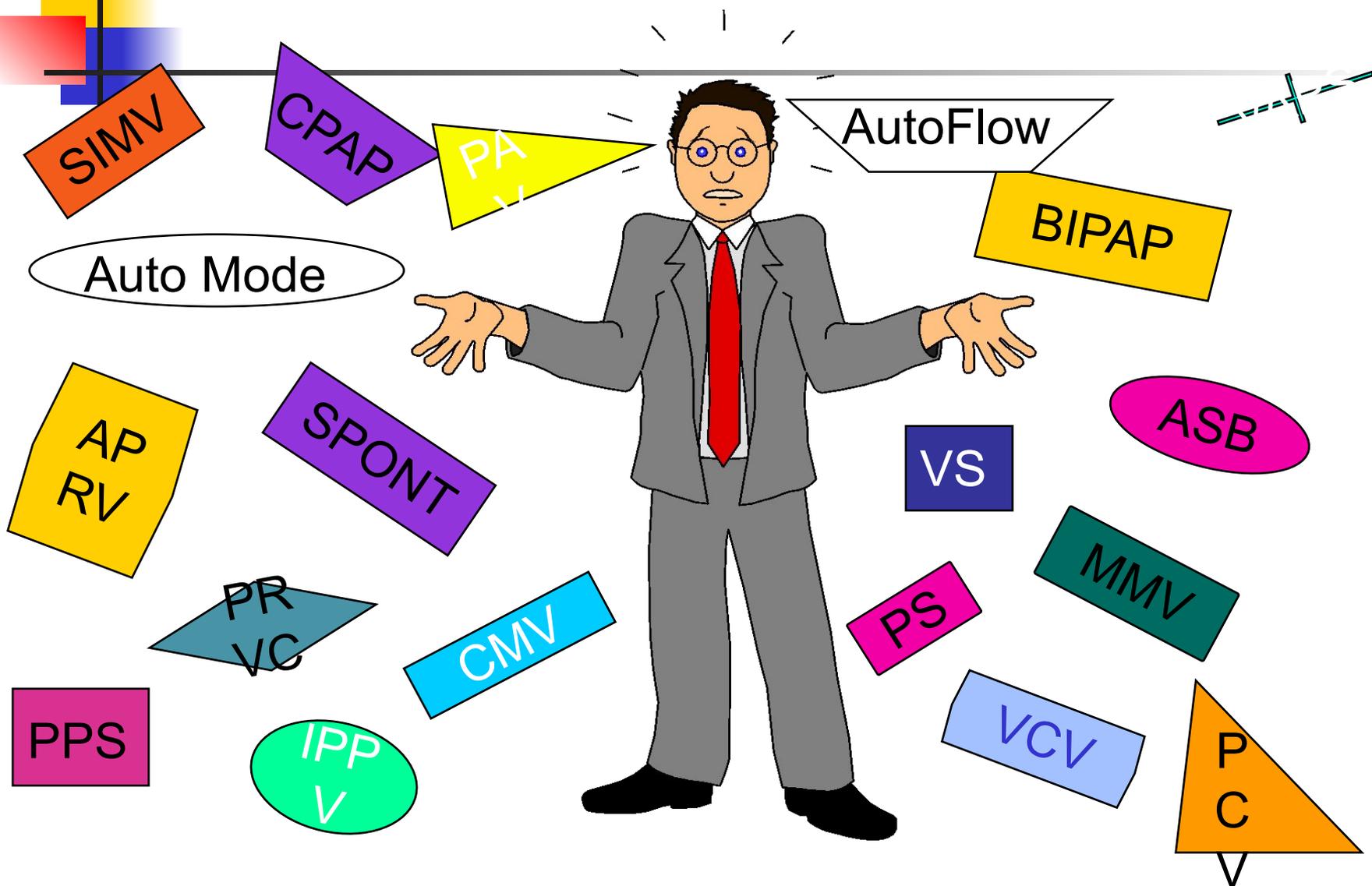


Аппаратная конвективная вентиляция легких

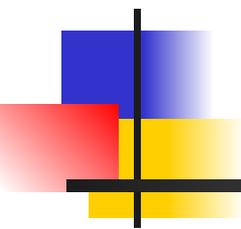


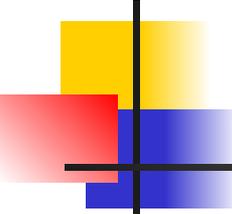
О.В.Военнов,
2017 г.

Как это применять?



АВЛ

- 
-
- ИВЛ с помощью высокотехнологических микропроцессорных устройств – аппаратов ИВЛ (респираторов)



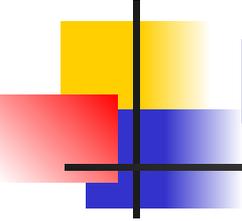
АВЛ

1. Конвективная с ППД:

- Инвазивная
- Неинвазивная

2. Высокочастотная

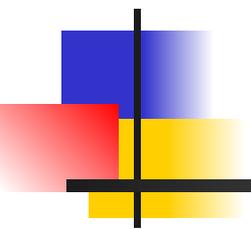
- струйная
- инъекционная
- осцилляторная

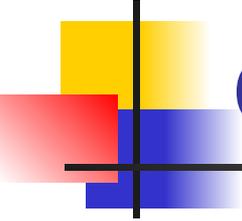


Цель АВЛ

- Симптоматическое и/или этиопатогенетическое замещение/протезирование внешнего дыхания и газообмена
- Нормализация метаболизма/гемодинамики/уровня сознания

Задачи АВЛ

- 
-
1. нормализация механики дыхания и уменьшение работы дыхательной мускулатуры
 2. предупреждение повреждения легких
 3. нормализация газового состава крови
 4. адаптация дыхательной смеси

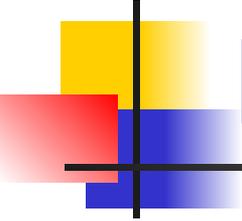


Материально-техническое обеспечение АВЛ

- Фармакологическое обеспечение перевода на АВЛ (атропин, гипнотики, миорелаксанты)
- Расходные материалы (дыхательный контур, фильтры, фильтры ТВО, искусственный воздуховод ЭТТ/ТСТ, гибкий соединитель)
- Аппарат ИВЛ

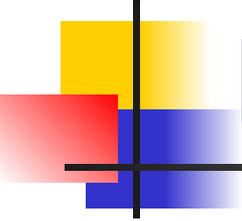
Технологические основы АВЛ

- Программы управления ЕДЦ
- Способы управления ЕДЦ (VC, PC, DC)
- Алгоритмы дыхания (CMV, A/C, IMV, SIMV, SIMV+PS, CSV)
- Паттерны дыхания
- Логические схемы управления аппаратом ИВЛ



Режим АВЛ

- Комбинация ЕДЦ с различными программами триггирования, лимитирования, циклирования с алгоритмами дыхания и логическими схемами управления



Режим АВЛ

- Modes (англ) – метод или режим
- под режимом следует понимать «набор параметров, определяющих взаимосвязь пациента и аппарата ИВЛ, т.е. некоего стереотипа, шаблона, модели, паттерна дыхания» (R.L.Chartburi, 2001).



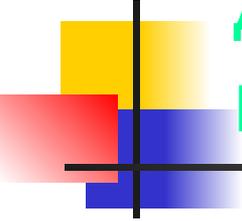
Режим АВЛ

1. Способ формирования или управления единичным дыхательным циклом;
 2. Способ формирования дыхательного ритма или согласования вдохов;
 3. Фазовые переменные, характеризующие единичный вдох (триггер, лимит, циклирование, базовое давление)
- VC-SIMV+PS

Классификация режимов

АВЛ

- 1) Режимы с контролем единичного цикла по объёму (лимитирование потоком, циклирование объёмом, сетпойнт):
 - VC-A/C
 - VC-CMV
 - VC-SIMV
 - VC-SIMV+PS

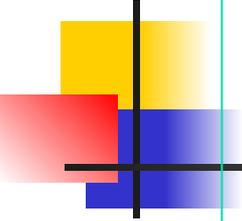


2) Режимы с контролем ЕДЦ по давлению (лимитирование давлением, циклирование по времени, сетпойнт)

- PC-A/C
- PC-CMV
- PC-SIMV
- PC-SIMV+PS
- BIPAP (PC-SIMV+2PS)

3) Режимы с двойным контролем ЕДЦ (вентиляция автосетпойнт)

- PLV (лимитирование давлением, циклирование объёмом или лимитирование потоком, циклирование объёмом или давлением)
- VAPS (лимитирование потоком, циклирование объёмом или лимитирование давлением, циклирование потоком)



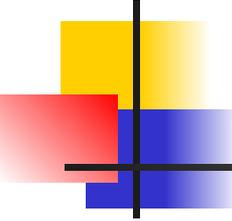
4) Режимы с двойным контролем от цикла к циклу (адаптивная вентиляция)

- PRVC (тестовый VCV, основной PCV)

5) Оптимальная адаптивная вентиляция (ASV, ISV)

6) Поддержка спонтанного дыхания:

- с одним уровнем давления CPAP
- с двумя уровнями давления BiPAP
- с циклированием по потоку (PS, PAV, VS)



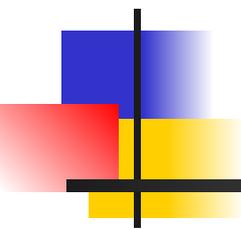
Аппарат ИВЛ

- Обеспечивает газообмен (МВ) между внешней средой и альвеолярным пространством легких
- Управляет концентрацией кислорода во вдыхаемой смеси
- Адаптирует вдыхаемую смесь (увлажняет, согревает, защищает)
- Спирометрия

Повреждение лёгких ассоциированные/индуцированные

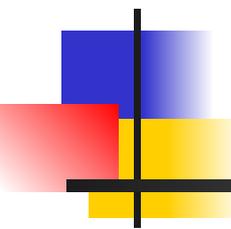
- Избыточное повышение давления в альвеолах (баротравма легких),
- Поступление избыточного объема воздуха в легких (волюмотравма)
- Повторение циклов закрытия–раскрытия альвеол (ателектотравма)
- Гипероксигенация
- Инфекционные

Концепция профилактики вентилятор-индуцированных повреждений лёгких

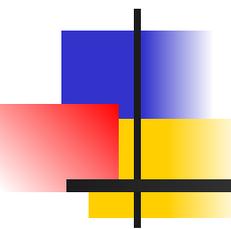


- Протективная вентиляция лёгких
- «открытыми отдыхающими легкими» («open lung rest») (Plytz F. et al., 2004).

Основными предпосылками протективной вентиляции легких являются:

- 
- Малые дыхательные объемы (V_T 6-9 мл/кг)
 - Низкие пиковые давления P_{aw} (PAI)
 - $PEEP$ больше чем CCP -давление закрытия (CCP - critical closing pressure)
 - PCV – в виде основного вентиляционного режима ИВЛ
 - Минимально-допустимая FiO_2

Концепция «безопасной ИВЛ»

- 
- 1) пиковое давление в дыхательных путях не более 35 см вод. ст.;
 - 2) дыхательный объём не более 6-9 мл/кг массы тела;
 - 3) частота дыхания и минутный объём вентиляции минимально необходимые, для поддержания P_aCO_2 на уровне 34-55 мм рт.ст.;

Концепция «безопасной ИВЛ»

- 4) скорость пикового инспираторного потока в диапазоне от 30-40 до 70-80 л/мин;
- 5) профиль инспираторного потока нисходящий;
- 6) фракция кислорода в дыхательной смеси минимально необходимая для поддержания достаточного уровня оксигенации артериальной крови и транспорта кислорода к тканям;

Концепция «безопасной ИВЛ»

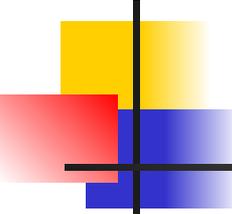
7) выбор PEEP в соответствии с НТП;

8) отношение вдох/выдох не инвертировать
отношение вдох/выдох более 1,5:1;

9) синхронизация больного с респиратором
использование седативной терапии и при
необходимости непродолжительной
миоплегии, а не длительной
гипервентиляцией.

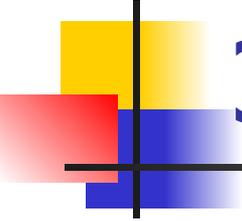
Начальные условия вентиляции

- F_iO_2 – 1 – 0,3
- РЕЕР – 5 см вод. ст
- ДО – 6-9 мл/кг
- Р пик – 15 см вод. ст (+5 к РЕЕР)
- ЧД – 10 – 15
- PS - 15 см вод. ст (+5 к РЕЕР)
- I:E - 1:2
- Триггер потока – 2 л/мин
- Триггер давления – 1 – 3 см вод. ст



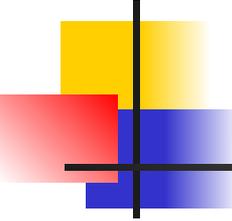
Основные принципы современной респираторной терапии

- Адаптация вентилятора к нуждам пациента, а не наоборот
- Использование параметров вентиляции с наименьшими необходимыми пациенту значениями
- Использование режимов с учётом наименьшей необходимой пациенту РП
- Обязательный мониторинг АВЛ (спирометрия, газовый состав крови)



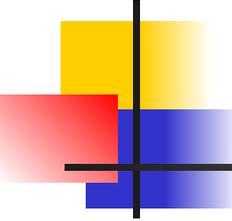
Этапы проведения АВЛ

- Начальный – перевод на АВЛ
- Основной – осуществление АВЛ с учётом потребности пациента в степени респираторной поддержки
- Прекращение АВЛ



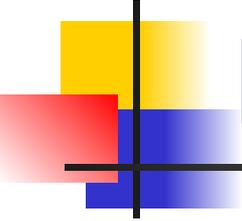
Начальный этап/показания для перевода на АВЛ

- Неэффективность внешнего дыхания и газообмена (тахипноэ более 35 в мин, брадипноэ менее 8 в мин, патологические ритмы, артериальная гипоксемия и гиперкапния)
- Депрессия сознания до 9 баллов по ШКГ
- Нарушение рефлексов с ВДП (глотания)



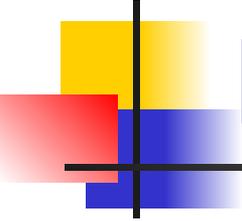
Начальный этап/показания для перевода на АВЛ

- Шок, ОЛЖН
- Метаболические нарушения
- СПОН



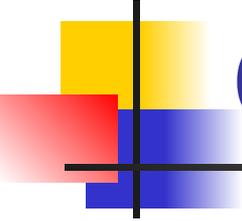
Вопросы обеспечения АВЛ

- Санация ДП
- Питание через НГЗ
- Мероприятия по уходу
- Респираторная седация и миорелаксация
- АБТ
- Мониторинг и оптимизация параметров АВЛ



Мониторинг АВЛ

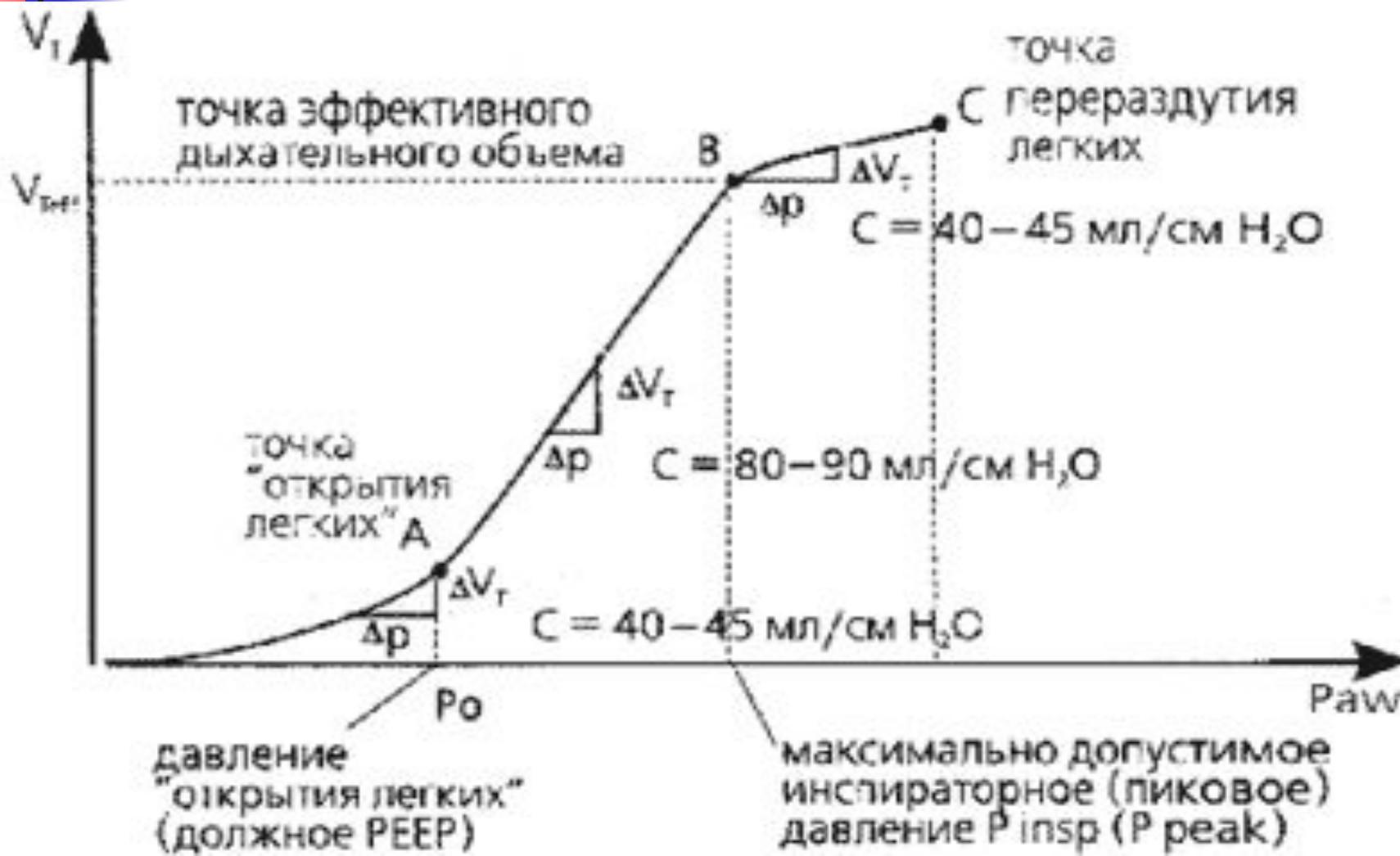
- Спирометрия
- Цифровой мониторинг
- Газовый мониторинг

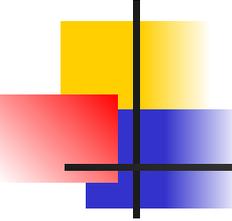


Спирометрия

- Графики зависимости параметра вентиляции от времени
 -  ПОТОК
 -  давление
 -  объём
- График взаимосвязи параметров вентиляции (петли)

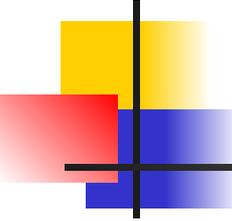
Статическая диаграмма объем - давление (по О.Е. Сатишуру, 2006).





LIP

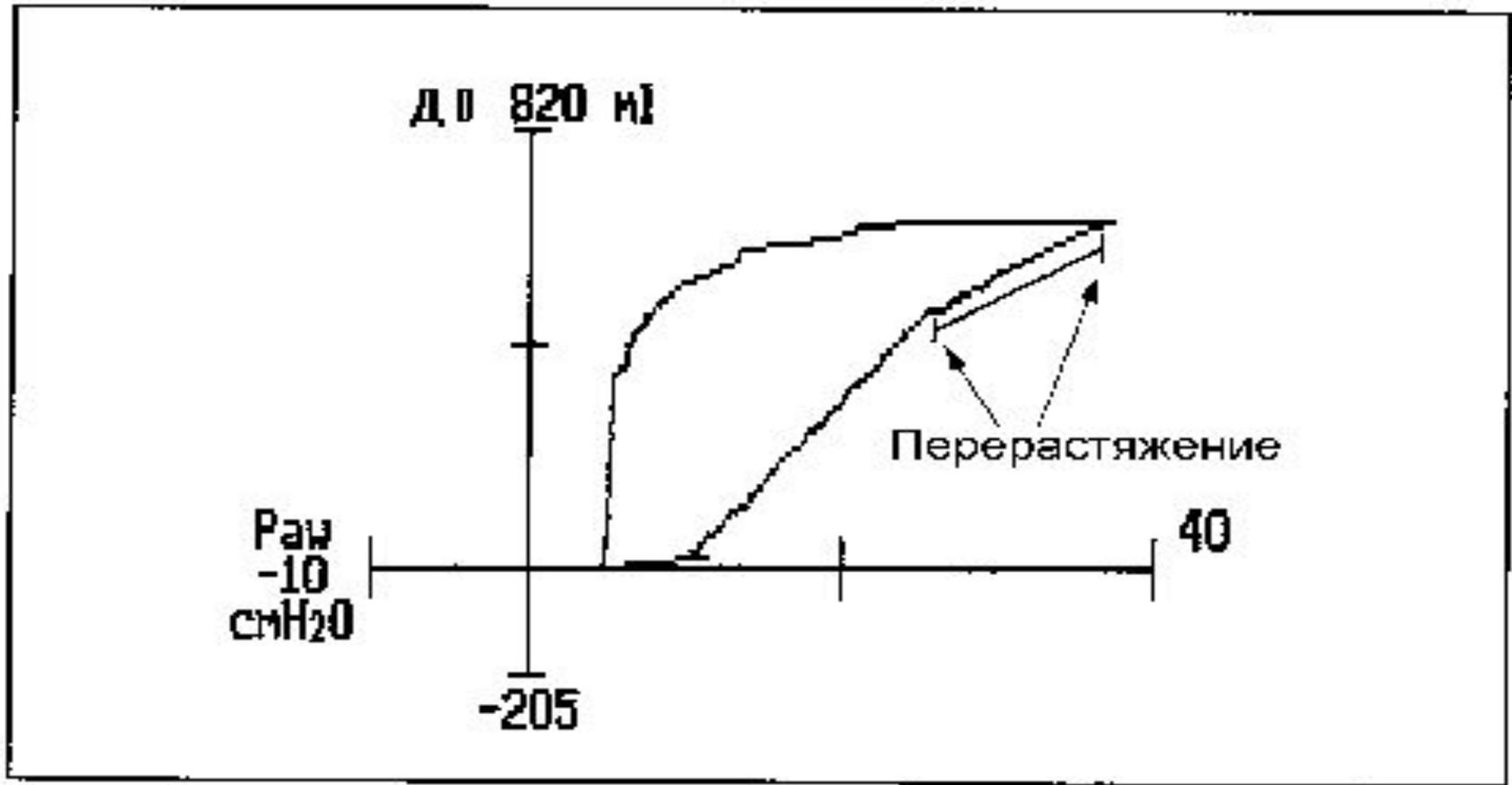
- При достижении величины давления, соответствующего нижней точке, альвеолы начинают открываться.
- Точка открытия/закрытия альвеол
- Ориентир для установки PEEP

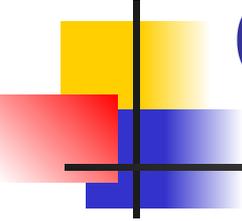


UIP

- При достижении давлением величины, соответствующей верхней точке перегиба, отмечается перерастяжение альвеол.
- Максимальные давления и объём

Перерастяжение



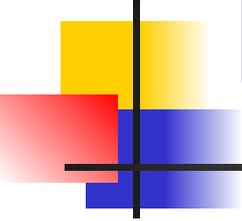


Сопротивление в ДП (Raw)

- Сопротивление дыхательных путей (R) рассчитывают как частное от деления разницы между P_{peak} и PEEP на величину пикового потока и характеризует изменения потока под влиянием давления

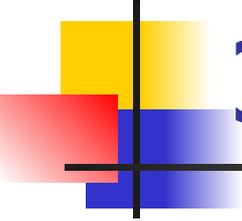
$$R = (P_{peak} - PEEP) : F$$

- У здоровых взрослых людей $R = 1,3 - 3,6$ см $H_2O / (л \cdot c^{-1})$, у детей – $5,5$ см $H_2O / (л \cdot c^{-1})$



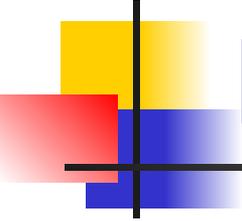
Податливость (C)

- Изменение объема легких при изменении давления
- $C = \Delta V / \Delta P$
- Характеризует эластические свойства легких и грудной клетки
- S – образная графическая зависимость – релаксационная кривая легких



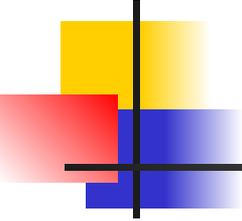
Эластичность

- Величина обратная податливости
- Мера упругости - отражает способность лёгких к сохранению своих форм и размеров
- Чем больше эластичность, тем меньше податливость
- Жёсткие лёгкие – низкая податливость, но большая эластичность



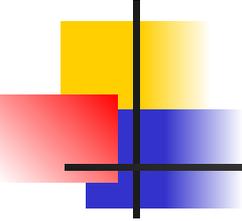
Постоянная времени

- Производство комплайенса и сопротивления в дыхательных путях
- Характеризует время необходимое для вдоха/выдоха при данных C и R
- t_e – 63% ДО, $2t_e$ – 85% ДО, $3t_e$ – 95% ДО, $5t_e$ – 99,9%

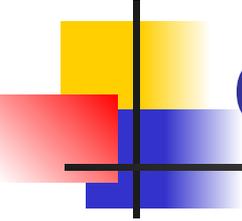


Диффузия газов

- P_{aO_2}/P_{aCO_2}
- Индекс оксигенации – P_{aO_2}/F_iO_2
- 500
- 300
- 200
- $ИО = (P_{aw} \times F_iO_2)/P_{aO_2}$

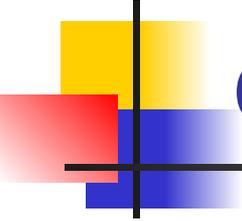


Капнометрия – измерение содержания (парциального давления) углекислого газа с помощью капнографа



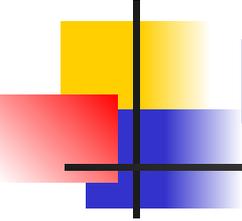
Оптимизация АВЛ на основном этапе

- Выбор способа контроля ДЦ
- Выбор алгоритма дыхания
- Выбор режима
- Оптимизация параметров единичного ДЦ
- Оптимизация МВ



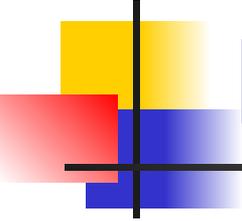
Выбор способа контроля единичного ДЦ

- Рестриктивные нарушения – РС
- Обструктивные нарушения – ВС с
СТОЯННЫМ ПОТОКОМ
- Церебральные и коронарные больные
– ВС/РС
- Кома + РДСВ – PRVC
- Преимущества не доказаны !!!



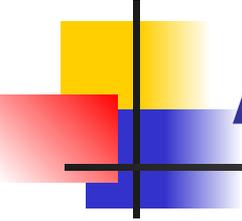
Выбор алгоритма дыхания

- От степени дыхательных усилий пациента и их количества
- A/C
- SIMV
- SIMV+PS
- PS



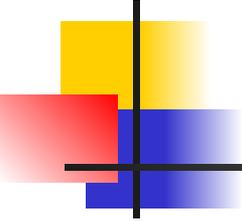
Выбор режима вентиляции

- Создать удобный для больного дыхательный цикл, число вдохов для нормовентиляции с учётом дыхательных усилий больного
- Важен не столько режим, сколько его параметры!!!



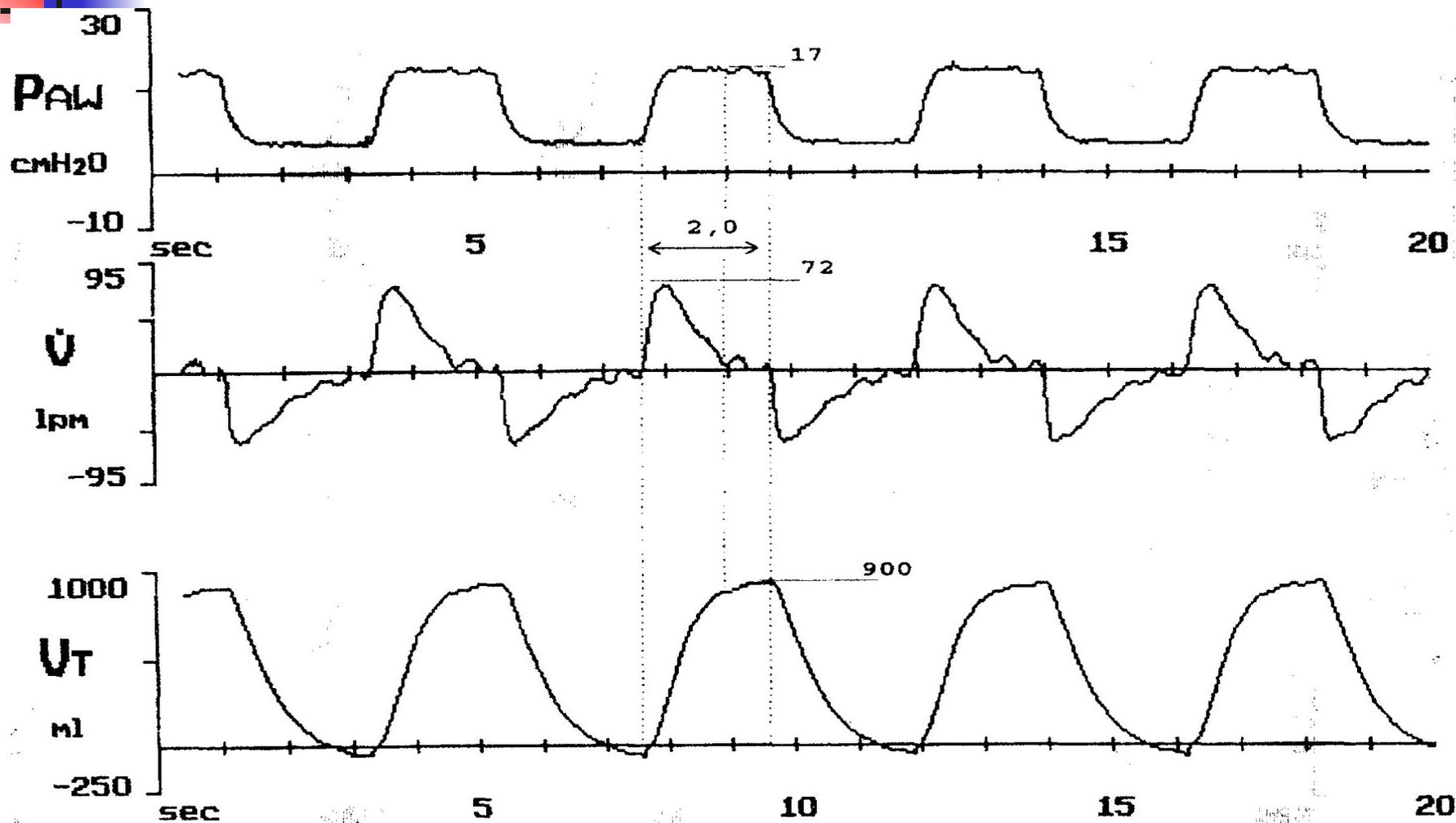
Оптимизация параметров АВЛ

- Время вдоха и выдоха
- Давление вдоха и поддержки
- Скорость доставки вдоха
- Уровень РЕЕР
- Значения ДО

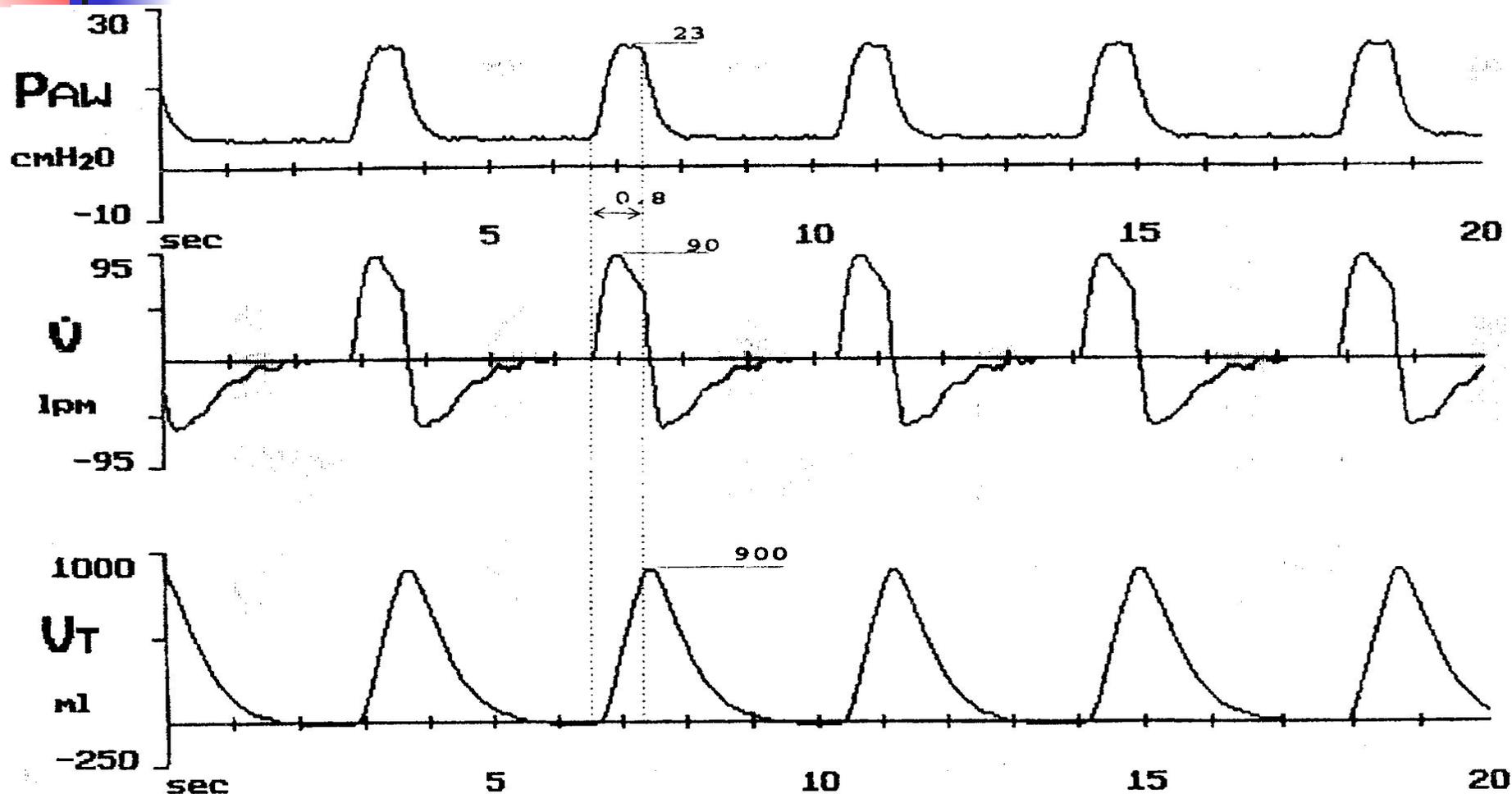


*Установка времени вдоха и
давления на входе при
вентиляции с управляемым
давлением (Pressure control
ventilation)*

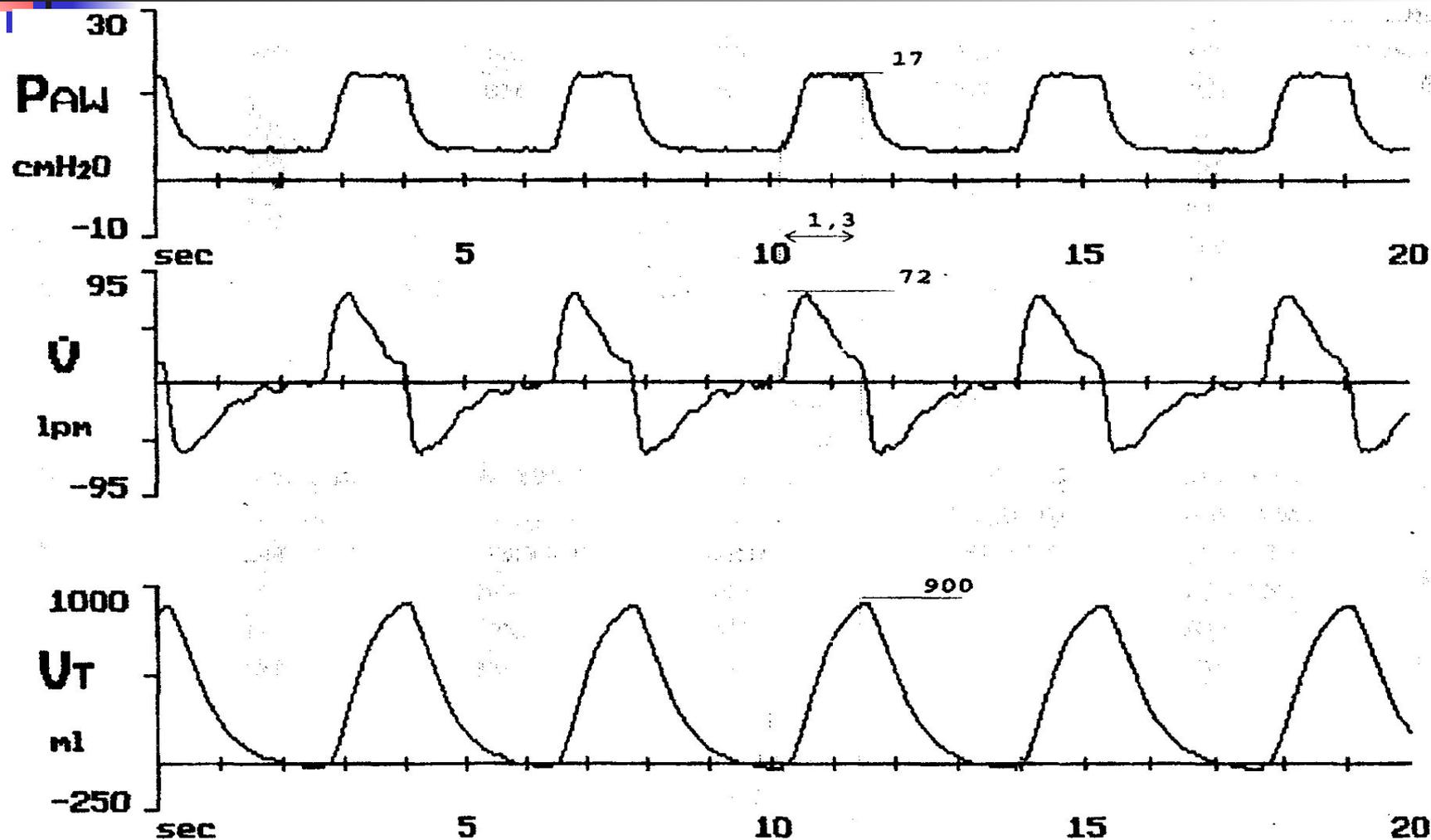
Избыточное время вдоха при Pressure control ventilation

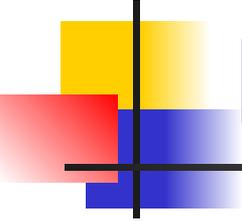


Избыточное давление на входе при Pressure control ventilation



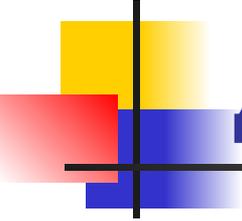
Оптимальный выбор давления на вдохе и времени вдоха при Pressure control ventilation





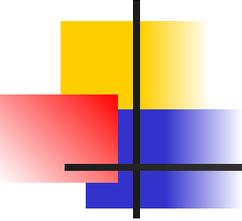
Время вдоха/выдоха

- Длительность вдоха устанавливается по времени достижения потока нулевого значения при установленном параметре P_I и P_{EEP}
- Обязательно оценивается время достаточности полноценного выдоха по экспираторной части кривой потока

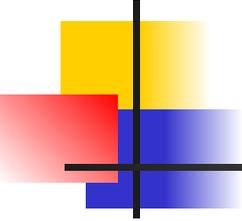


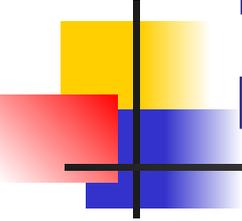
Давление на вдохе

- Найти то минимальное давление на вдохе при установленном PEEP при котором будет достигнут минимально необходимый ДО (мл/кг) для достижения минимально необходимой оксигенации артериальной крови



*Установка времени вдоха при
вентиляции с контролем по
объему*

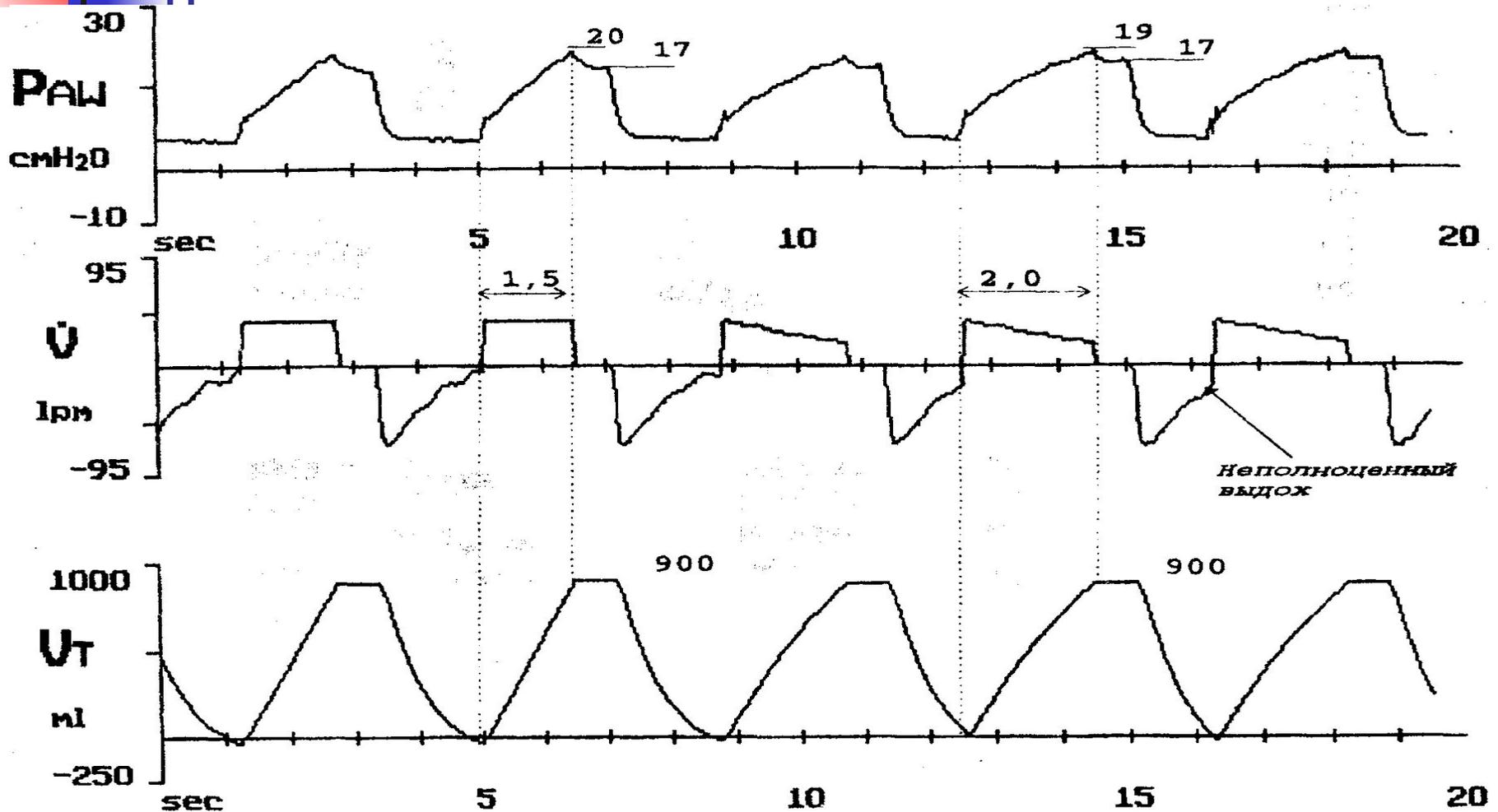
- 
-
- Вдох должен начинаться только по завершении выдоха предыдущего ДЦ
 - Время вдоха должно быть достаточным для обеспечения ДО при заданном потоке и не увеличивать PIP до опасного уровня

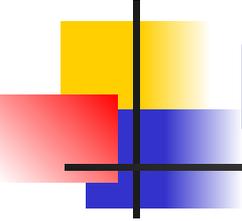


Неправильная длительность вдоха

- Слишком большое установленное время вдоха приводит к тому, что больной пытается дышать самостоятельно во время незавершенного вдоха.
- При слишком коротком времени вдоха больной начинает вдыхать во время незавершенного выдоха.
- Пациент не «садится» на аппаратный вдох – десинхронизация – некомфортное дыхание!!!

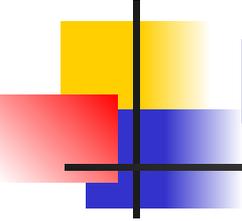
Влияние постоянного и уменьшающегося потока на время вдоха при VC





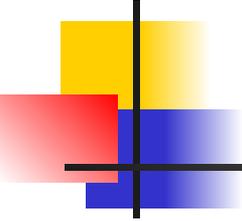
Незавершённость выдоха

- Анализ кривой потока позволяет диагностировать незавершенность выдоха в том случае, если кривая не возвращается к нулевой отметке. Следовательно, отношение вдоха к выдоху слишком велико. Иными словами, вдох слишком длинный, чтобы осталось время для выдоха. Описываемая ситуация приводит к развитию ауто-PEEP.



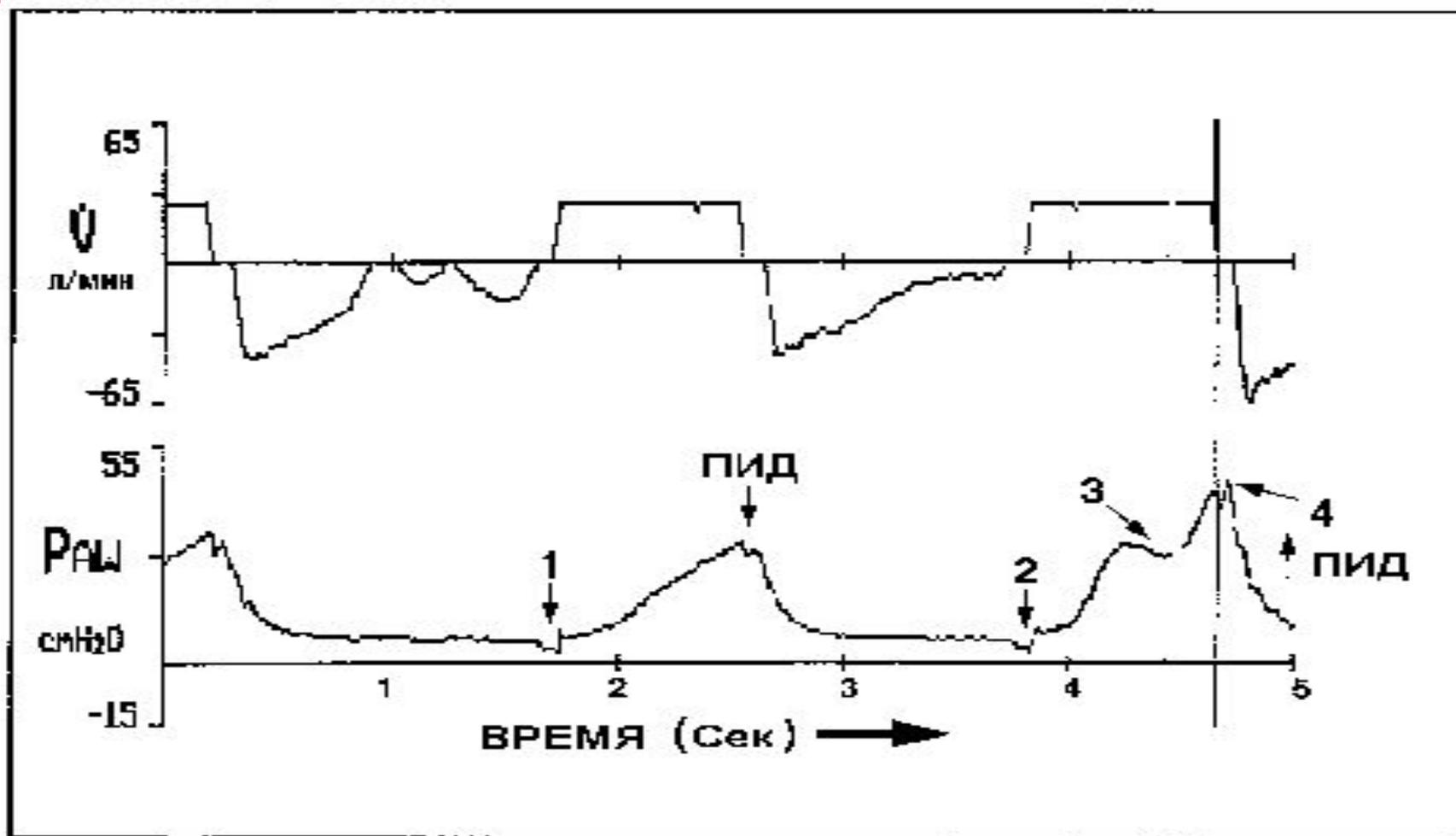
Незавершённость выдоха

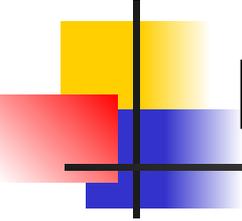
- Наиболее частая причина аппаратного тахипноэ
- Попытка вдоха для достижения полноценного выдоха



*Подбор скорости доставки
вдоха, адекватной
потребностям больного*

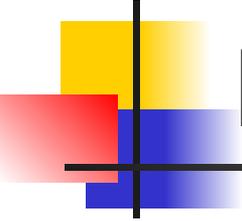
Несоответствие скорости потока потребностям больного





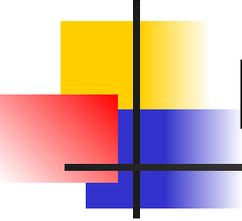
При проведении ИВЛ в РС

- оптимальной является такая скорость потока вдоха, которая обеспечивает практически вертикальный подъем кривой давления в дыхательных путях.
- при недостаточной скорости потока можно отметить изменение формы и наклона кривой давления.
- угол между ней и горизонтальной осью становится острым.
- появляются волны, соответствующие дополнительным дыхательным усилиям больного.



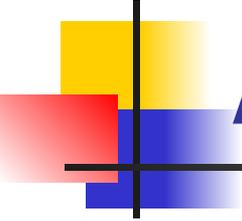
При проведении ИВЛ в VC

- Оптимальная скорость нарастания давления сопровождается линейной формой восходящей части кривой и приводит к поступлению максимально возможного дыхательного объема для данного уровня давления и податливости легких.



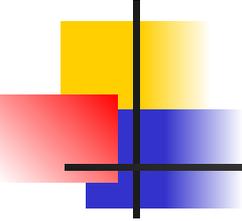
При проведении ИВЛ в VC

- недостаточная скорость нарастания давления в дыхательных путях сопровождается острым углом кривой давления
- При избыточной скорости на кривой давления появляются осцилляции.

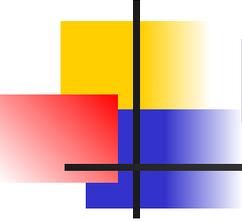


Адекватная доставка вдоха

- Скорость аппаратного вдоха чуть превышает скорость вдоха пациента
- Пациент «садится» на аппаратный вдох – нет десинхронизации – комфортное дыхание!!!

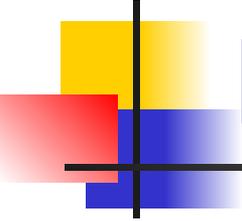


*Оценка достаточности
создаваемого давления
поддержки*



Подбор давления поддержки

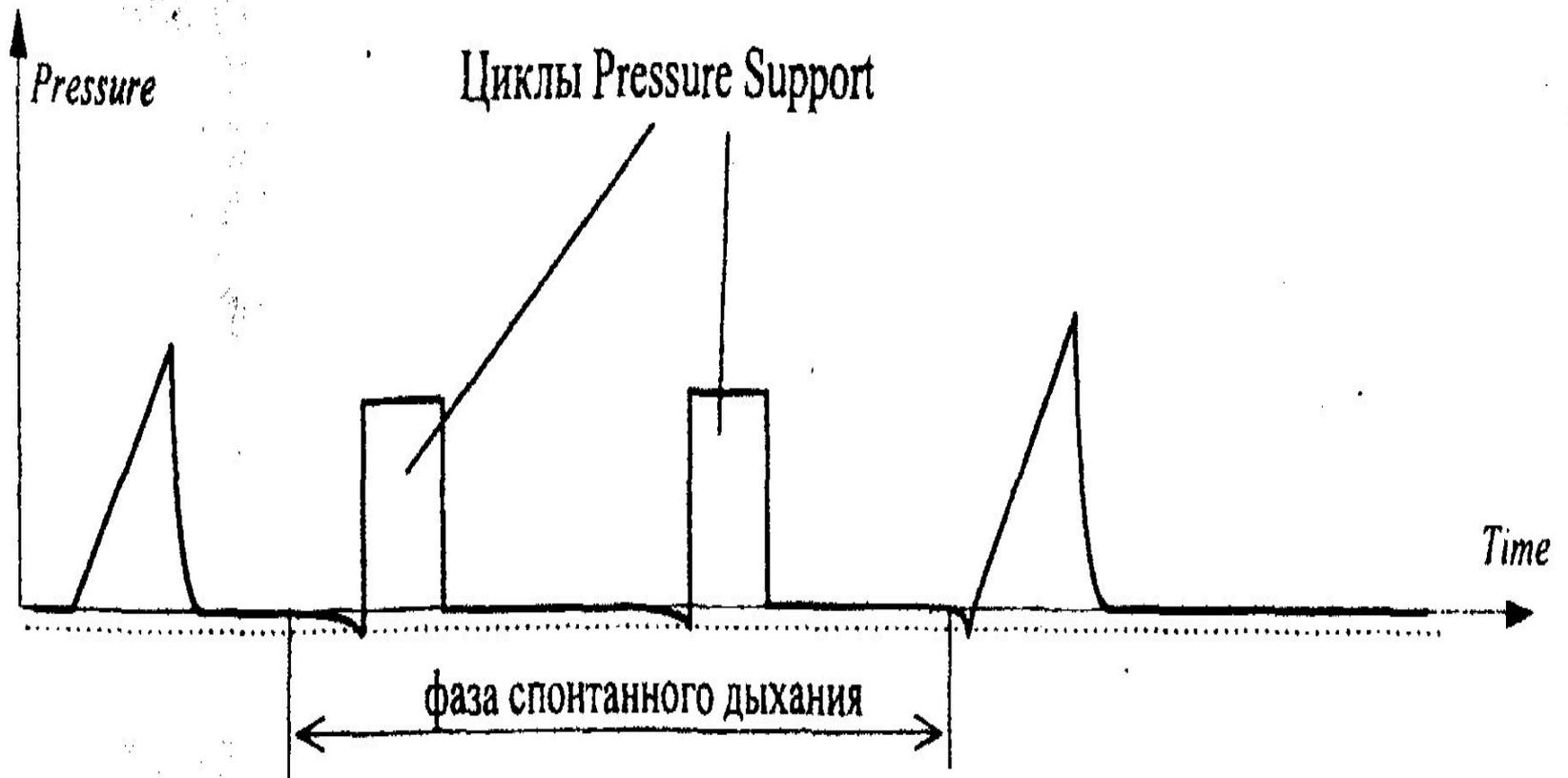
- При недостаточном давлении поддержки отмечается загрузлённая форма кривой потока, а на кривой давления отмечается подъём давления практически к концу вдоха
- Низкий ДО
- Недостаточная скорость доставки

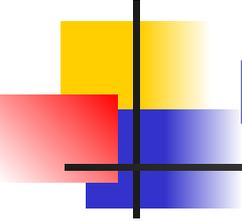


Подбор давления поддержки

- При высоком давлении поддержки отмечаются осцилляции на восходящем колене кривой давления
- Большой ДО
- Слишком большая скорость доставки

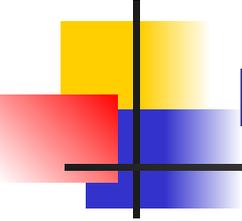
Адекватно подобанное давление *Pressure support*





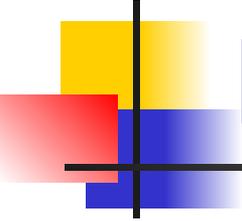
Управление длительностью вдоха при PS

- Критерий переключения с вдоха на
ВЫДОХ
- 25%
- 10-20% - рестриктивные лёгкие
- 30-40% - обструктивные лёгкие



Алгоритм подбора параметров при РС

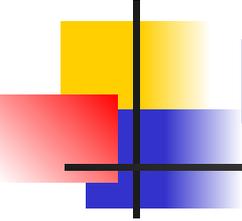
- РЕЕР по НТП
- Устанавливают длительность вдоха (по 0 потоку)
- Устанавливают количество вдохов по чувствительности триггера
- Устанавливают давление вдоха до нужного ДО
- При необходимости корректируют ЧД по МОД и по длительности выдоха, меняя чувствительность триггера



Выбор оптимального РЕЕР

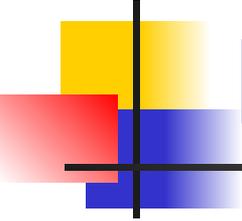
- Устанавливают 0 РЕЕР и делают 2 аппаратных вдоха
- Находят НТП по петле P/V
- + 1-2 см вод ст к нижней точке перегиба

- Поэтапное увеличение РЕЕР/FiO2



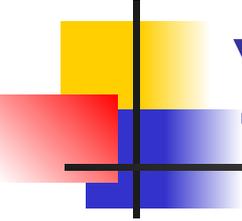
Выбор оптимального ДО

- Минимальный ДО при котором достигается минимально необходимая оксигенация
- Не может быть больше ВТП



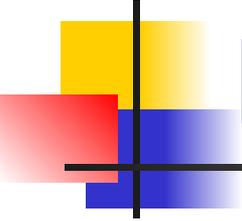
Выбор оптимального МО

- Нормовентиляция
- Рет СО2



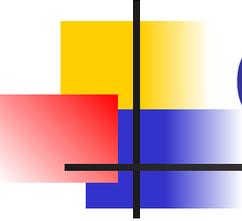
Условия прекращения АВЛ

- Сознание
- Дыхание и газообмен
- Гемодинамика
- Метаболизм
- Инфекции
- Мышечный тонус
- Рефлексы с ВДП



Прекращение АВЛ

- iSV/VS/PPS/PS
- Оксигенотерапия 3-5 л/мин
- Дыхание воздухом
- Поэтапная экстубация/деканюляция
- СД с инсуфляцией O₂ при необходимости



Тест спонтанного дыхания в CPAP

- CPAP 5 см вод ст – 30 мин
- Отсутствие признаков ДН:
ЧСС не более 120 в мин
ДО более 5 мл/кг
МВ адекватная
Нет тахипноэ и избыточной работы
дыхания
- Экстубация

Заключение



- Никакое искусственное дыхание не заменит самостоятельного дыхания
- Возможности современных вентиляторов позволяют улучшить прогноз при многих клинических ситуациях