



# ИВЛ. Что это такое?

Подготовила: Студенка 6 курса  
педиатрического факультета РНИМУ  
им. Н.И. Пирогова

Розанова Надежда Александровна

# О чем поговорим?

- История вопроса
- Задачи, цель, показания
- Приборы
- Краткий экскурс в теорию
- Безопасность

# Определение

- Под искусственной вентиляцией легких понимают перемещение воздуха между внешней средой и альвеолами под влиянием внешней силы.
- ИВЛ это протезирование функции внешнего дыхания.

# История вопроса

# История вопроса



Первым литературным упоминанием экспираторного способа ИВЛ иногда считают библейское описание оживления мальчика пророком Илией.

В 1530 году Парацельс с успехом применил при асфиксии вентиляцию через специальный ротовой воздуховод кожаными мехами, предназначенными для раздувания огня в камине.



# История вопроса

«Чтобы к животному возвратилась жизнь, надо сделать отверстие в стволе дыхательного горла, куда вставить трубку из камыша или тростника и дуть в неё, дабы лёгкое поднялось и доставляло животному воздух»

Andreas Vesalius

# История вопроса

В 1821 году во Франции Жан-Жак-Жозеф Леруа д'Этиоль сделал важный шаг — предложил дыхательный мех с мерной линейкой, позволявший дозировать объём вдоха.



# История вопроса

# История вопроса

В 1907 году небольшая компания Drager сделала для горноспасателей чемоданчик «Pulmoftx» с кислородным балоном, патефонным механизмом, вращавшим золотник, и лицевой маской на гибком шланге.

В пятидесятых тот же Drager выпустил первый серийный наркозный аппарат с автоматизированной ИВЛ — «Sulla».



# История вопроса

- Стимулами к созданию новых аппаратов ИВЛ становились эпидемии полиомиелита в XX веке.



# История вопроса



- Последний человек с железными легкими.
- Пол Александр



**А зачем нам это нужно?**

# Задачи

## *Физиологические*

### Поддержка обмена газов

- Альвеолярной вентиляции ( $P_aCO_2$  и  $P_H$ )
- Артериальной оксигенации ( $P_aO_2$  и  $SatO_2$ )

### Повышение объёма лёгких

- В конце вдоха (профилактика или лечение ателектазов, повышение оксигенации)
- В конце выдоха (повышение ФОЕ, улучшение  $V/Q$ , профилактика VILI и т. д.)

### Уменьшение работы дыхания

# Задачи

## *Клинические*

Лечение гипоксемии

Лечение дыхательного ацидоза

Защита от респираторного дистресса

Профилактика и лечение ателектазов

Поддержка работы дыхательной мускулатуры

Седатация и релаксация при оперативном вмешательстве

Стабилизация грудной клетки

Снижение системного и/или миокардиального потребления  $O_2$

# Цель

Нормальная оксигенация крови: SpO<sub>2</sub> - 95% и выше

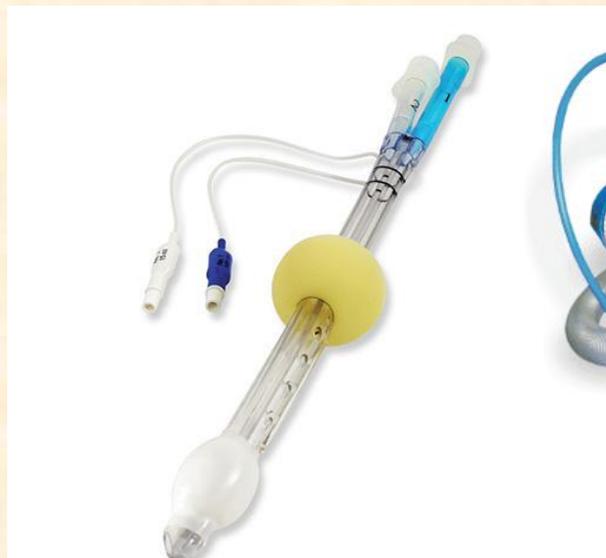
Нормокапния – показатели PetCO<sub>2</sub> в выдыхаемом воздухе должно находиться в диапазоне 4,8 – 5,7 % или 36 - 43 мм рт ст.

# Показания

1. При анестезиологическом пособии во время оперативного лечения.
2. Продленная ИВЛ после анестезиологического пособия.
3. Абсолютные показания в реанимации.
4. Относительные показания в реанимации.

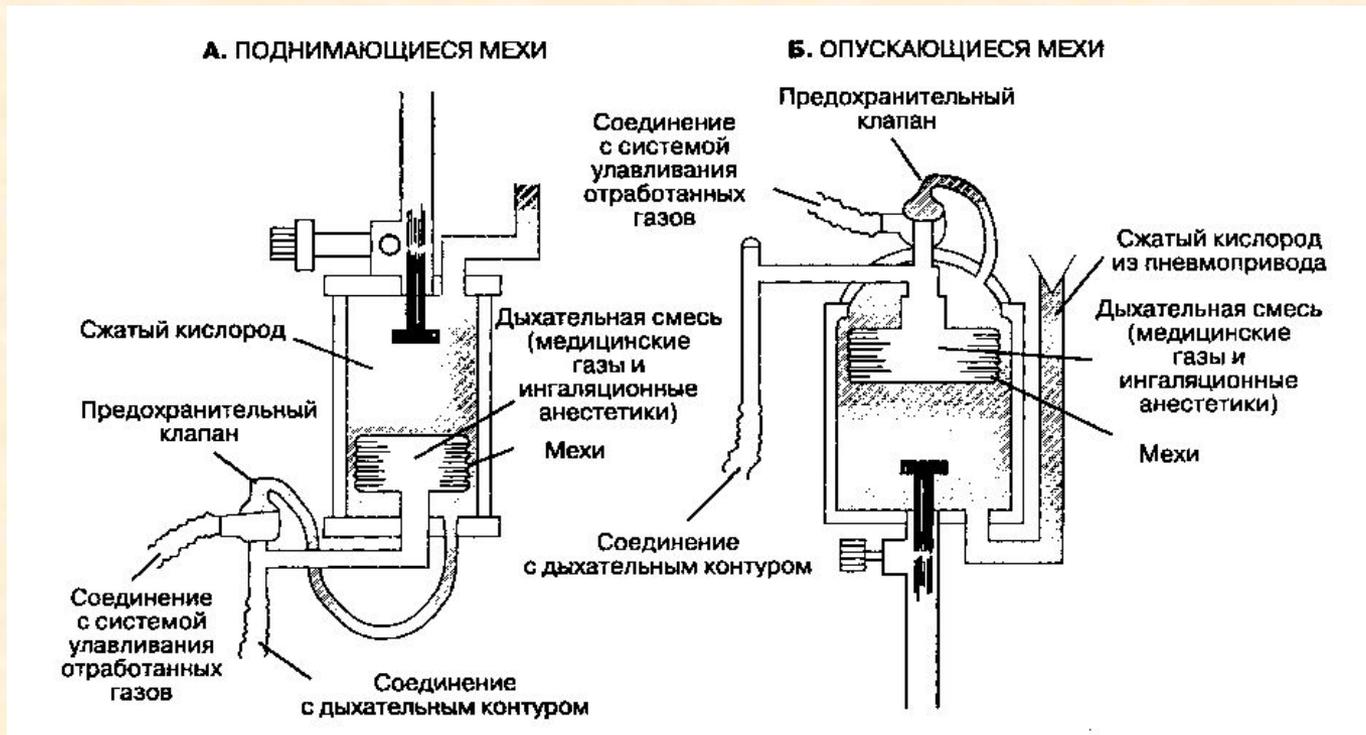
**Чем будем пользоваться?**

# Техника



# Техника

Аппарат ИВЛ состоит из нескольких основных частей таких как компрессор, электронные схемы, датчики, система клапанов.



# Техника



Прибор способствует поступлению газовой смеси с необходимой и допустимой концентрацией кислорода в легкие пациента под давлением.

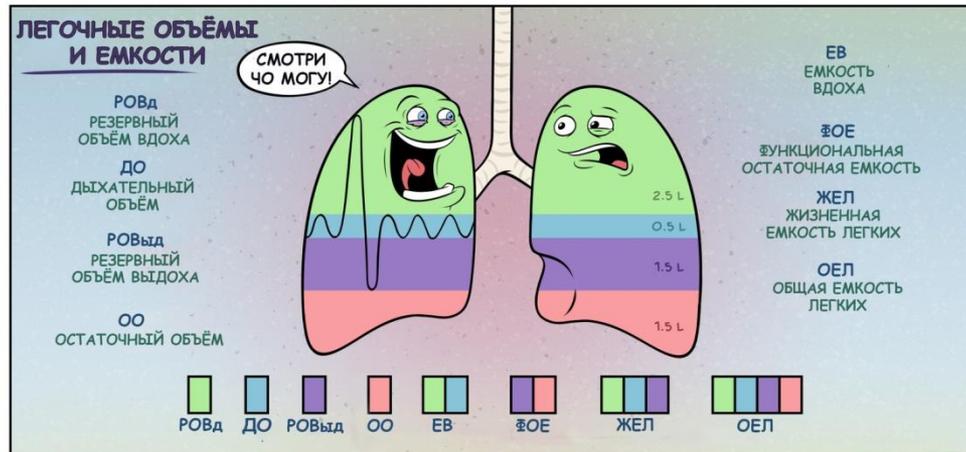
Подключаться аппарат ИВЛ может двумя способами: инвазивным и не инвазивным.



# Теория. Краткий экскурс в физику

# Респираторная механика

- Словарь:  
Time  
Volume  
Flow  
Pressue



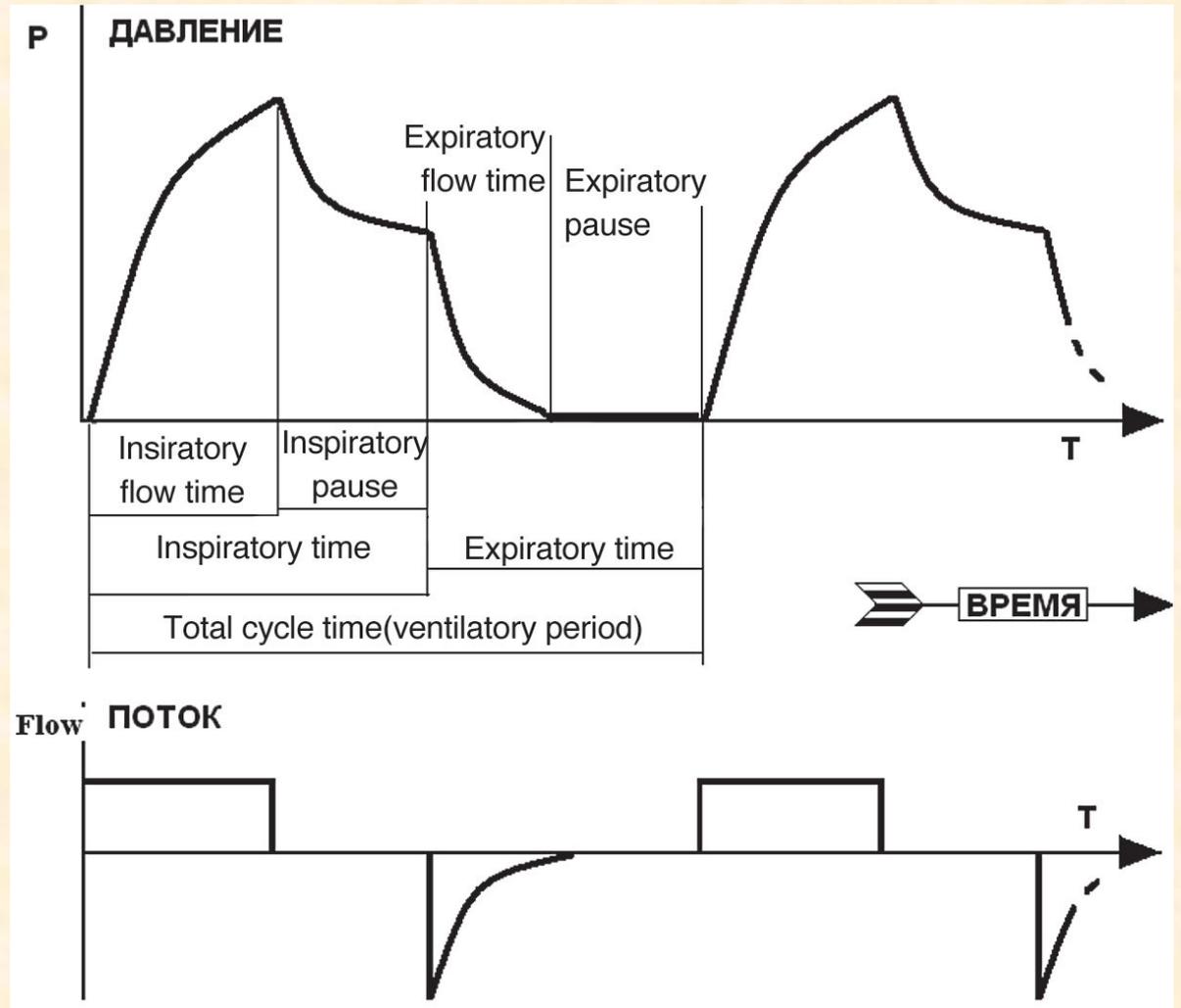
# Time

Вдох

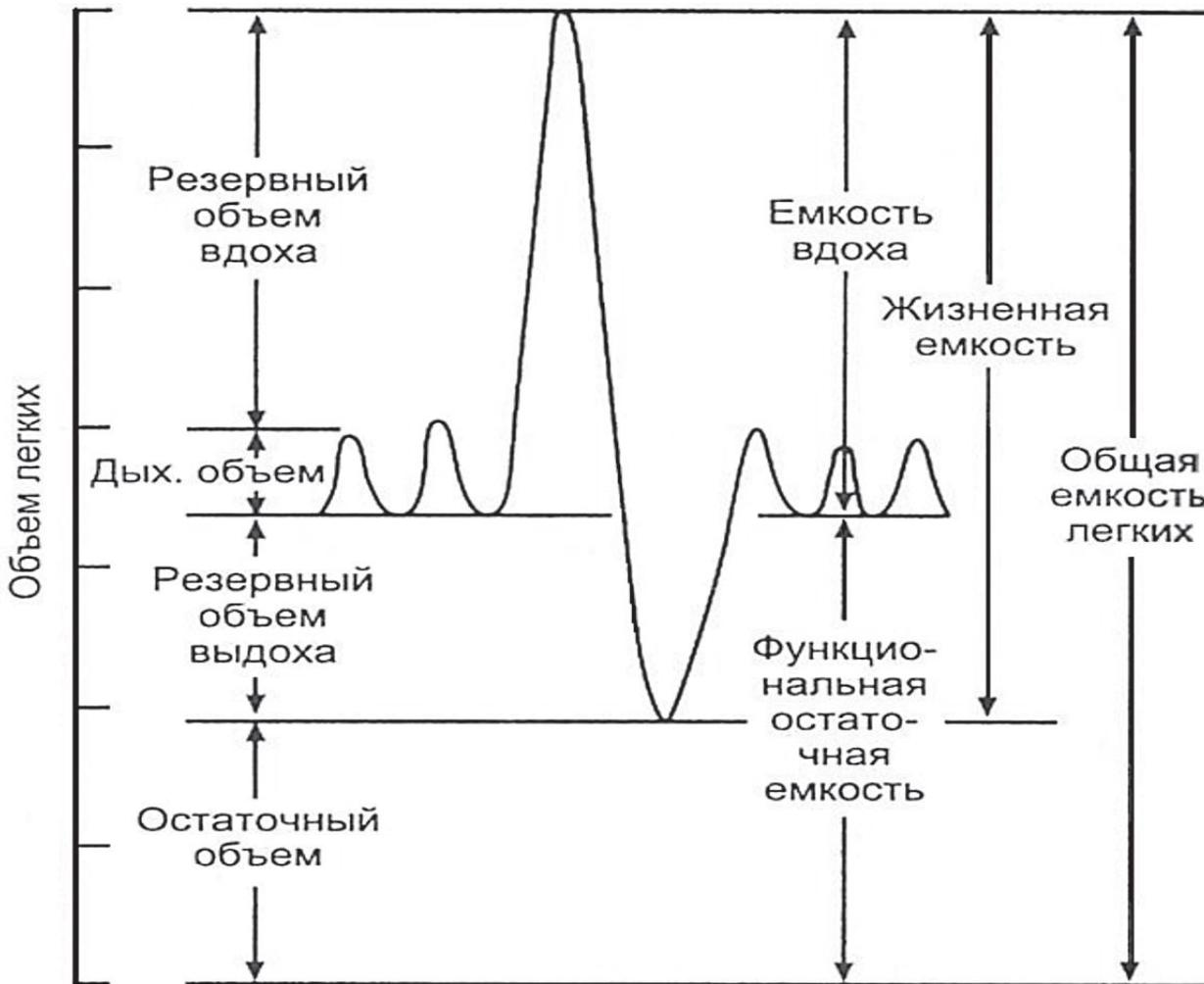
Выдох

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ  
ЦИКЛА

T сек, мин



# Volume



Дыхательный объем можно  
рассчитать:

- При нормальном состоянии пациента дыхательный объем при этом определяется равным 6-8 мл/кг идеального веса.

- $V$  мл, л

# Flow

Скорость изменения  
объёма

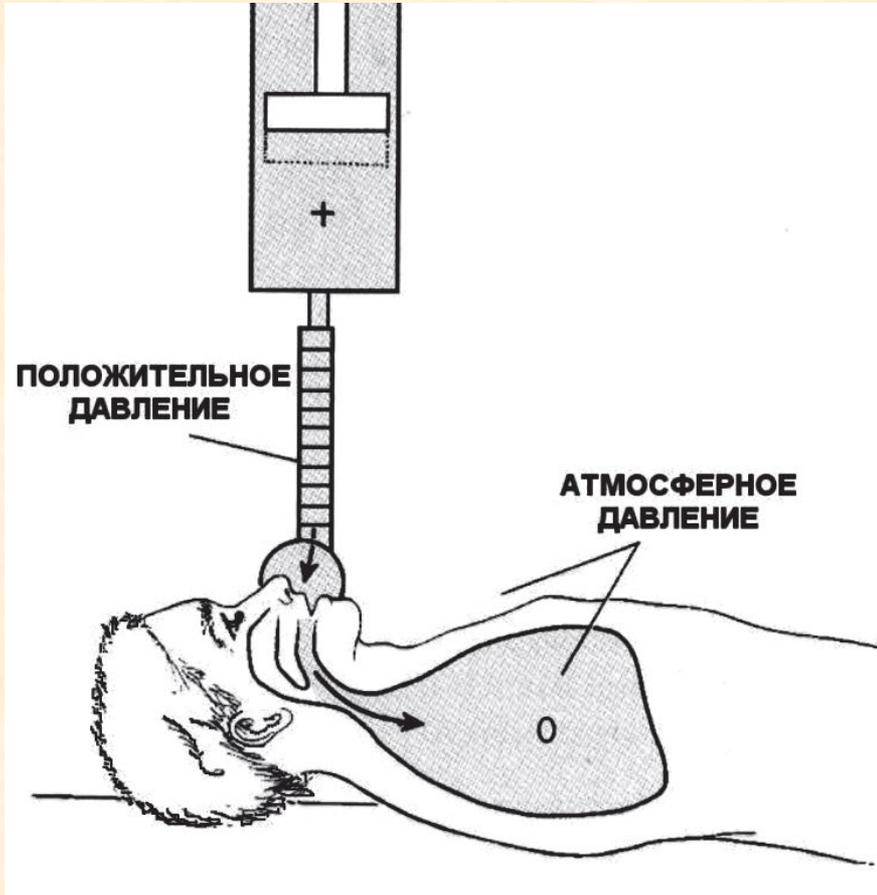
Какой объём газовой  
смеси войдет в легкие за  
определенное время...

$V$  л/мин

И стоит запомнить, что  
ПОТОК создает давление

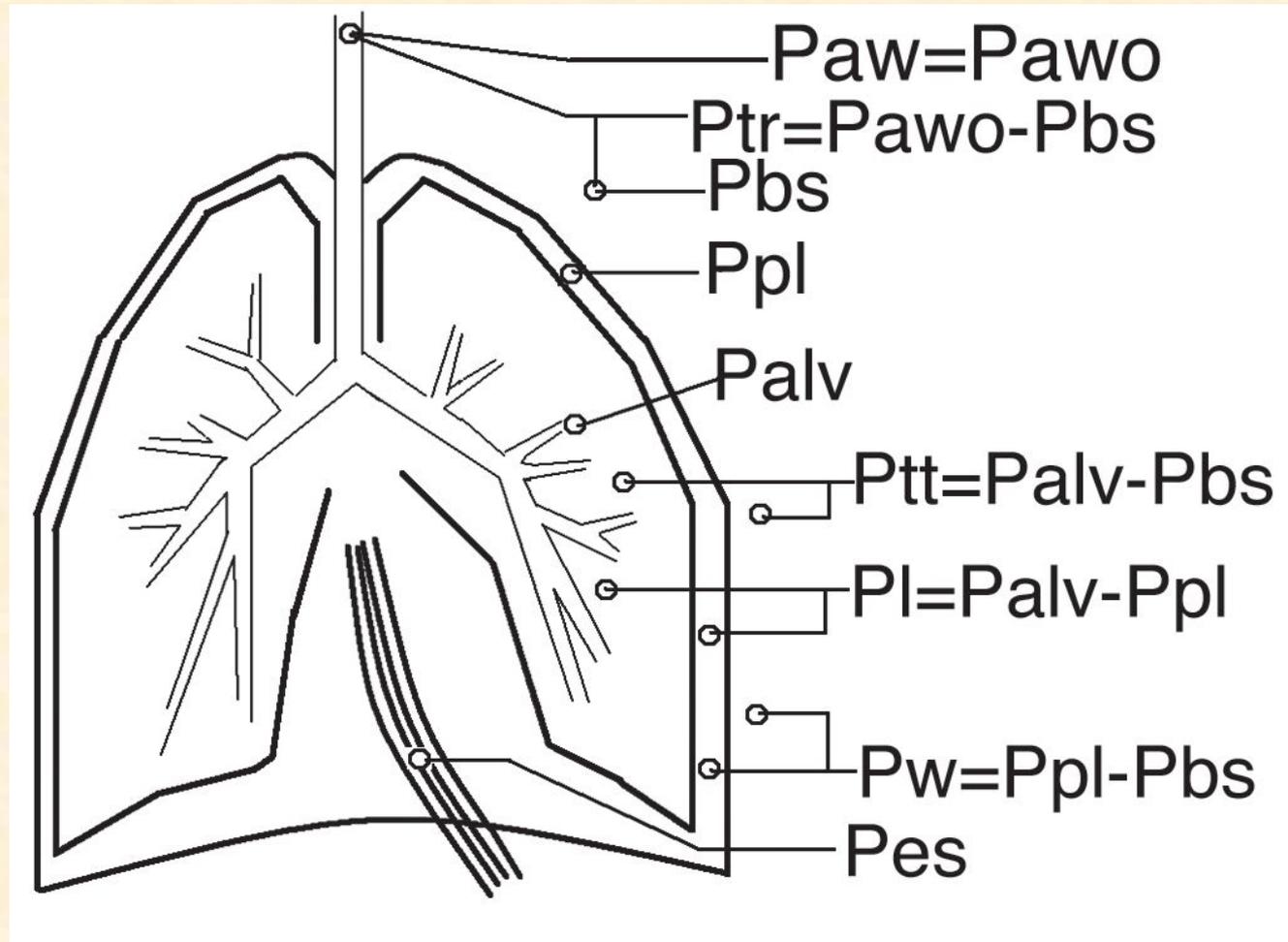


# Pressure



Здесь стоит помнить что воздух перемещается по градиенту давления. Из области высокого давления в область низкого.

Р см H<sub>2</sub>O, мбар



Давления:

$P_{aw}$  – давление в дыхательных путях

$P_{bs}$  – давление на поверхности тела

$P_{pl}$  – плевральное давление

$P_{alv}$  – альвеолярное давление

$P_{es}$  – пищеводное давление

Градиенты:

$P_{tr}$  – трансреспираторное давление  $P_{tr} = P_{aw} - P_{bs}$

$P_{tt}$  – трансторакальное давление  $P_{tt} = P_{alv} - P_{bs}$

$P_l$  – транспульмональное давление  $P_l = P_{alv} - P_{pl}$

$P_w$  – трансмуральное давление  $P_w = P_{pl} - P_{bs}$

# Что еще следует учитывать при ИВЛ?

- Сопротивление дыхательных путей (resistance)
- Упругость (elastance) и податливость (compliance)

# Чем можем управлять?

Суммируя все выше описанное можно заключить:

Существует понятие «Уравнение сил» или взаимодействие «аппарат – пациент»

Понимание уравнения сил позволяет нам выполнить три вещи:

- **Во-первых**, любой аппарат ИВЛ PPV может управлять одновременно только одним из изменяемых параметров входящих в это уравнение. Эти изменяемые параметры – давление объём и поток. Поэтому существуют три способа управления вдохом: *pressure control*, *volume control*, или *flow control*.
- **Во-вторых**, на основе уравнения сил созданы интеллектуальные программы, благодаря которым аппарат рассчитывает показатели респираторной механики (например.: compliance (растяжимость), resistance (сопротивление) и time constant (постоянная времени «Т» ).
- **В-третьих**, без понимания уравнения сил не понять такие режимы вентиляции как “proportional assist”, “automatic tube compensation”, и “adaptive support”.

# Настройка аппарата

1. Объем вдоха (ДО)
2. Частота дыхательных движений
3. Минутный объем дыхания (ДОхЧДД)
4. Фракция кислорода во вдыхаемом воздухе (не менее 21%)
5. Соотношение и длительность фаз вдоха и выдоха (зависит от упругости и податливости)
6. Пиковое давление в конце вдоха
7. Давление в конце выдоха (PEEP)

**Безопасность**

# Всегда ли ИВЛ безопасна?

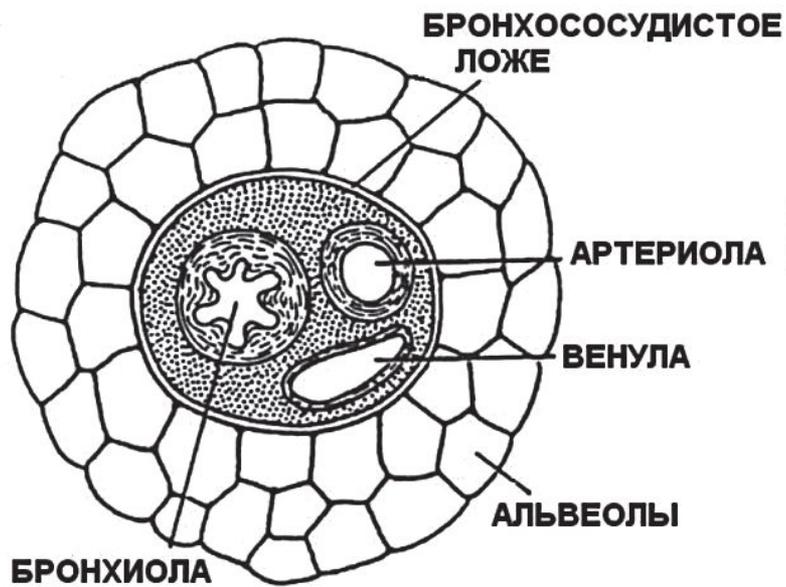
- 1 Увлажнение
- 2 Баротравма
- 3 Волюмотравма
- 4 Ателектотравма
- 5 Биотрама
- 6 Кислород

# Увлажнение

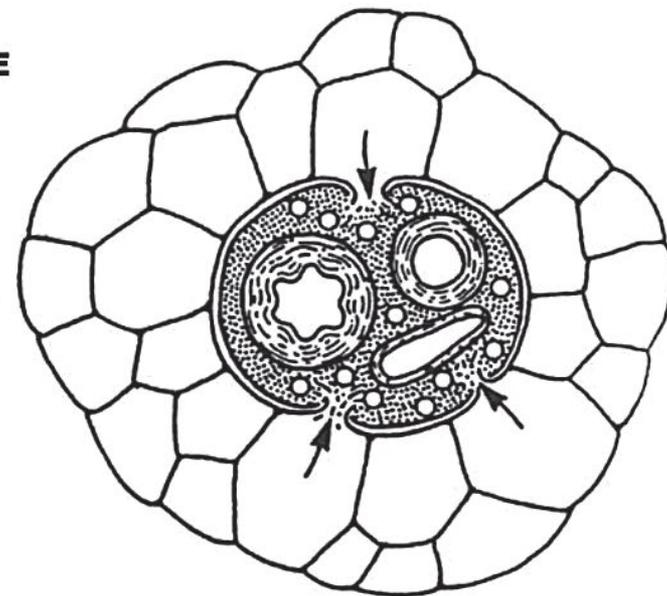
**В дыхательные пути пациента должна поступать очищенная дыхательная смесь 100% влажности и нагретая до 37С**

# Баротравма

Вспомним про комплайнс и податливость.



НОРМА

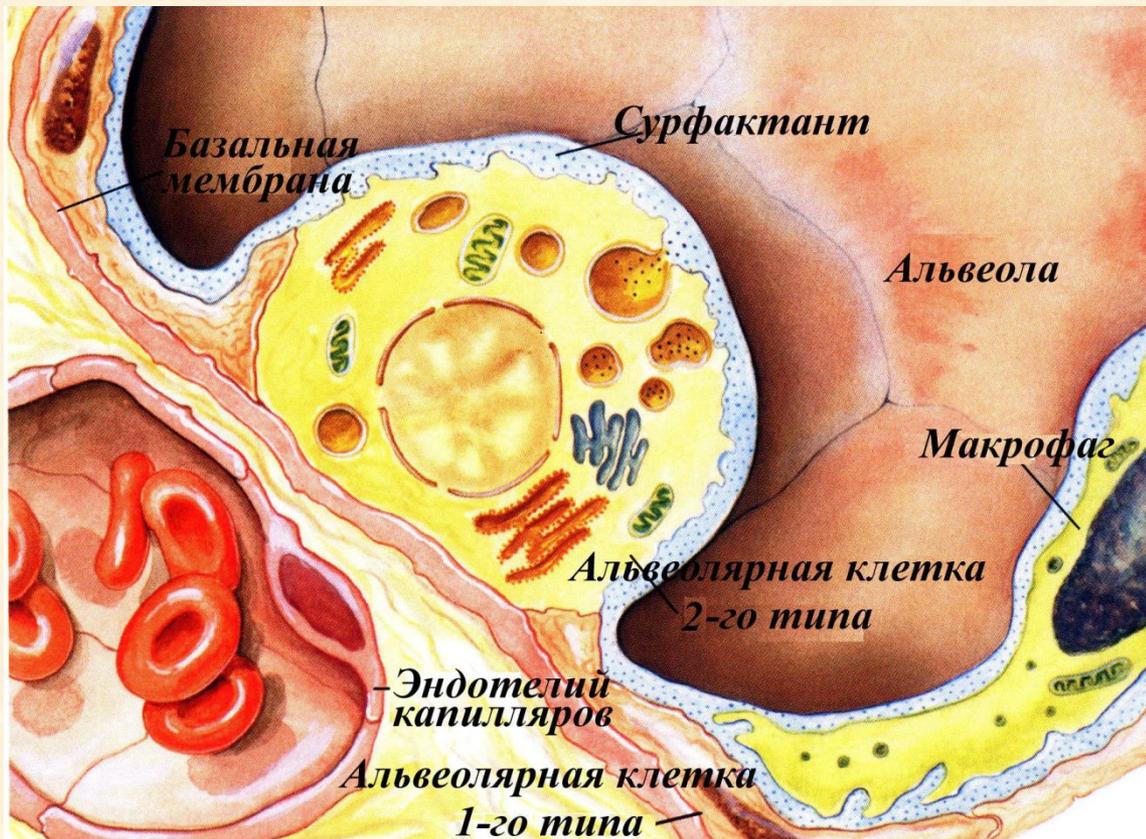


БАРОТРАВМА

# Волюмотравма

Не порвали, а растянули.

Повреждение альвеолярной мембраны.



# Ателектотравма

Так вот где нужен РЕЕР...



# Биотравма

Выделение факторов СВР в кровь и альвеолы на фоне агрессивной ИВЛ.

# Кислород

Вопрос вопросов.....

**НО**

1. Во всех ситуациях, когда завершена необходимая ИВЛ 100% кислородом (транспортировка, санация, периоды нестабильного состояния и т. д.), следует стремиться снижать концентрацию кислорода в дыхательной смеси.
2. Относительно безопасной считается концентрация кислорода в дыхательной смеси  $\leq 60\%$ .
3. Для большинства клинических ситуаций достижение  $P_{aO_2}$  от 60 до 80 mmHg является достаточным уровнем.
4. Большинство клиницистов в ситуации выбора между гипоксемией или  $FIO_2 > 60\%$  повышают концентрацию кислорода в дыхательной смеси.

# Показания для снятия с ИВЛ

## *До суток ИВЛ*

1. адекватное дыхание с нормальными показателями оксигенации крови, ЧДД,
2. восстановление сознания,
3. отсутствие значительной бронхореи, требующей санации бронхиального дерева чаще, чем каждые 2 ч, а также распространенных влажных хрипов над легочными полями;
4. отсутствие признаков значительной гиповолемии, артериальной гипотензии и тахикардии более 120 ударов в мин. у взрослых;
5. наличие мышечного тонуса,
6. стабильные показатели гемодинамики.

# Показания для снятия с ИВЛ

## *Более суток ИВЛ*

1. адекватное дыхание – с визуально нормальной глубиной и частотой дыхания,
2. частота дыхания менее 35 в минуту,
3. проведение дыхания над всеми легочными полями,
4. отсутствие значительного количества мокроты в дыхательных путях,
5. возможность произвольного увеличения больным дыхательного объема вдвое,
6. необходимая вентиляция для поддержания адекватного газообмена – 10 мл на кг и менее (измеряется волюметром).
7. спонтанный ДО превышает 5 мл на кг
8. инспираторное усилие более 20 см H<sub>2</sub>O,
9. устранение причины, приведшей к ИВЛ,
10. SpO<sub>2</sub> более 90%
11. PaO<sub>2</sub> более 60 мм рт.ст.
12. ЖЕЛ более 10 мл/кг,
13. стабильность показателей гемодинамики (СИ не менее 2,8 л/мин • м , ЧСС менее 120 в мин.).

**ТАБЛИЦА 49.5. Режимы ИВЛ<sup>1</sup>**

Режим ИВЛ	Переключение со вдоха на выдох				Переключение с выдоха на вдох		Возможность самостоятельного дыхания	Возможность использования для перевода с ИВЛ на самостоятельное дыхание
	По объему	По времени	По давлению	По потоку	По времени	По давлению		
CMV	+				+			
AC	+				+	+		
IMV	+				+		+	+
SIMV	+				+	+	+	+
PSV				+		+	+	+
PCV			+		+			
MMV							+	
PC-IRV			+		+			
APRV		+			+		+	
HFJV		+			+		+	

<sup>1</sup> CMV — принудительная ИВЛ, AC — вспомогательно-принудительная ИВЛ, IMV — перемежающаяся принудительная ИВЛ, SIMV — синхронизированная перемежающаяся принудительная ИВЛ, PSV — ИВЛ с поддерживающим давлением, PCV — ИВЛ с управлением по давлению, MMV — ИВЛ с гарантированным минутным объемом дыхания, PC-IRV — ИВЛ с управлением по давлению и обратным соотношением вдох/выдох, APRV — ИВЛ с периодическим снижением давления в дыхательных путях, HFJV — высокочастотная инъекционная ИВЛ.

0 — самостоятельный вдох больного  
 M — вдох, выполненный респиратором  
 S — попытка самостоятельного вдоха  
 ME — выдох, выполненный респиратором

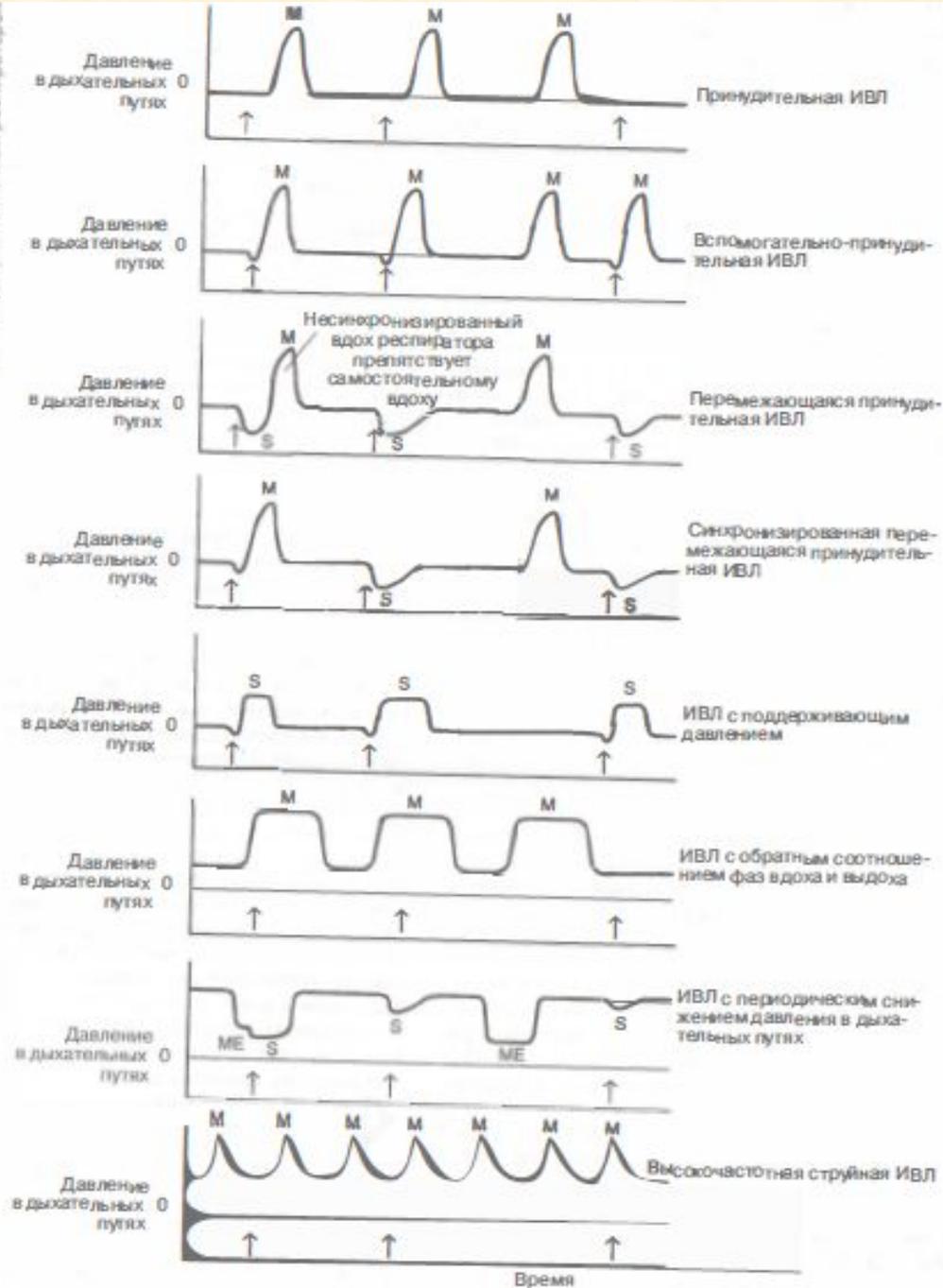


Рис. 49.1. Кривые давления в дыхательных путях при разных режимах ИВЛ

# Примеры

1. Пневмония COVID (CPAP, PCV, величина PEEP)
2. ЧМТ (PCV, ASV)

# Вывод

- Попытки протезировать функцию легких предпринимались достаточно давно.
- Основное развитие в данном направлении началось в XX веке.
- Совершенствование аппаратов продолжается и в наше время.
- Режимов вентиляции великое множество, но константными остаются 3 показателя для режима ИВЛ.
- Каждый режим должен подбираться с умом и оправдывать свое применение.



# Литература

1. «Основы респираторной поддержки»  
Лебединский К.М. СПб, 2006
2. «Основы ИВЛ» А.С. Горячев, И.А. Савин  
ISBN 978-5-9907551-3-0
3. «Textbook of anesthesiology» A.R. Aitkenhead, G.  
Smith
4. «Клиническая анестезиология» Д.Э. Морган-  
мл, М.С. Михаил, М. Д. Марри 4-е издание
5. The History of Anaesthesia at Dräger ISBN  
Number 3-926762-17-9