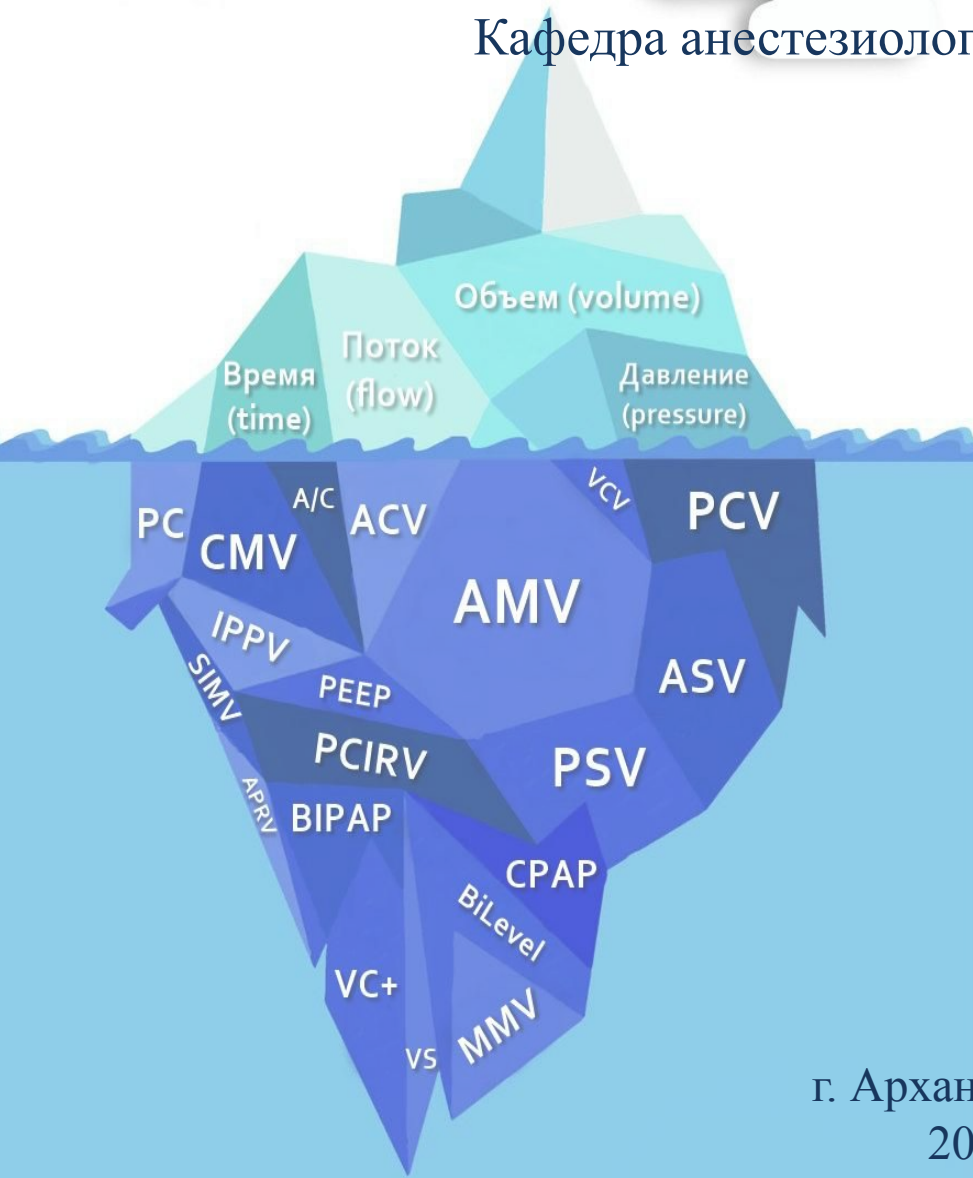


ГБОУ ВПО «Северный Государственный Медицинский Университет»  
Кафедра анестезиологии и реаниматологии



# Искусственная вентиляция легких. Первые шаги

Подготовила: студентка 6 курса  
лечебного факультета Семенова Т. Н.

Преподаватель: к.м.н., доцент  
Фот Евгения Владимировна

г. Архангельск,  
2019

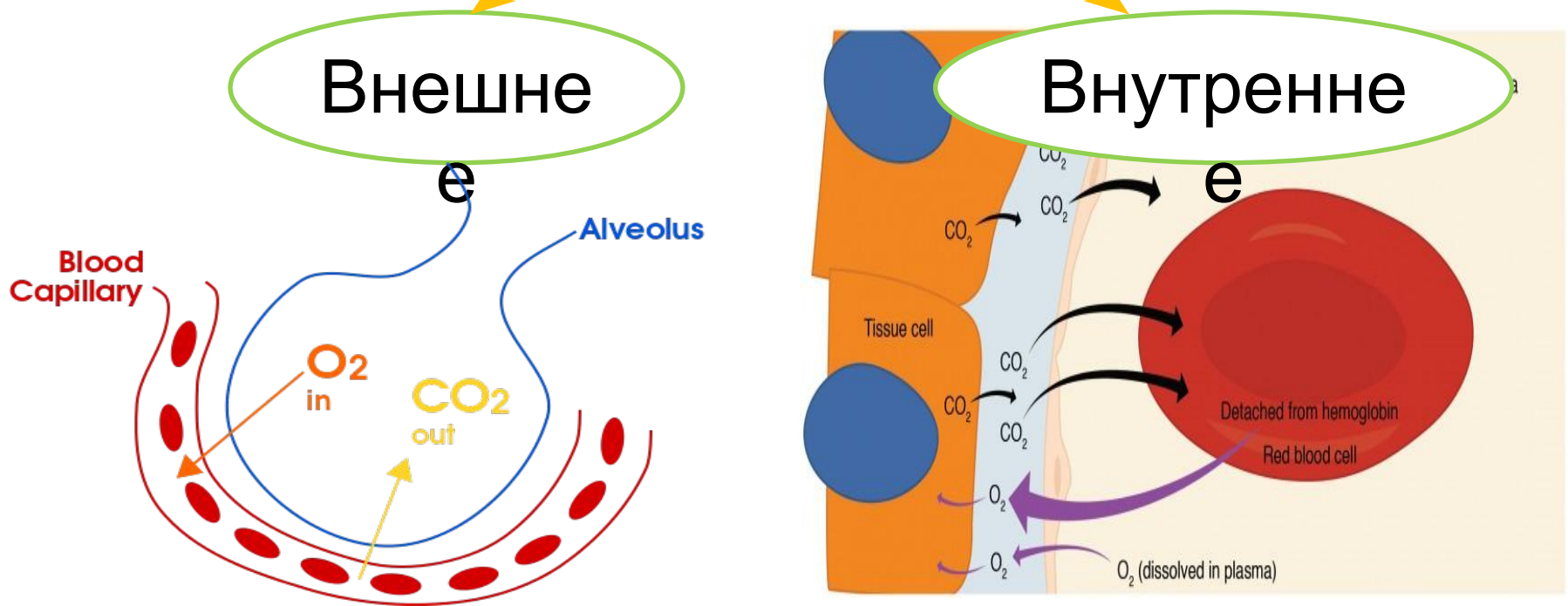
# План

- ✓ Физиология дыхания
- ✓ Основные понятия респираторной механики
- ✓ Основы классификации режимов ИВЛ

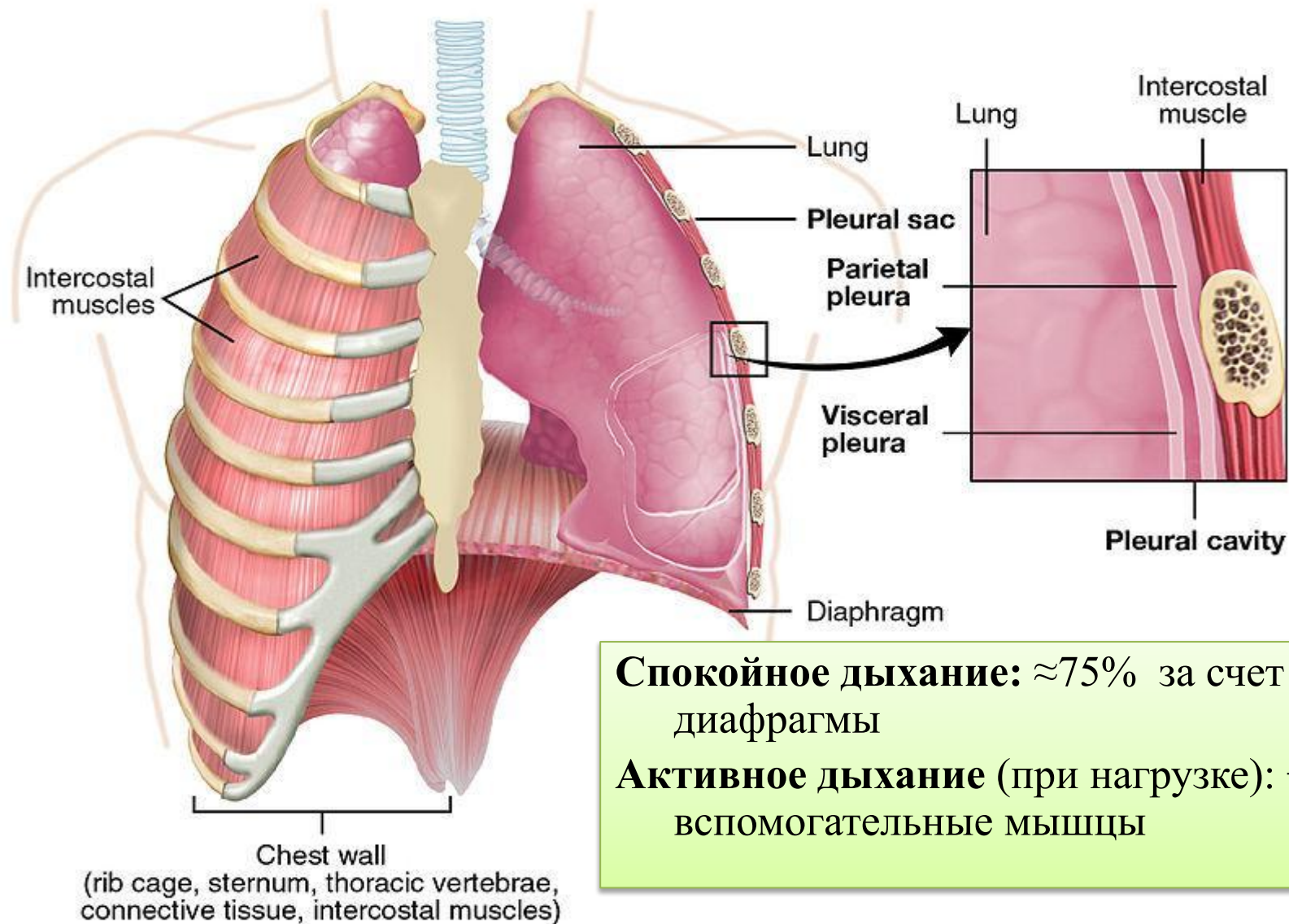


# Дыхание

– процесс, направленный на снабжение тканей кислородом и выведение углекислого газа из организма.



# Биомеханика дыхания



**Спокойное дыхание:**  $\approx 75\%$  за счет диафрагмы

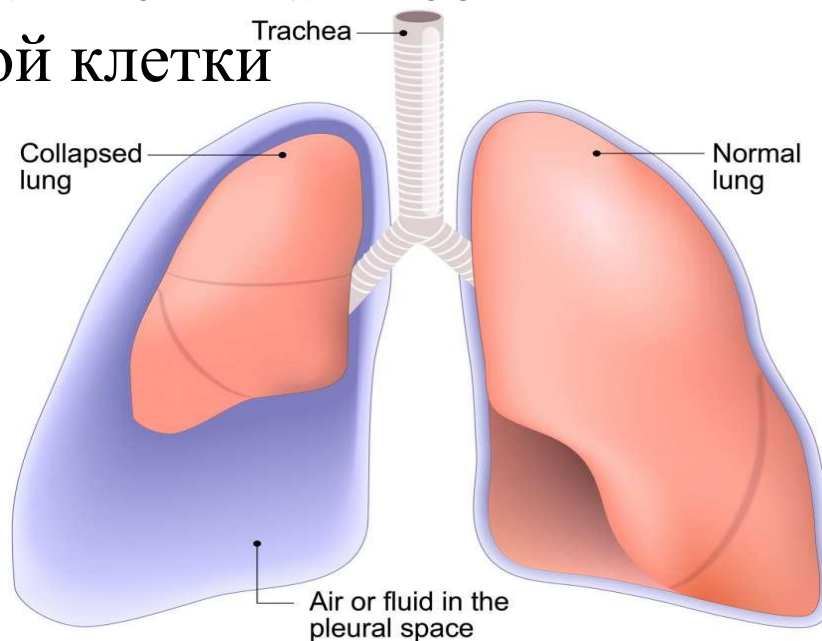
**Активное дыхание (при нагрузке):** + вспомогательные мышцы

# Эластическая тяга легких

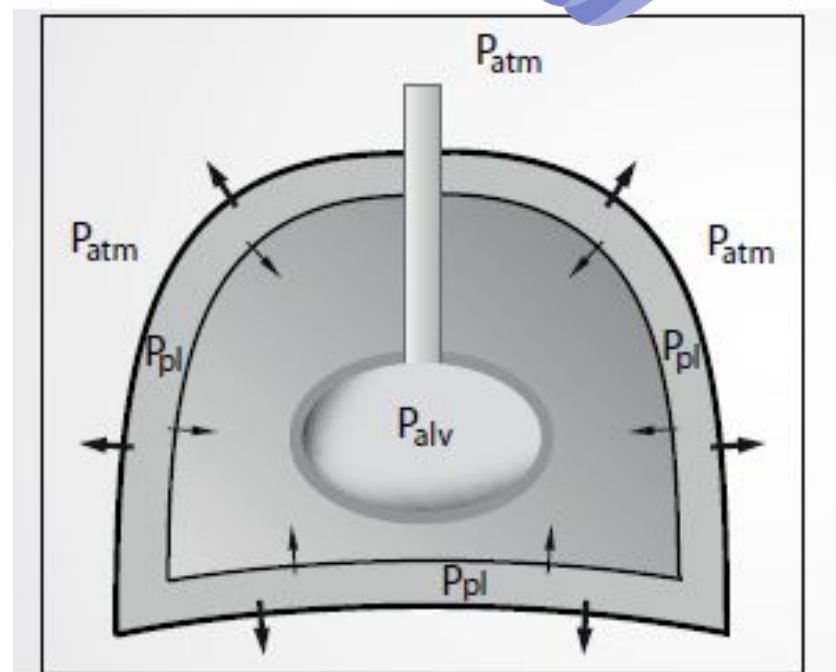
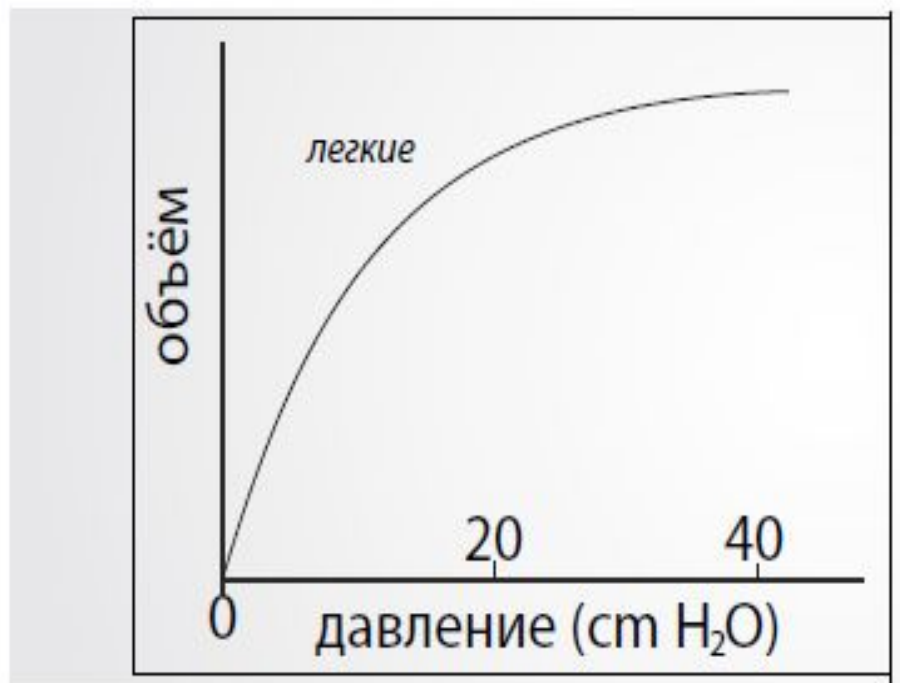
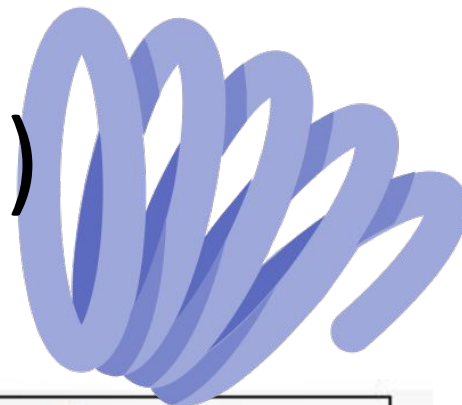
- сила, с которой лёгкие стремятся к спадению.

Зависит от:

- ✓ Растяжимости самой легочной ткани
- ✓ Сил поверхностного натяжения альвеол
- ✓ Растяжимостью грудной клетки

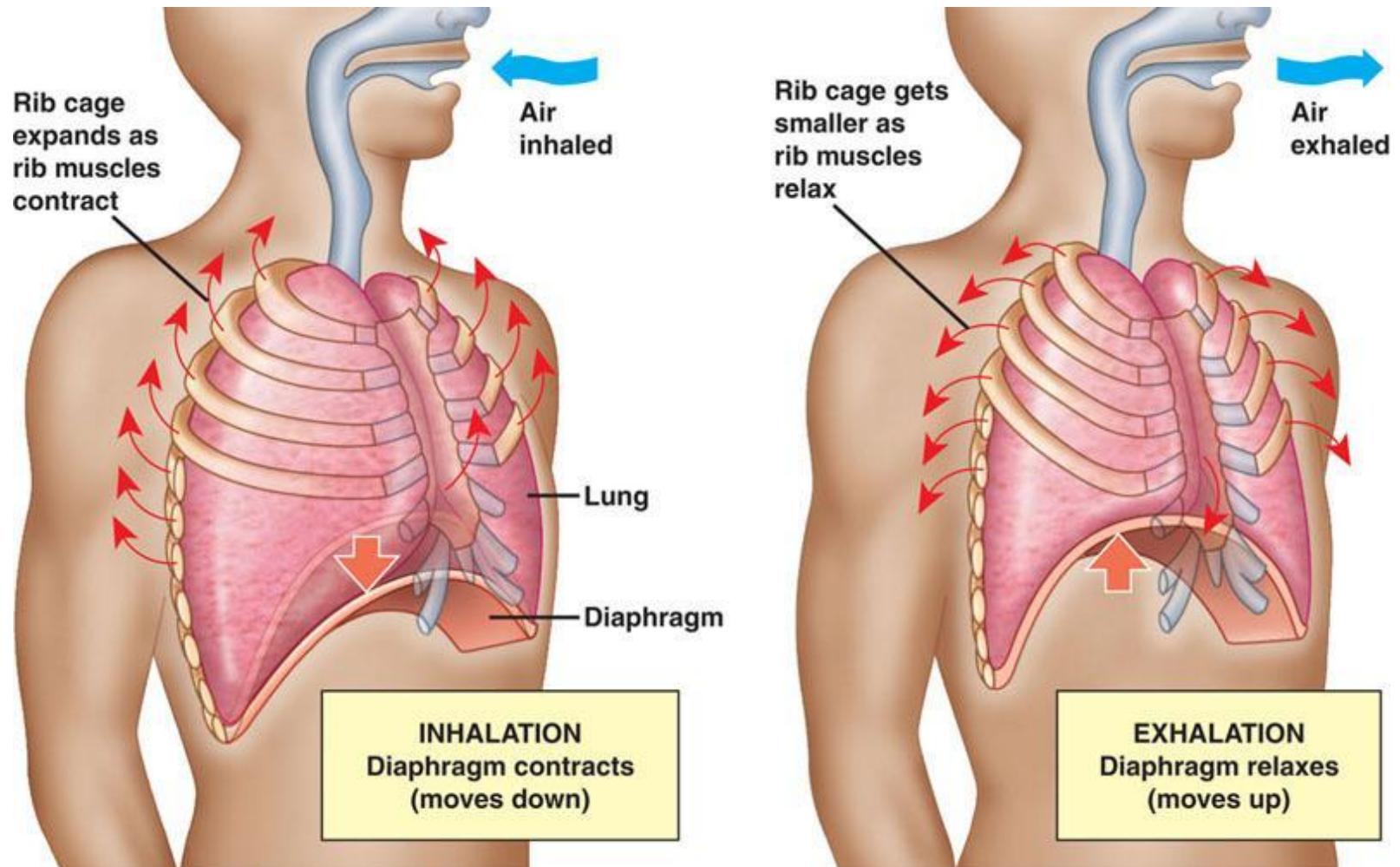


# Податливость (Compliance)

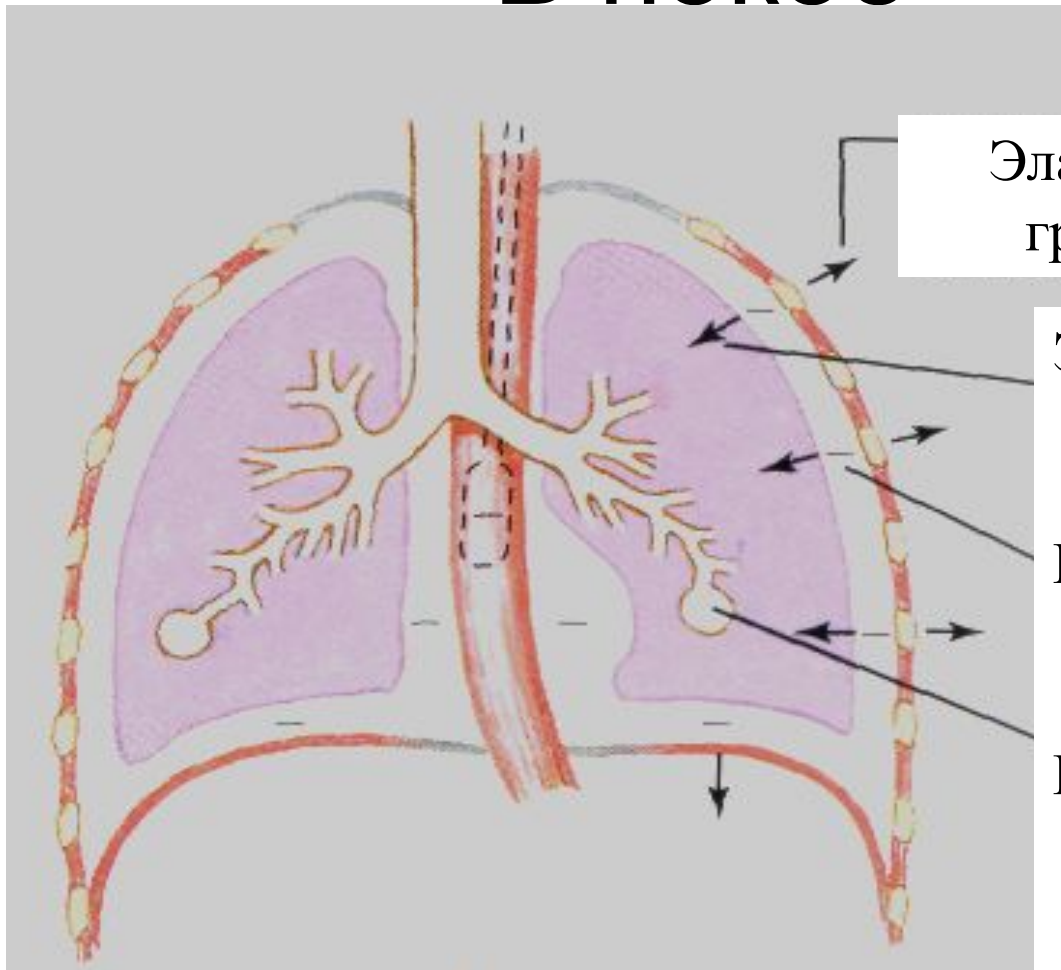




# Податливость грудной клетки



# В покое



Эластическая тяга  
грудной стенки

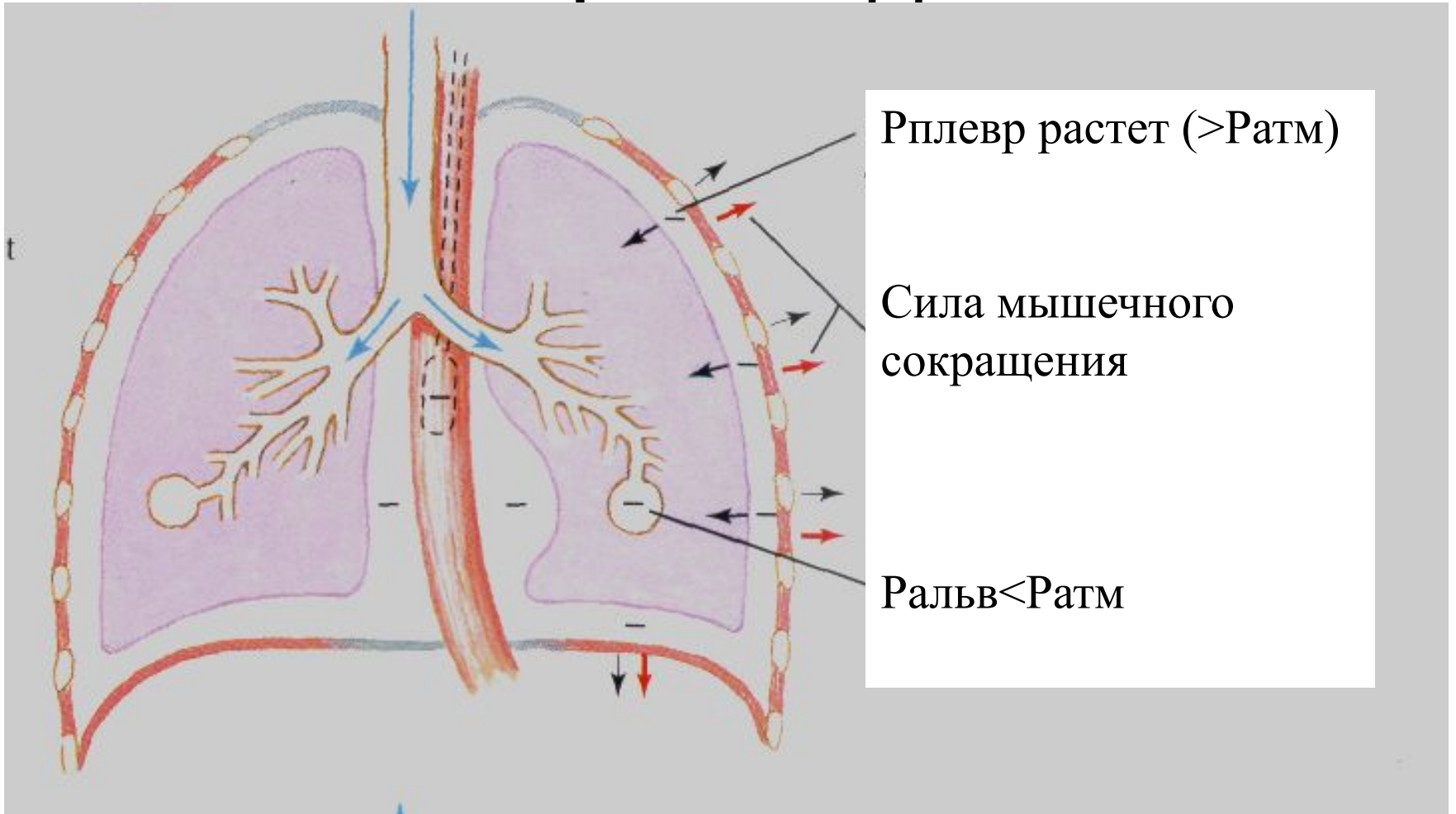
Эласт. тяга легких

$P_{\text{плевр}} < P_{\text{атм}}$

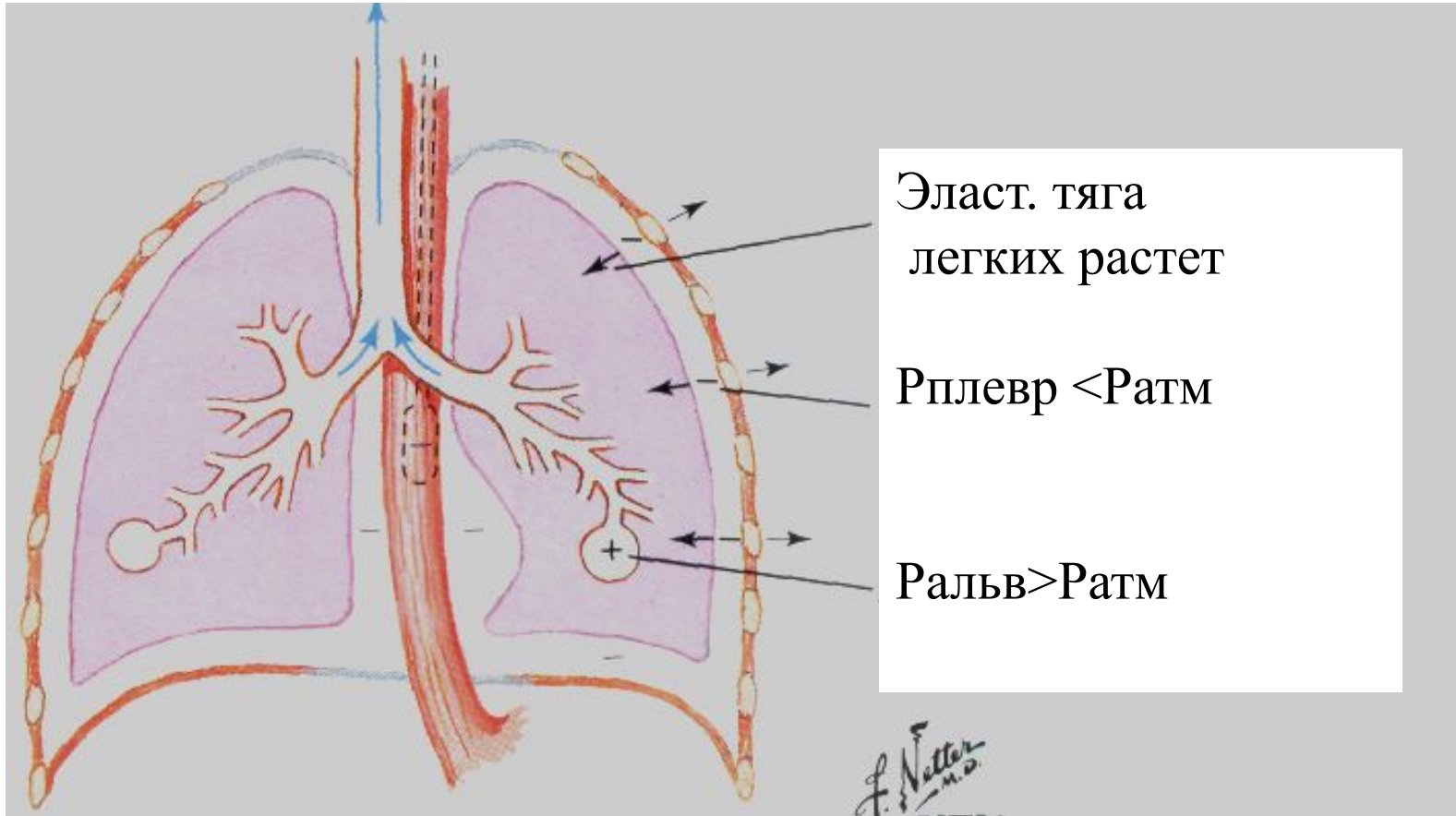
$P_{\text{альв}} = P_{\text{атм}}$



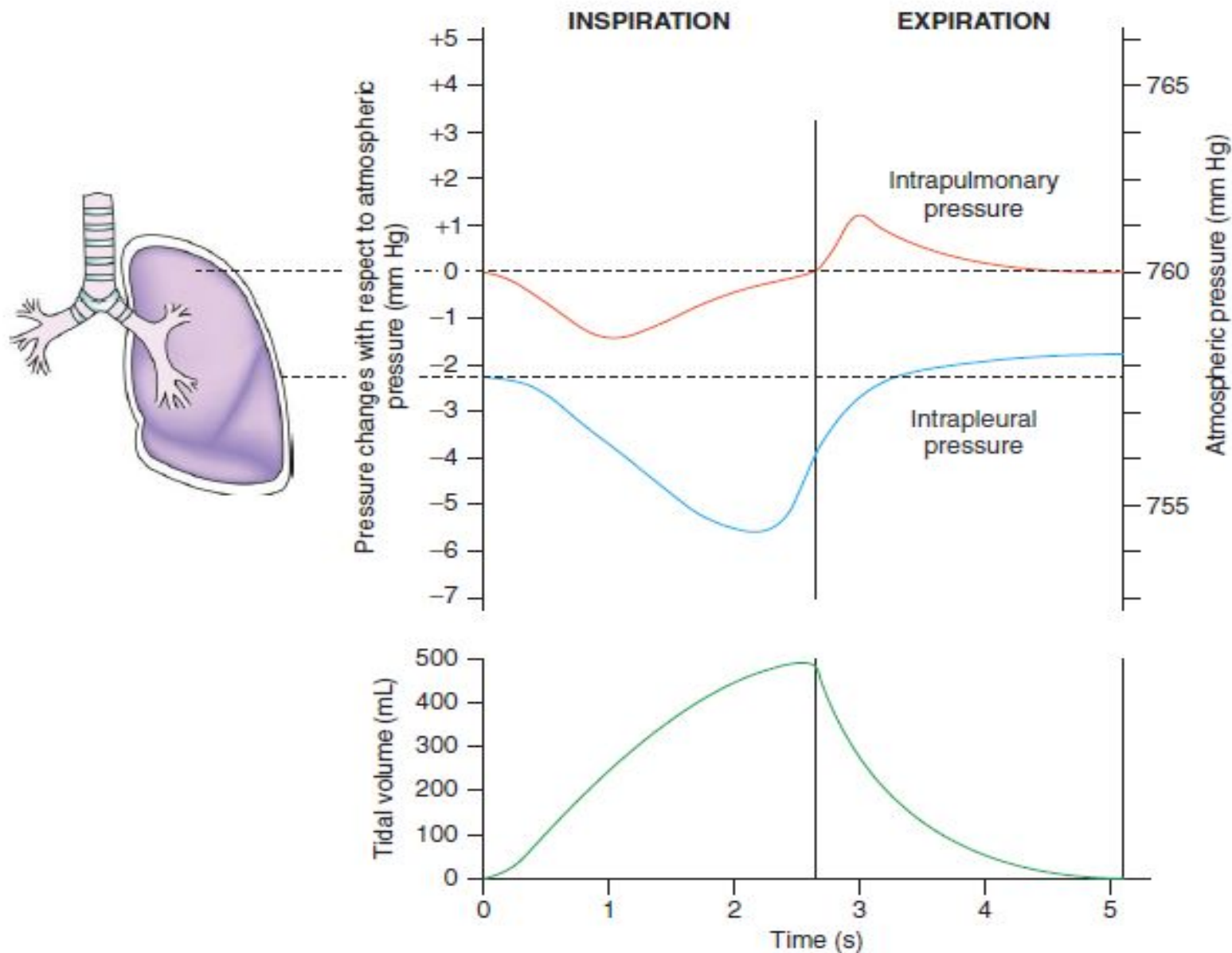
# Во время вдоха



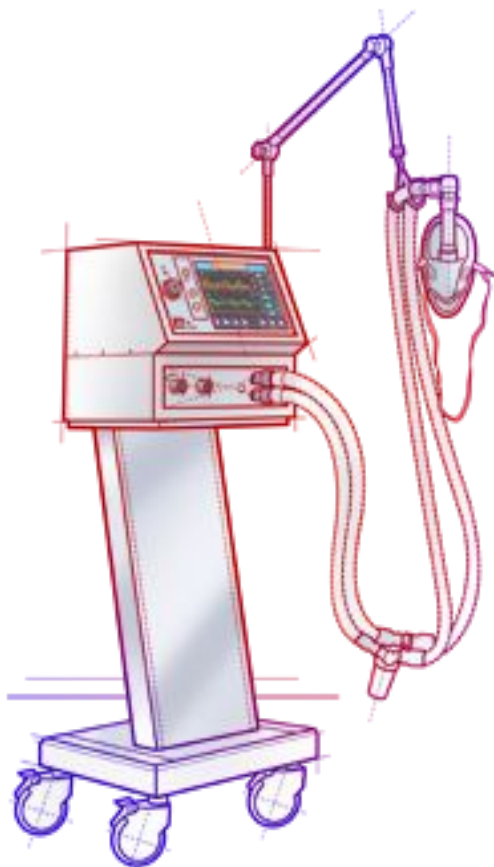
# Во время выдоха



# Изменения V и P

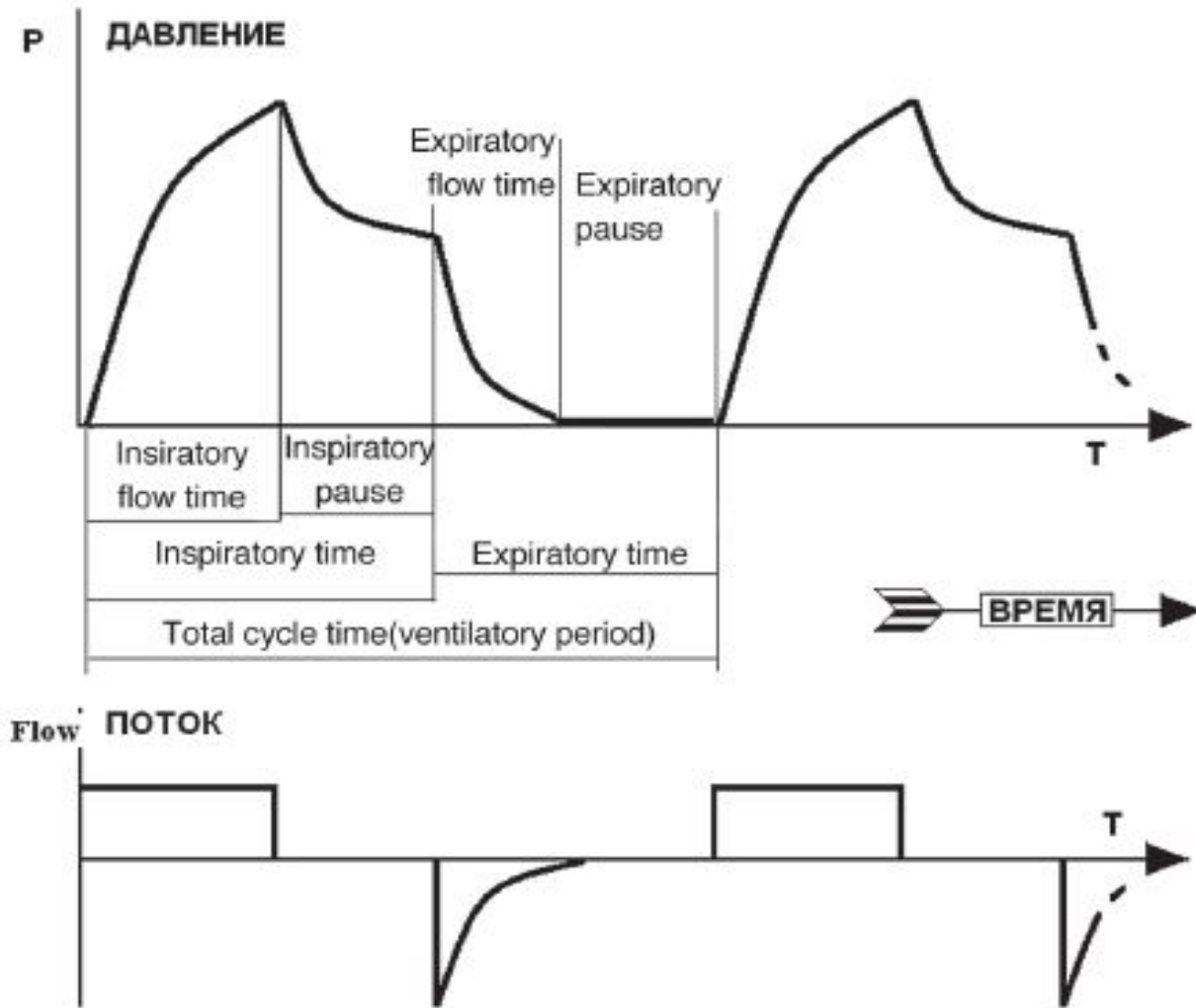


# Параметры вдоха и выдоха



1. Время
2. Объем
3. Поток
4. Давление

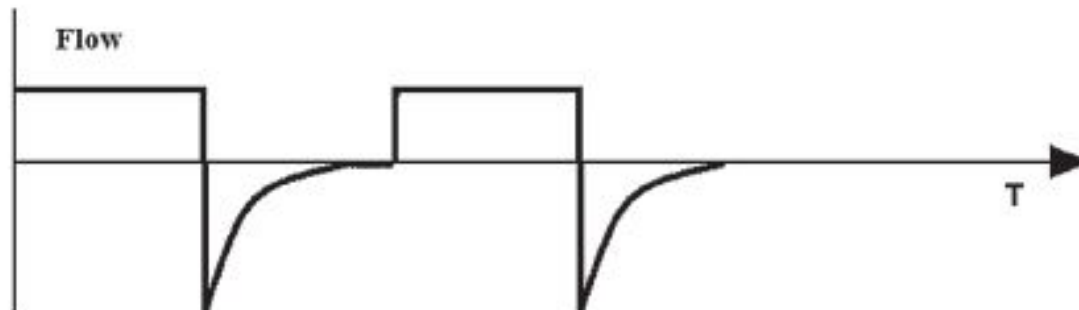
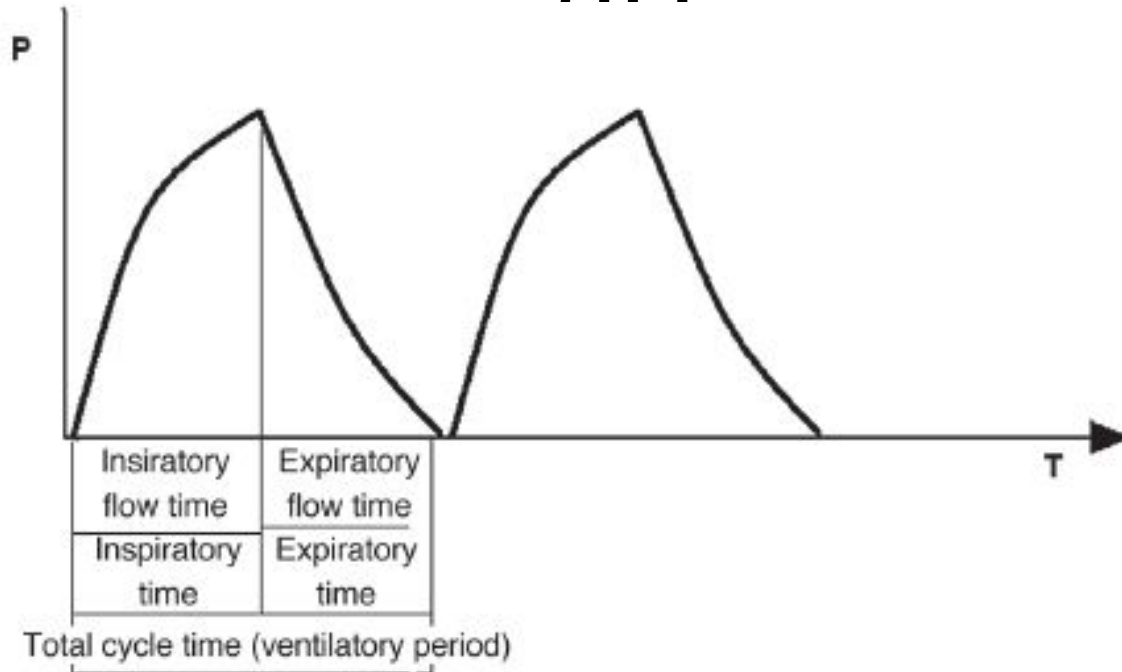
# Время и временные параметры ЛІІ



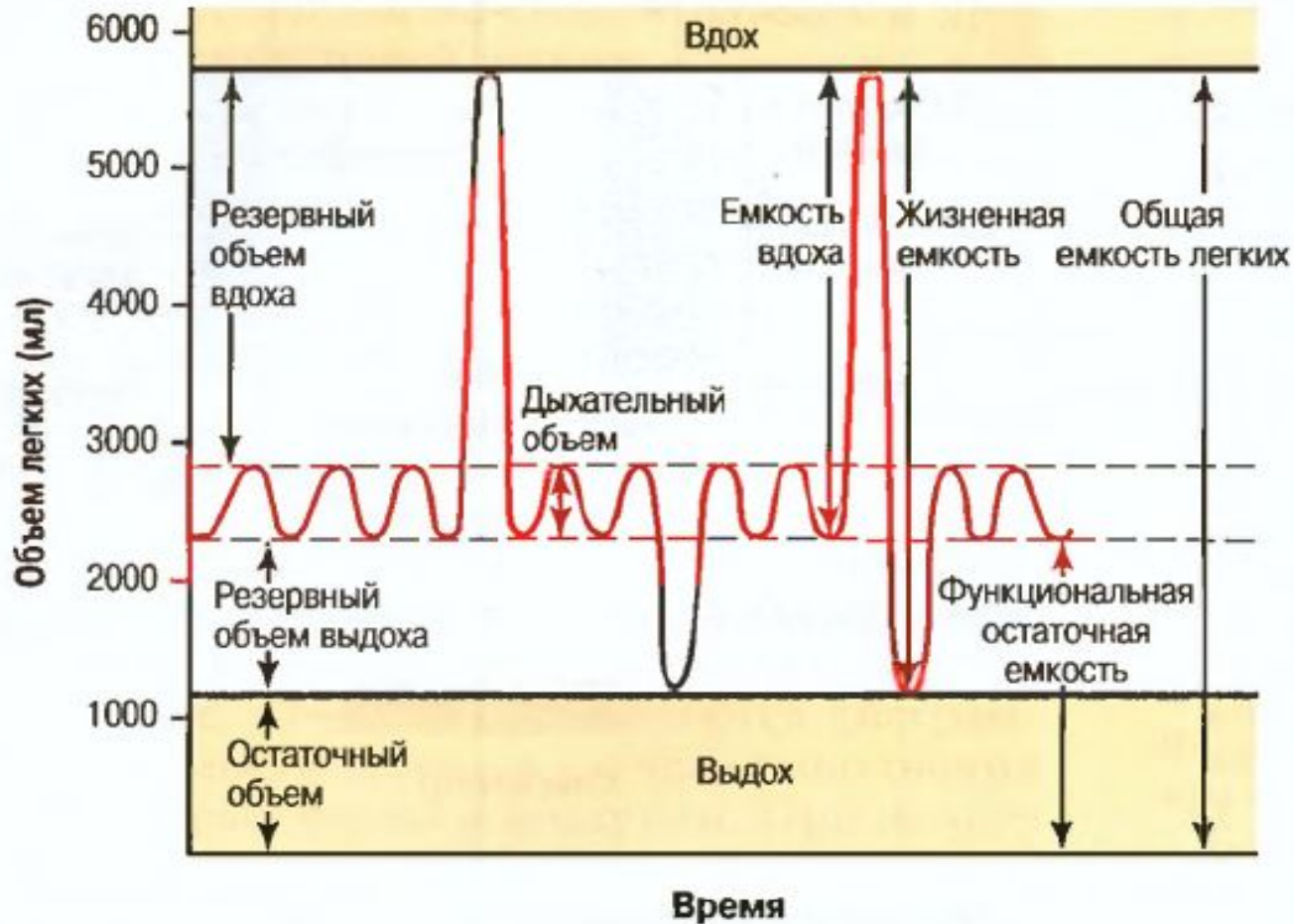


# Время и временные параметры

## Л I



# Легочные объемы



# ПОТОК

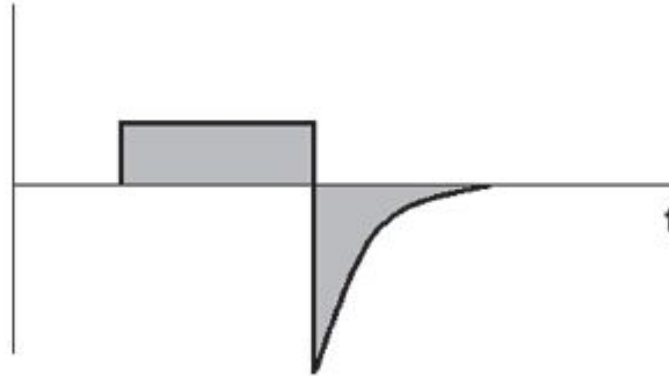
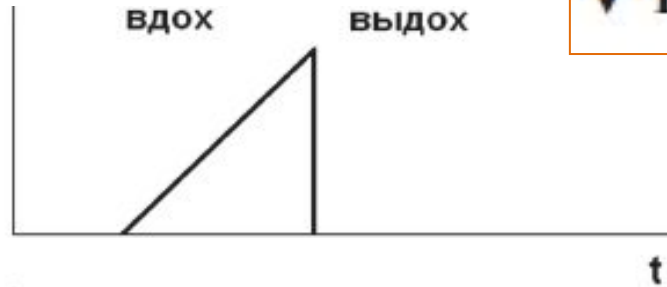
$$V_T = \dot{V} \times T_i$$



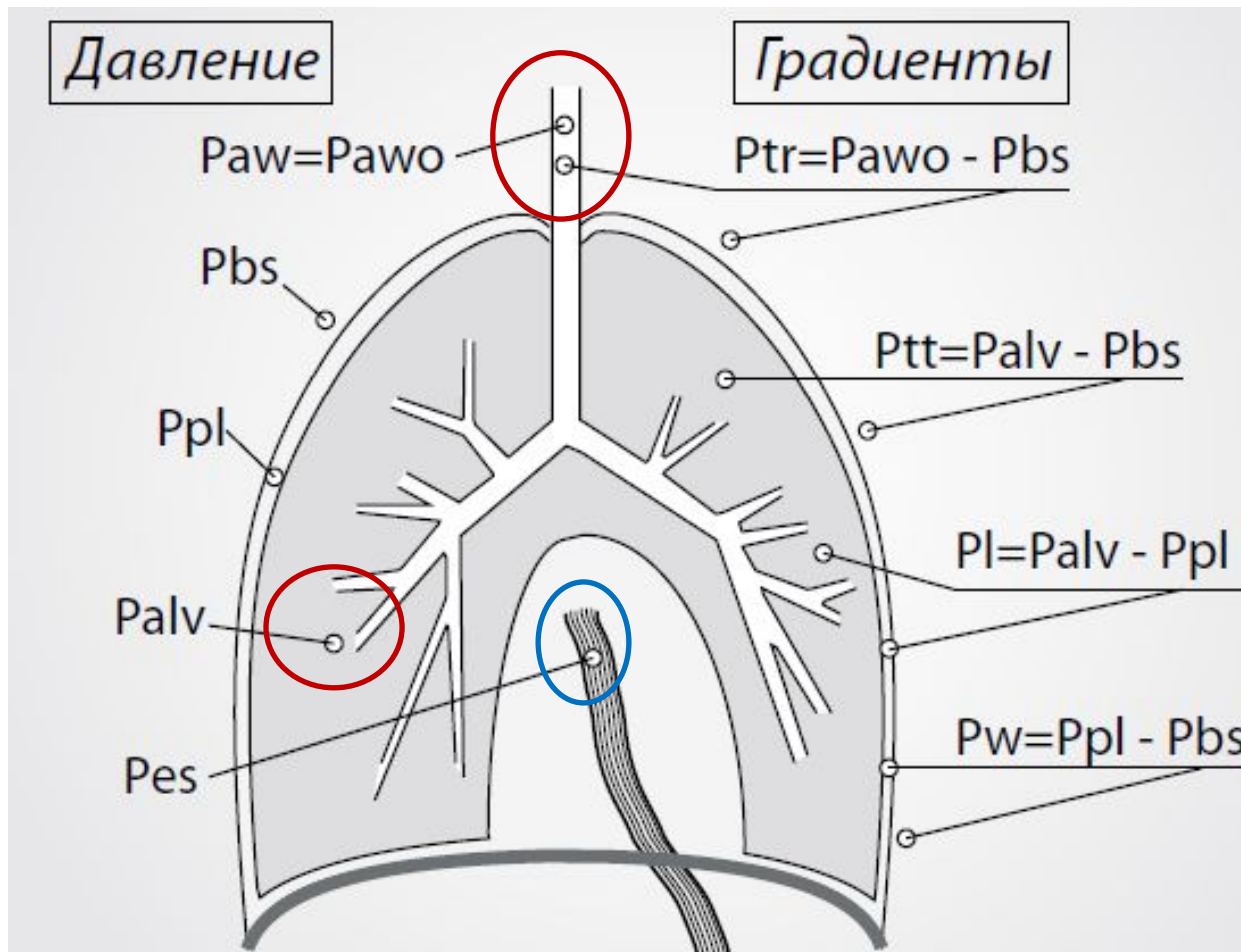
ДАВЛЕНИЕ

ОБЪЕМ

ПОТОК



# Давление

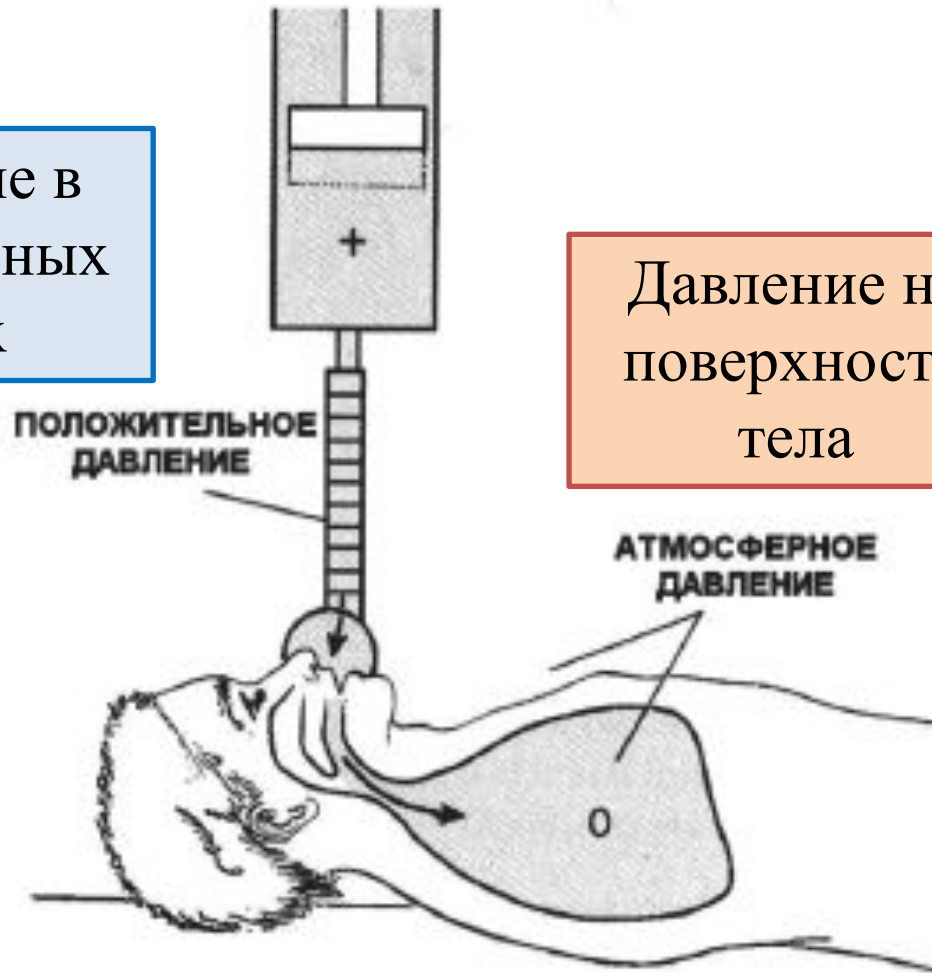


# Трансреспираторное

давление

Давление в  
дыхательных  
путях

Давление на  
поверхности  
тела



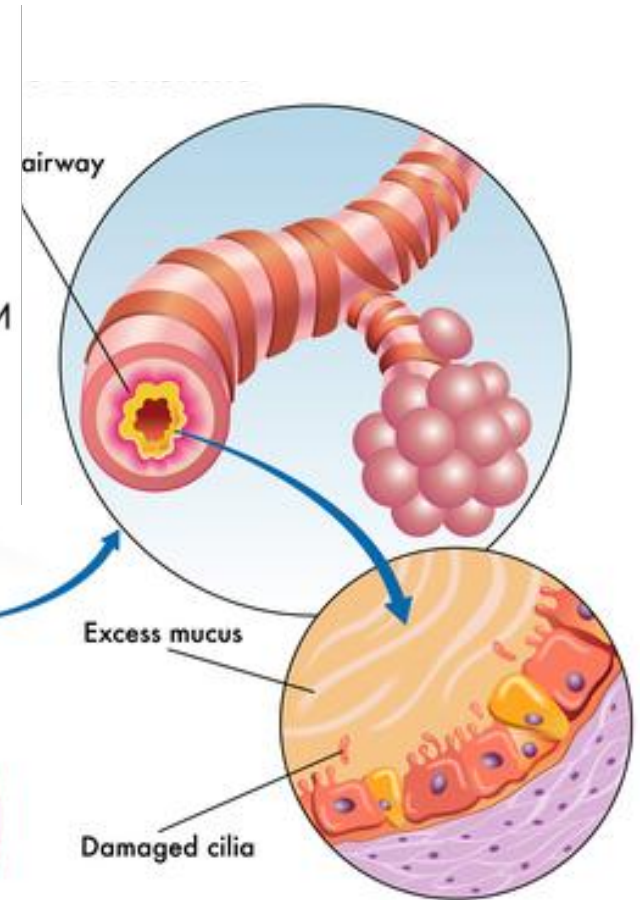


# Сопротивление (airway resistance)



Прямо пропорционально: длине, давлению и вязкости

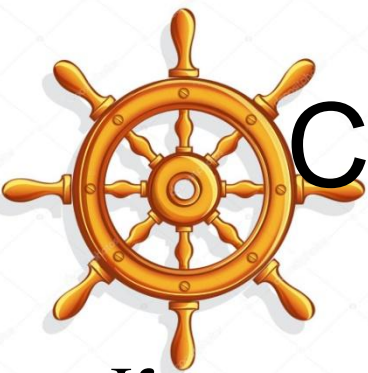
Обратно пропорционально: диаметру и потоку



# Основы классификации режимов ИВЛ

1. Способ управления вдохом
2. Вариант согласования вдохов
3. Название режима ИВЛ





# Способ управления вдохом

Какие параметры описывают вдох аппарата ИВЛ?

1. Объём (volume)
2. Поток (flow)
3. Давление (pressure)



Control  
Control variable

$$V_T = \dot{V} \times T_i$$

Volume controlled ventilation VCV  
Flow controlled ventilation FCV  
Pressure controlled ventilation PCV  
Dual controlled ventilation DC

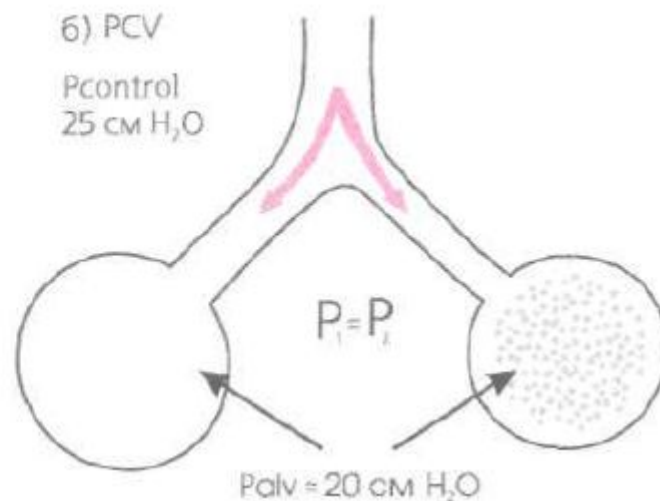
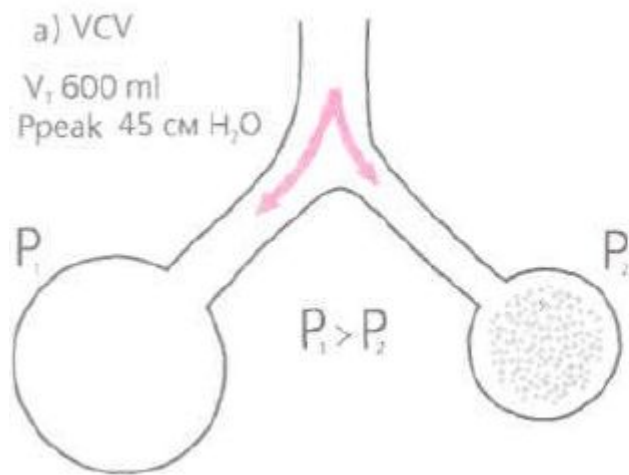
# VCV

# VS

# PCV

- ✓ Только принудительные вдохи
- ✓ Гарантируется заданный ДО
- ✓ Баро- и волюмотравма

- ✓ Возможны спонтанные вдохи
- ✓ Равномерная вентиляция различных зон легких
- ✓ Контроль величины ДО и МОД осуществляет врач

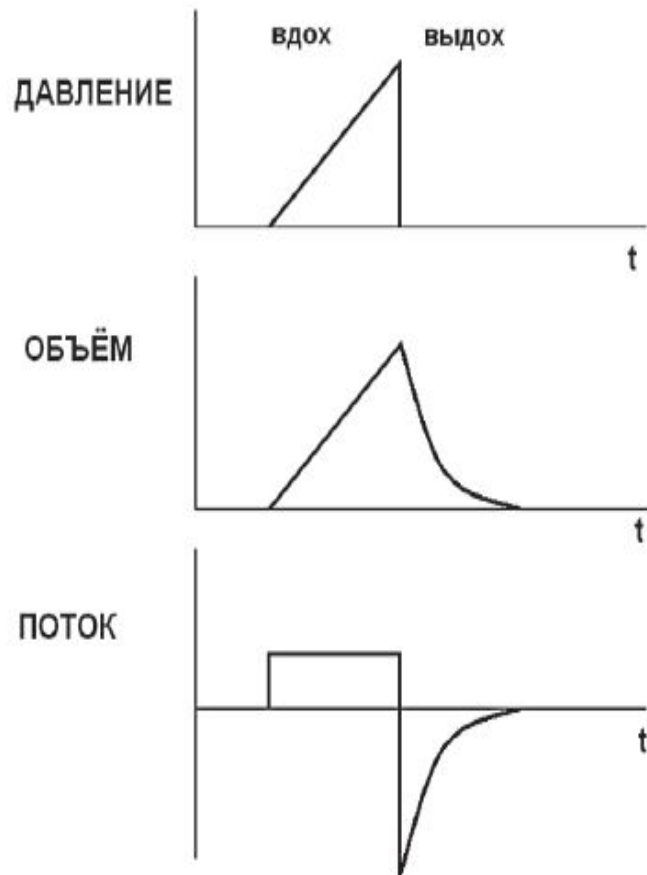


# VCV

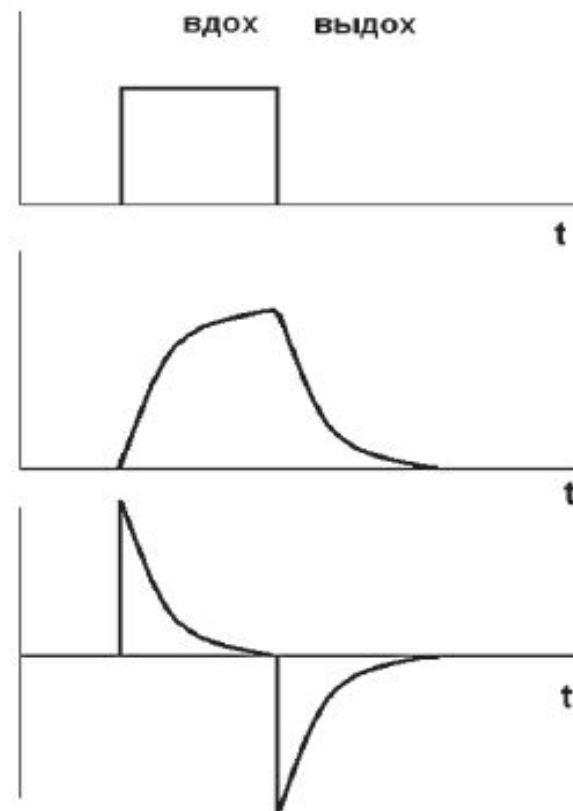
# VS

# PCV

## Volume/Flow Control

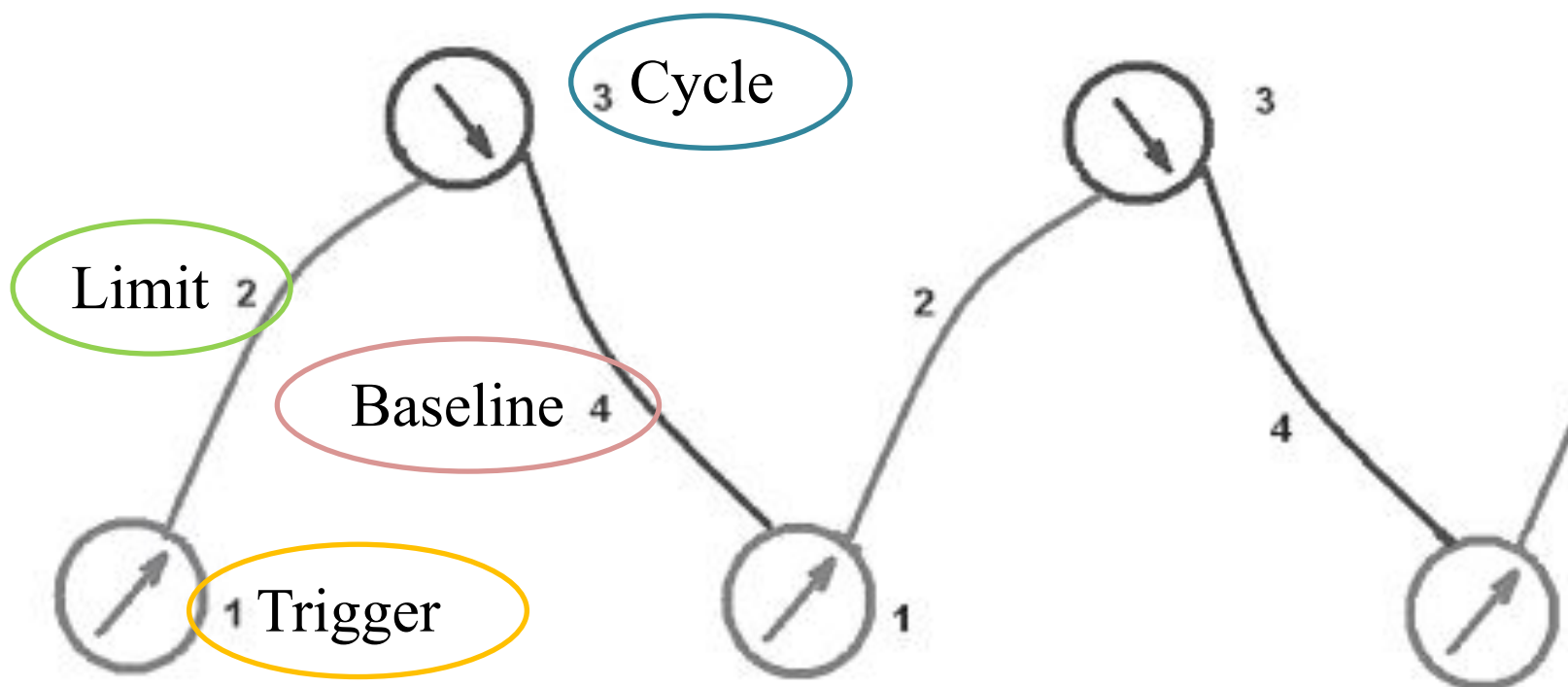


## Pressure Control





# Согласование вдохов



1. Включение вдоха.
2. Вдох.

3. Переключение с вдоха на выдох.
4. Выдох

# Trigger



Для аппарата ИВЛ – это пусковая схема, включающая вдох.

## Machine trigger

✓ Время

✓ Давление

✓ Объем

✓ Поток

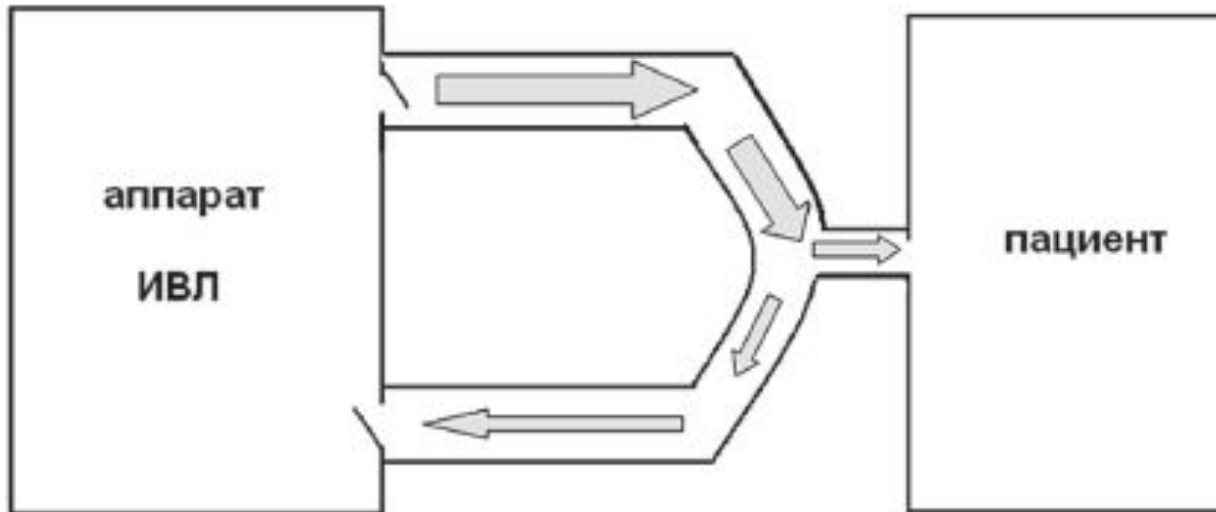
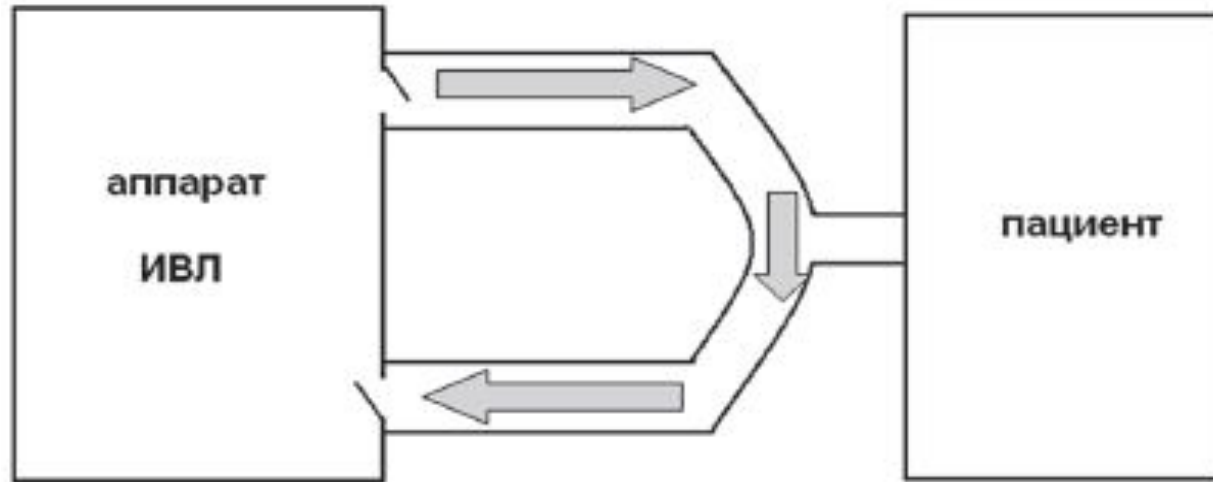
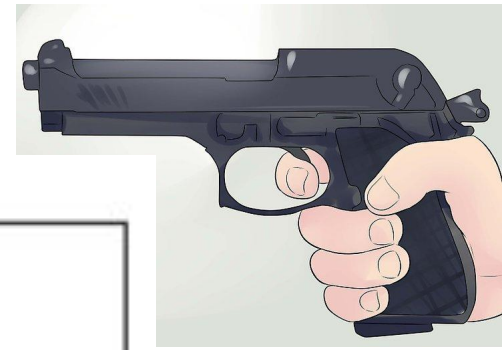
✓ Электрический импульс, проходящий по диафрагмальному нерву

✓ Сигнал с внутрипищеводного датчика давления

✓ Сигнал, получаемый за счёт изменения электрического сопротивления грудной клетки при начале вдоха

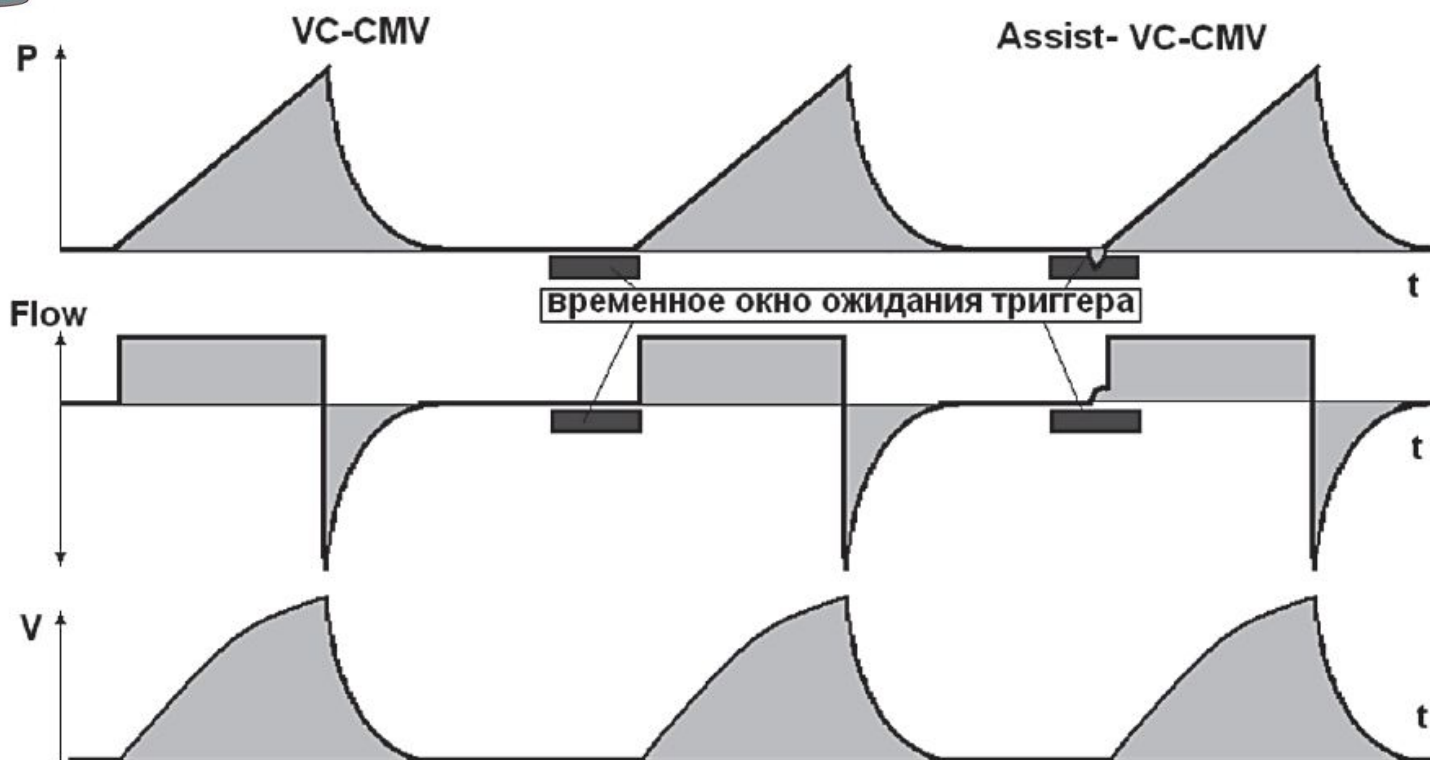
**Patient  
trigger**

# Flow by





# Time-trigger как резервный сигнал



# Limit

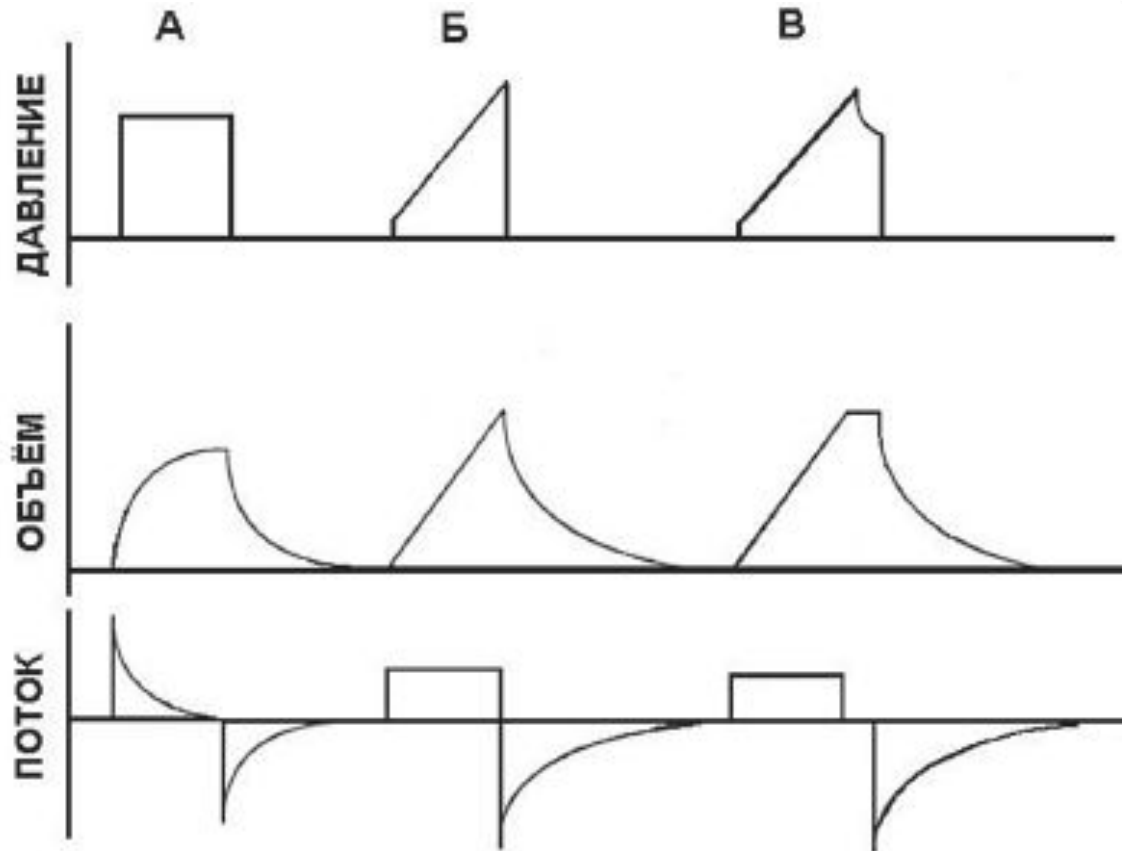


- установление максимальной величины параметра во время вдоха.

**Параметры:** давление, поток и объём.



# Примеры





# Limit



Время не может входить в группу **Limit variables**.



# Cycle



- программа, выполняющая переключение с вдоха на выдох.

**Параметры:** время, поток, давление и объём.

Кто выполняет переключение с вдоха на выдох – аппарат ИВЛ или пациент?

Machine Cycling



Time (T) и Volume (V)

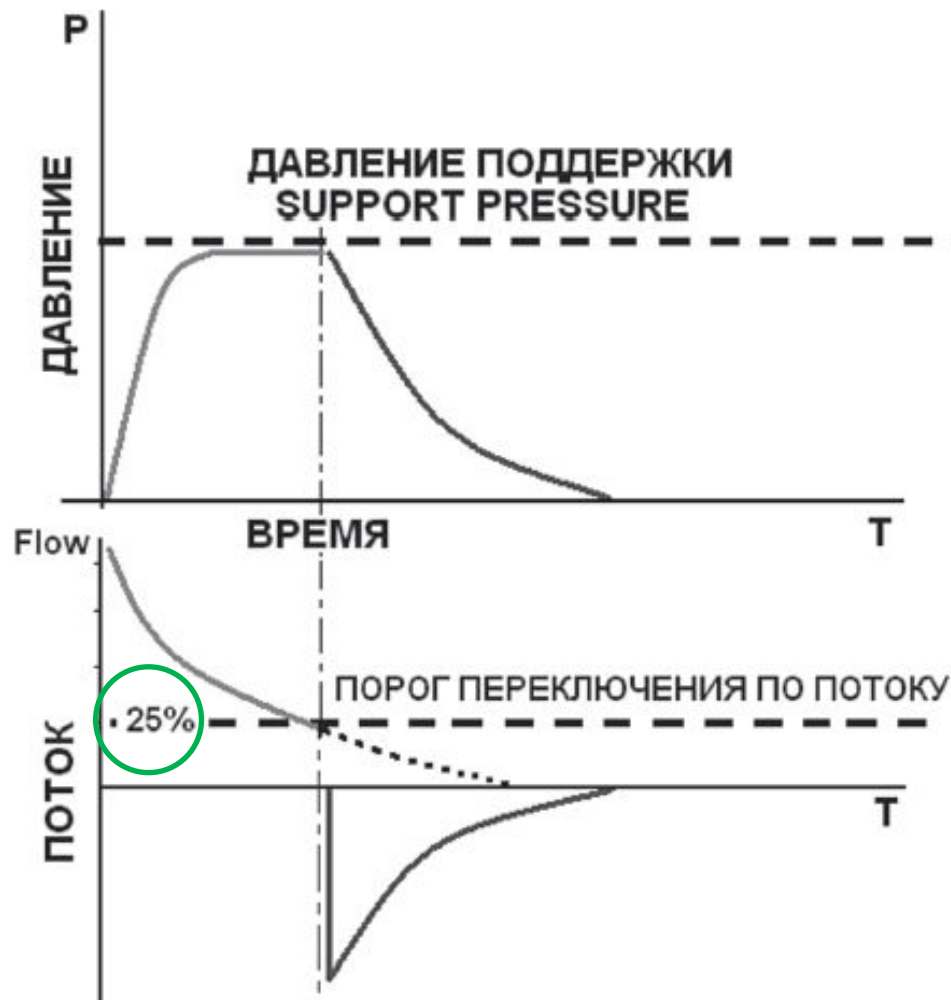
Patient Cycling



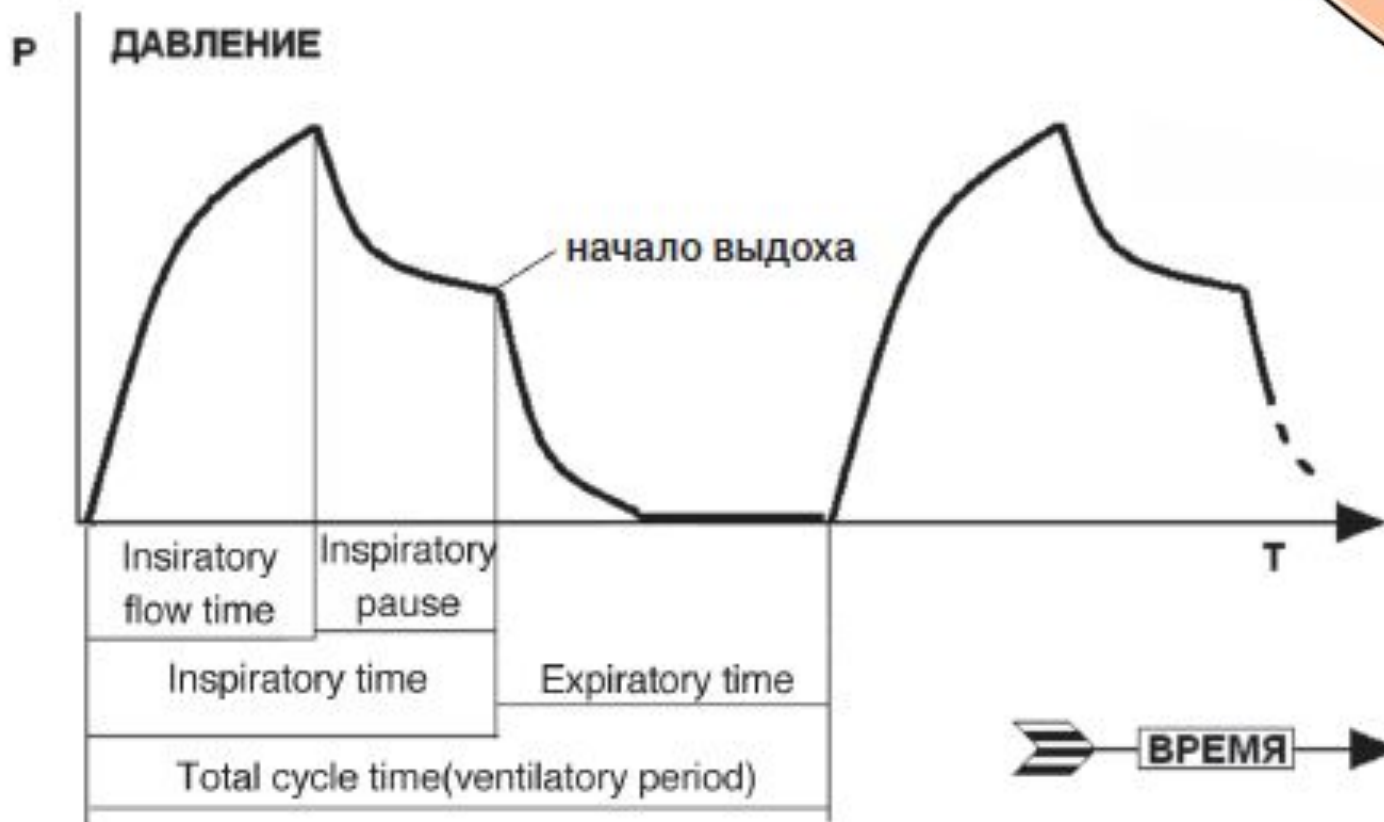
Pressure (P) и Flow (F)



# Pressure controlled, Flow cycled



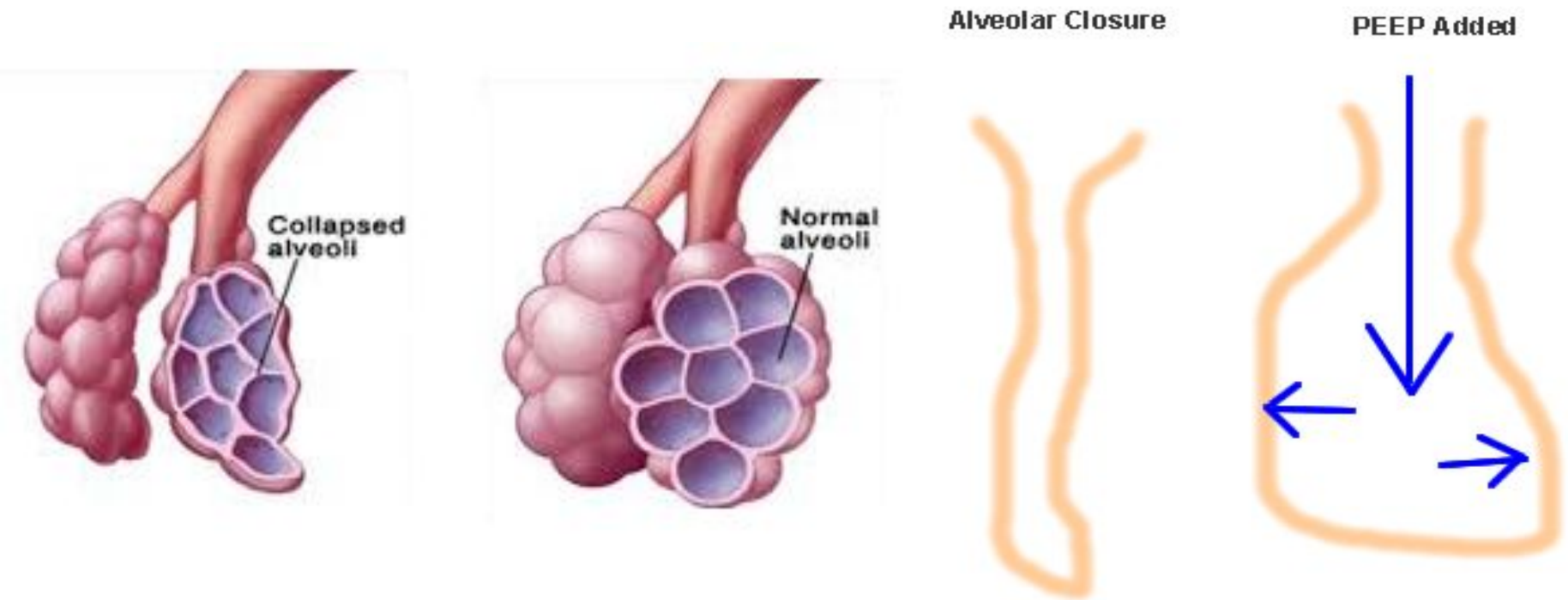
# Time cycling



# PEEP, CPAP и Baseline

PEEP (ПДКВ – положительное давление конца выдоха)

Применение: Recruitment (мобилизация спавшихся альвеол).



# PEEP, CPAP и Baseline

- ✓ Борьба с экспираторным закрытием дыхательных путей (ЭЗДП)

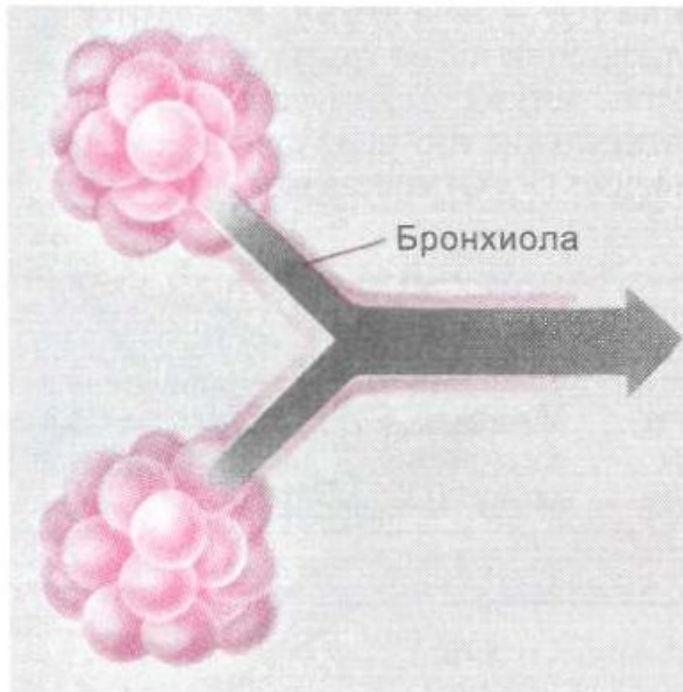


Рис. 1.13. Беспрепятственный выдох.

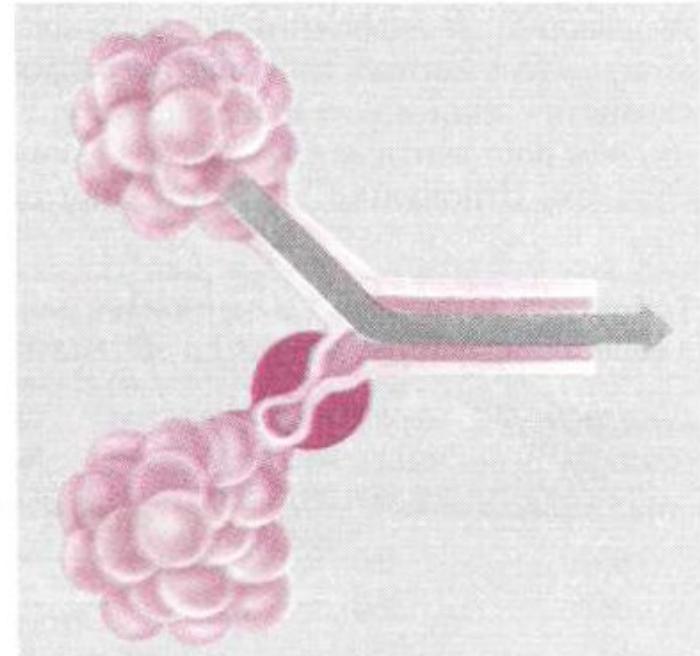
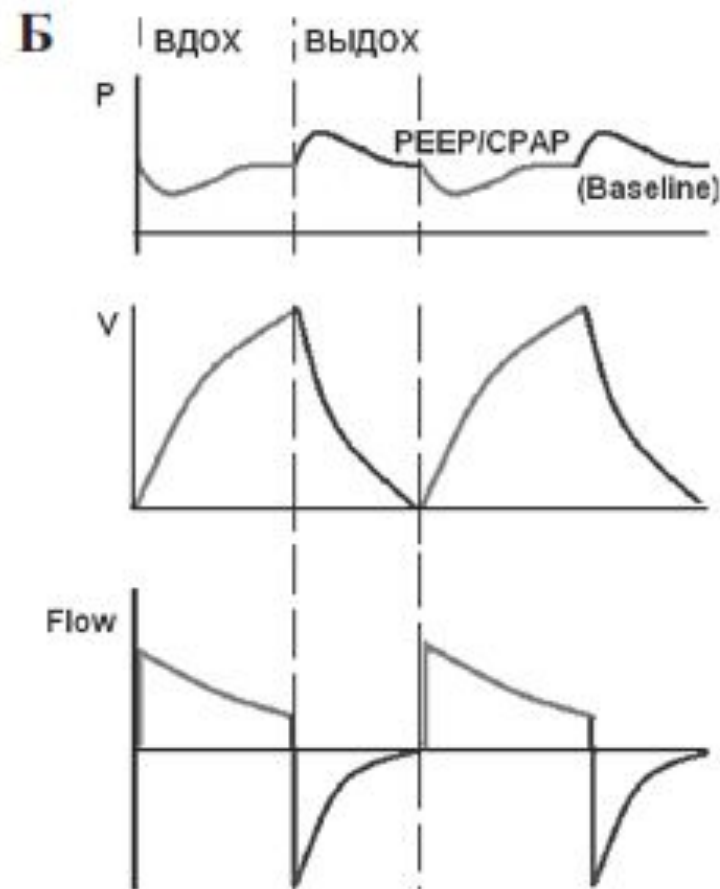
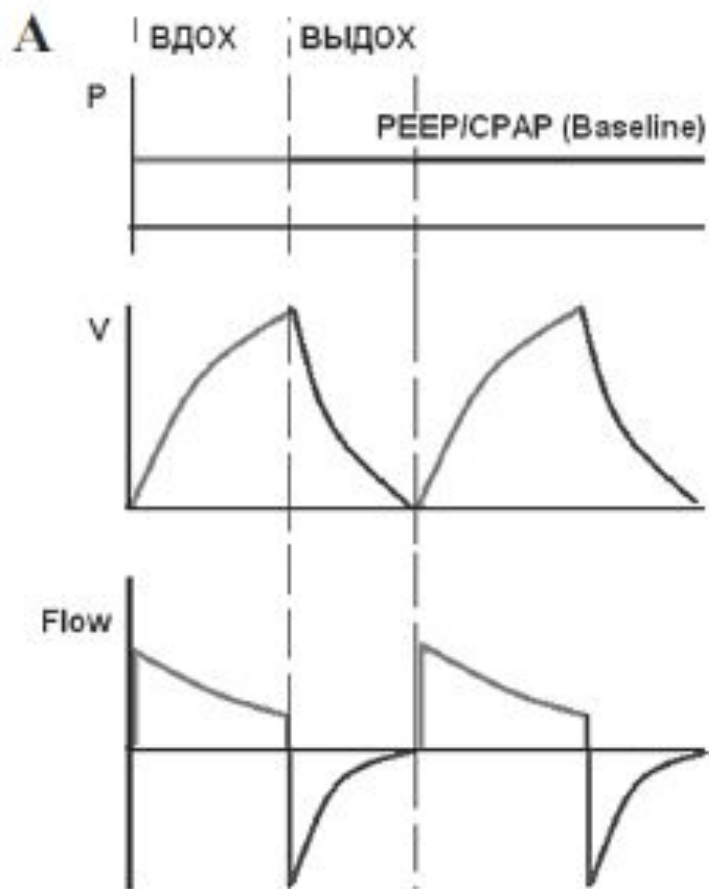


Рис. 1.14. Раннее экспираторное закрытие мелких дыхательных путей.



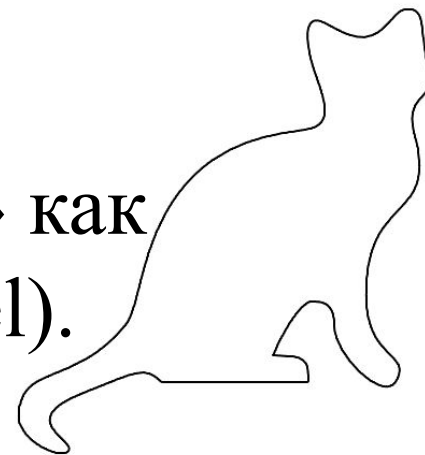
# CPAP

**CPAP constant positive airway pressure** (постоянное положительное давление в дыхательных путях).



# Паттерны ИВЛ

**Pattern** – это слово «переводится» как шаблон (Schablone), модель (Model).



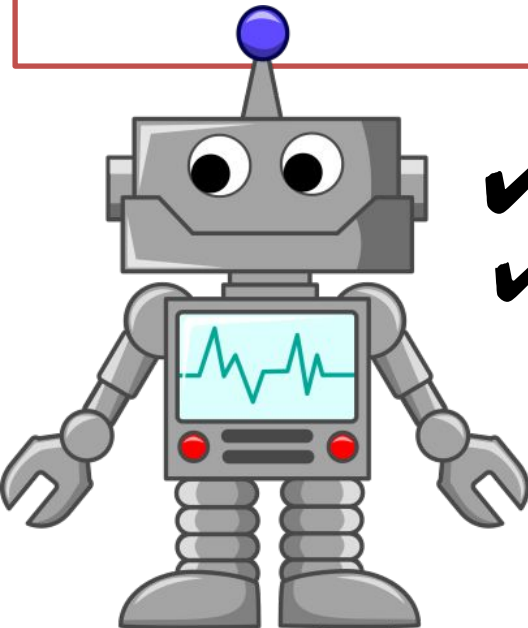
Согласование вдохов + управляемая переменная  
(Breath Sequence) (Control Variable)

# Типы вдохов



## Принудительные (Mandatory)

Вдох начат и/или завершен аппаратом ИВЛ



VCV  
PCV

## Самостоятельные (Spontaneous)

Вдох был инициирован дыхательной попыткой пациента и завершен при попытке пациента начать выдох



PCV



# Варианты согласования

## ВДОХОВ

1. **CMV** (**continuous mandatory ventilation**) - если все вдохи принудительные
2. **CSV** (**continuous spontaneous ventilation**) - если все вдохи самостоятельные
3. **IMV** (**intermittent mandatory ventilation**) - если принудительные вдохи чередуются с самостоятельными

ИТОГО: 8 паттернов ИВЛ

**VC-CMV**

**VC-IMV**

**PC-CMV**

**PC-CSV**

**PC-IMV**

**DC-CMV**

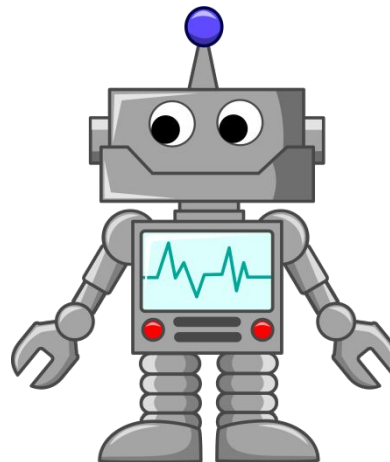
**DC-CSV**

**DC-IMV**

# Continuous mandatory ventilation CMV

Согласование вдохов + управляемая переменная

CMV - VC Volume controlled  
CMV - PC Pressure controlled  
CMV - DC Dual controlled

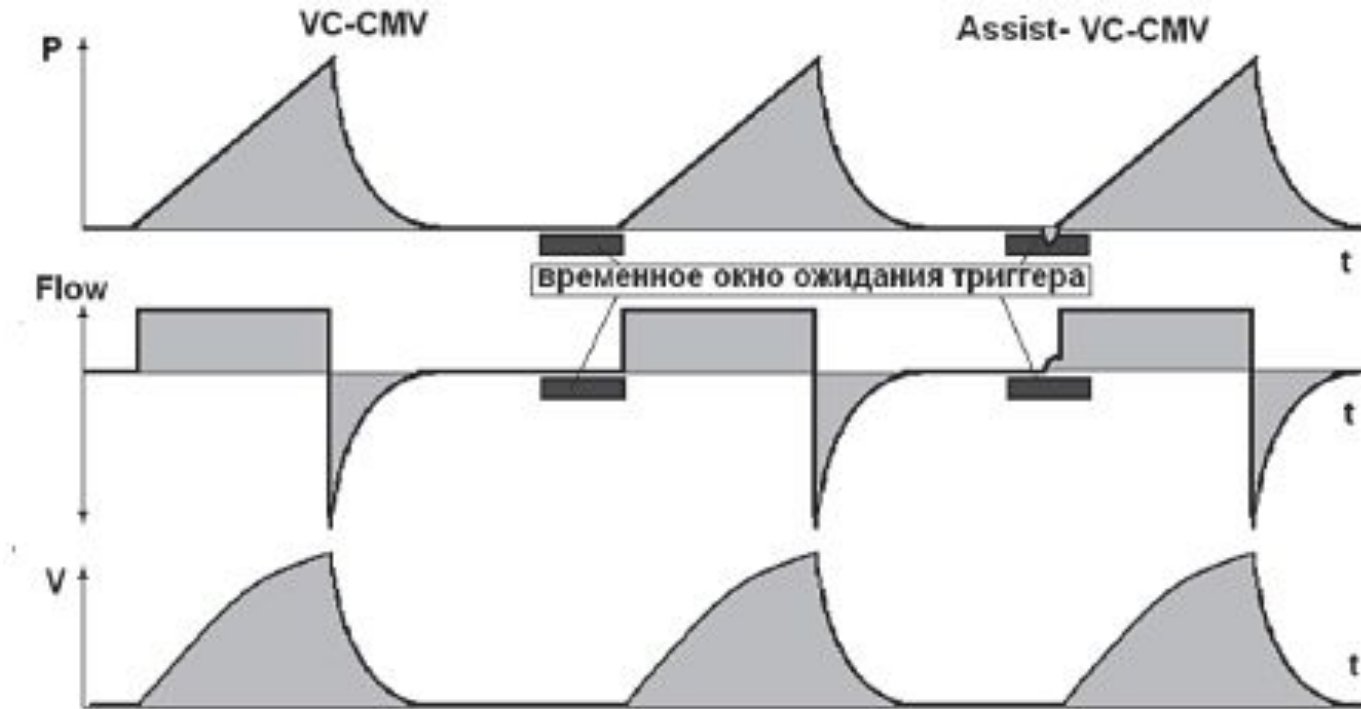


Какие триггеры могут быть использованы при CMV?  
-Только Time trigger – это Machine trigger, но!

Time trigger + patient trigger = Assist Control

# Assist - VC - CMV

Volume controlled continuous mandatory ventilation





# Continuous mandatory ventilation CMV

Переключение с вдоха на выдох (Cycle):



Если паттерн **VC – CMV**

- ✓ по объёму (Volume Cycling)
- ✓ по времени (Time Cycling)

Если паттерн **PC – CMV**

- ✓ только по времени (Time Cycling)

# Continuous spontaneous ventilation CSV

Согласование вдохов + управляемая  
переменная

CSV - PC Pressure controlled continuous spontaneous ventilation  
CSV - DC Dual controlled continuous spontaneous ventilation

Какие триггеры могут быть использованы при CSV?

- Любые, кроме Time trigger!

Переключение с вдоха на выдох (Cycle):

по потоку (Flow Cycling) или по давлению (Pressure Cycling)

# Pressure controlled, Pressure cycled ventilation



# Intermittent mandatory ventilation IMV

Согласование вдохов + управляемая переменная

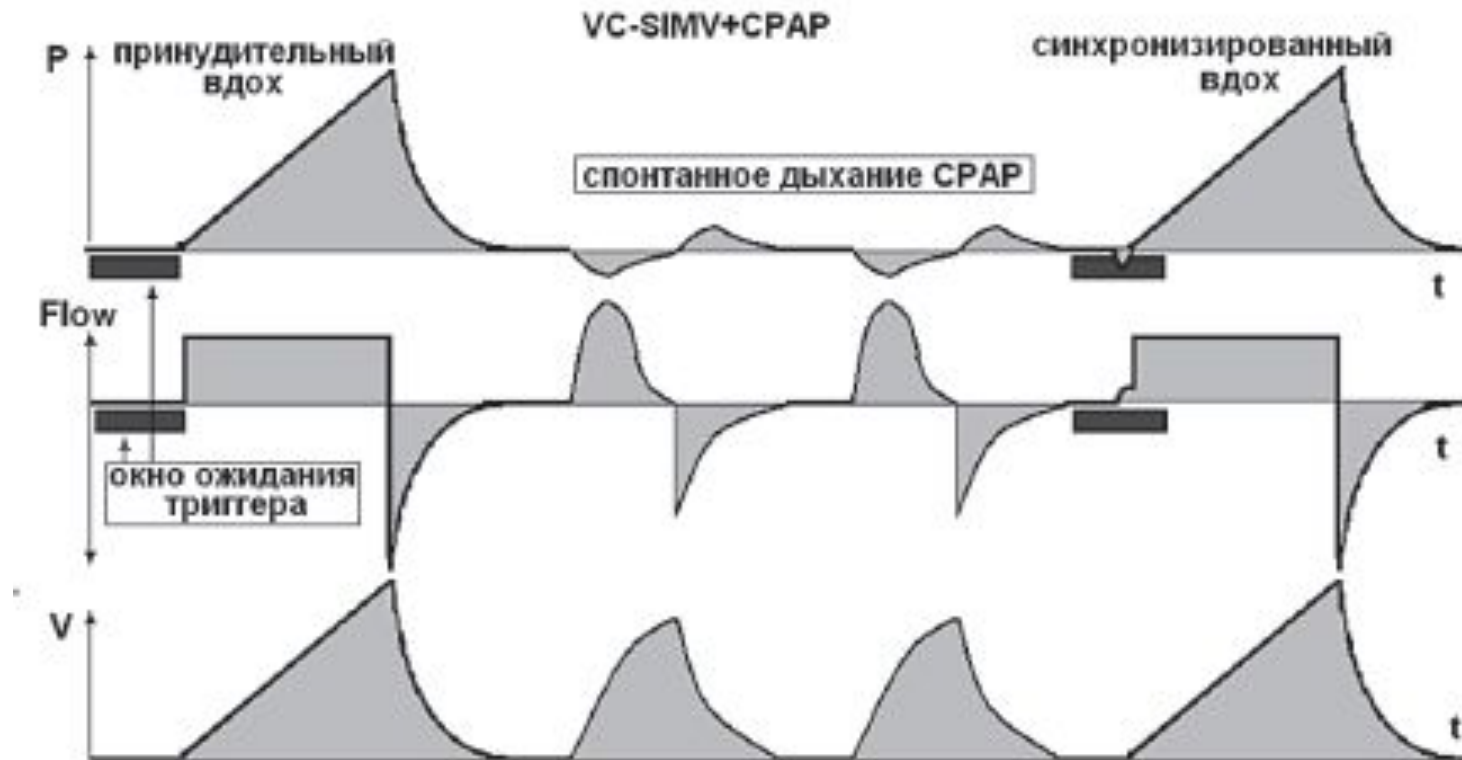
- IMV - VC Volume controlled intermittent mandatory ventilation
- IMV - PC Pressure controlled
- IMV - DC Dual controlled

$$\text{IMV} = \text{CMV} + \text{CSV}$$

SIMV (synchronized intermittent mandatory ventilation)  
time trigger + patient trigger

# VC –SIMV

## Volume controlled intermittent mandatory ventilation



**Спасибо за внимание!**