолжительность выдоха. |
| ИВЛ с периодическим снижением давления в дыхательных путях. |  | + |  | + |  | + |  |  | Облегчает выдох, что стимулирует самостоятельное дыхание. |
| ВЧ инжекционная ИВЛ |  | + |  | + |  | + |  |  | Не имеет преимуществ перед стандартными режимами ИВЛ. |