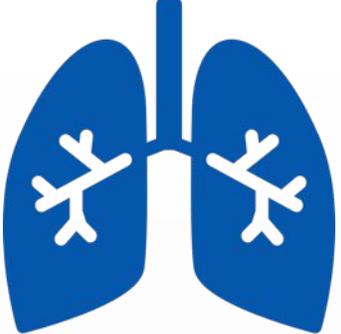




ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

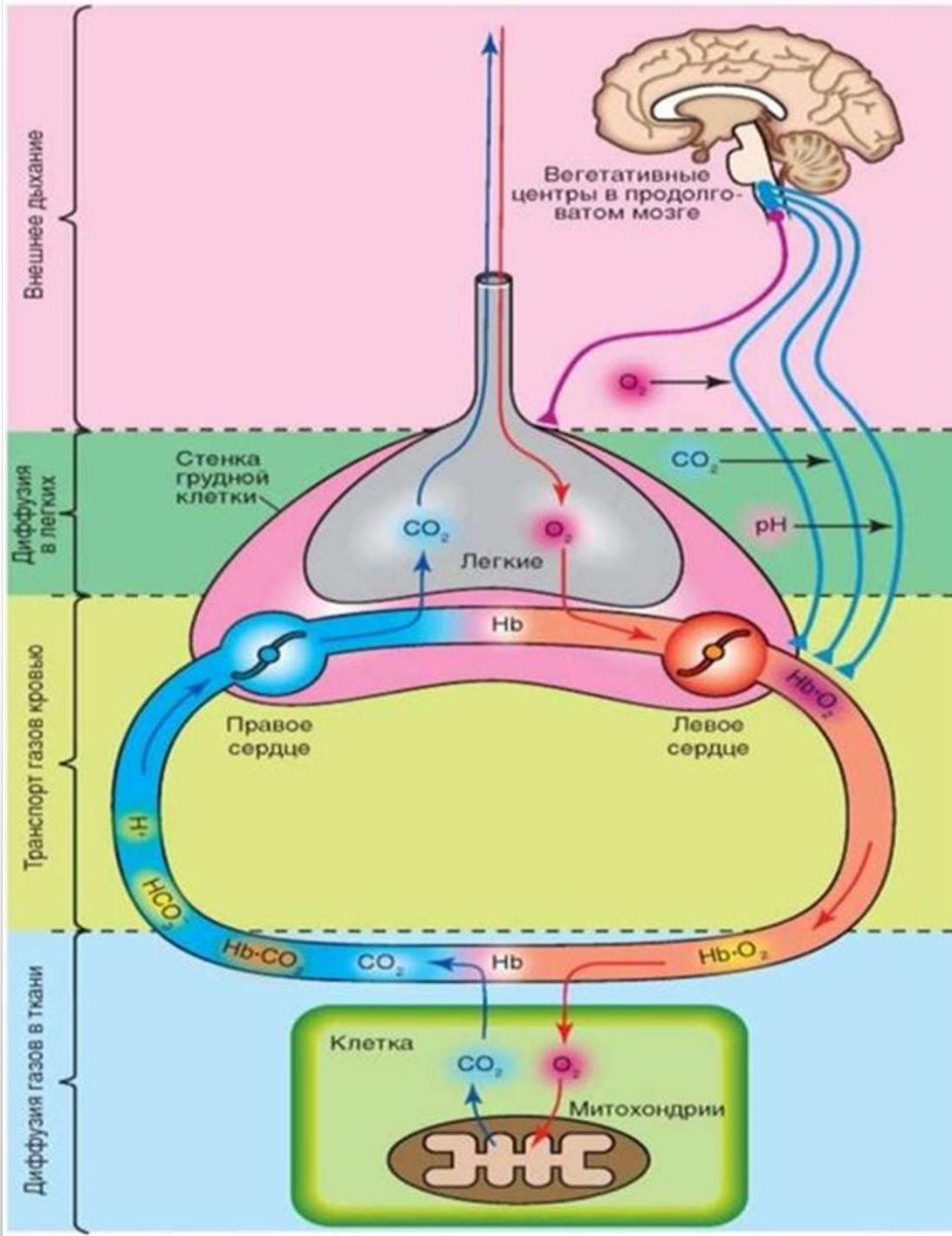
Монгуш Айдана
РНИМУ им. Н.И. Пирогова



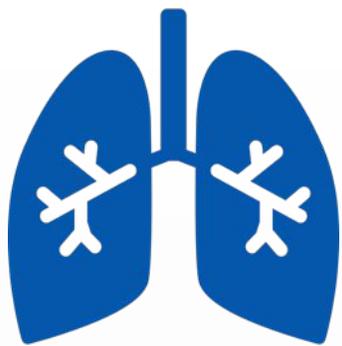
Дыхание - совокупность физиологических процессов, обеспечивающих поступление кислорода в организм, его доставку к органам и тканям с последующим включением в обменные процессы, а также выведение углекислого газа, образующегося в результате окислительно - восстановительных реакций.



ПЯТЬ ЭТАПОВ ДЫХАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

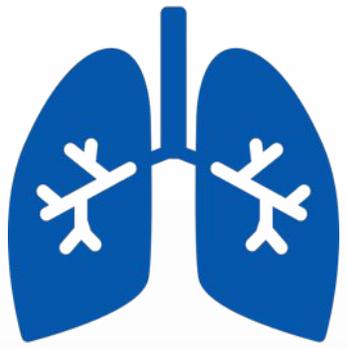


- 1. ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЁГКИХ** –газообмен между внешней средой и легкими
- 2. ГАЗООБМЕН В ЛЁГКИХ** –между альвеолярным воздухом и кровью
- 3. ТРАНСПОРТ ГАЗОВ КРОВЬЮ**
- 4. ГАЗООБМЕН В ТКАНЯХ** –между кровью и клетками
- 5. ТКАНЕВОЕ ДЫХАНИЕ** –окисление веществ в клетках (биохимия)



МЕХАНИЗМ ВДОХА

1. СОКРАЩЕНИЕ ИНСПИРАТОРНЫХ МЫШЦ (диафрагма, наружные межрёберные мышцы)
2. УВЕЛИЧЕНИЕ ОБЪЁМА ГРУДНОЙ КЛЕТКИ
3. УВЕЛИЧЕНИЕ ОБЪЁМА ЛЁГКИХ (легкие следуют за грудной клеткой и диафрагмой и при этом сами расширяются)
4. СНИЖЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ В АЛЬВЕОЛАХ и поступление воздуха из атмосферы в альвеолярное пространство - ВДОХ



МЕХАНИЗМ ВЫДОХА

1. РАССЛАБЛЕНИЕ ИНСПИРАТОРНЫХ МЫШЦ (диафрагмы, наружных межрёберных мышц)
2. УМЕНЬШЕНИЕ ОБЪЁМА ЛЁГКИХ И ГРУДНОЙ КЛЕТКИ
3. ПОВЫШЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ В АЛЬВЕОЛАХ и поступление воздуха из альвеолярного пространства в атмосферу – ВЫДОХ

□ **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
ИНСПИРАТОРНЫЕ МЫШЦЫ**
(участвуют в усиленном дыхании)

- Мышцы шеи, грудные мышцы поднимают грудину и верхние ребра



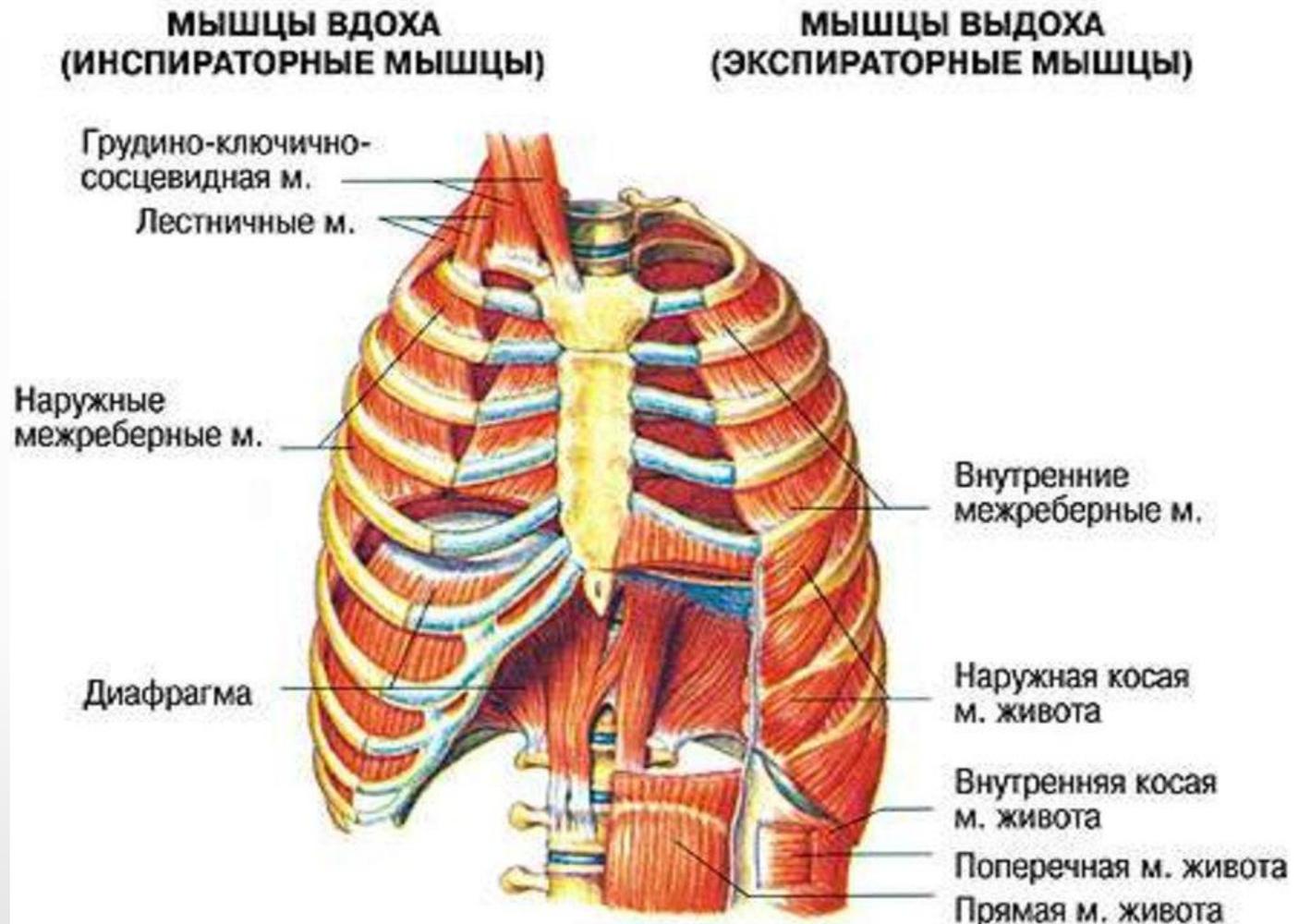
**УСИЛЕННЫЙ
ВДОХ**

□ **ЭКСПИРАТОРНЫЕ МЫШЦЫ**
(участвуют в усиленном дыхании)

- **Внутренние межрёберные мышцы** - опускают рёбра
- **Мышцы брюшного пресса** опускают ребра и увеличивают внутри-брюшное давление



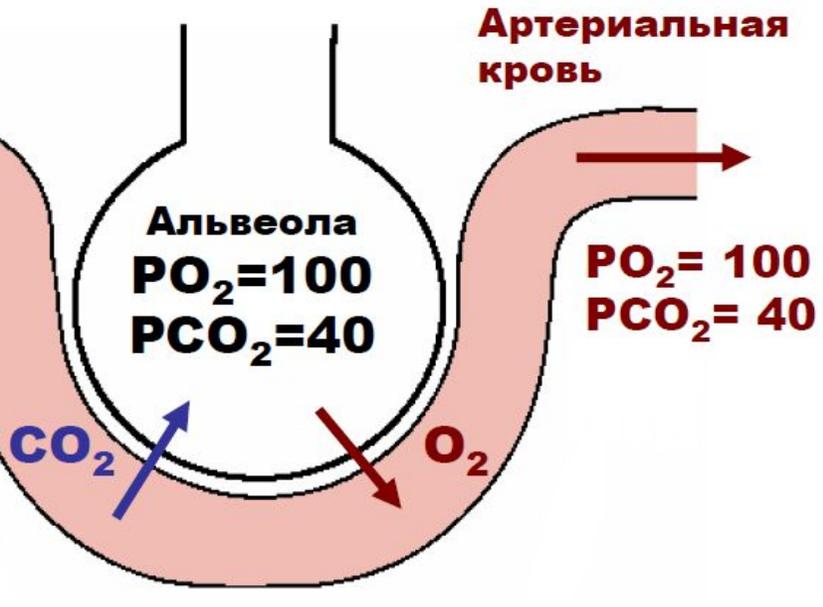
**УСИЛЕННЫЙ
ВЫДОХ**



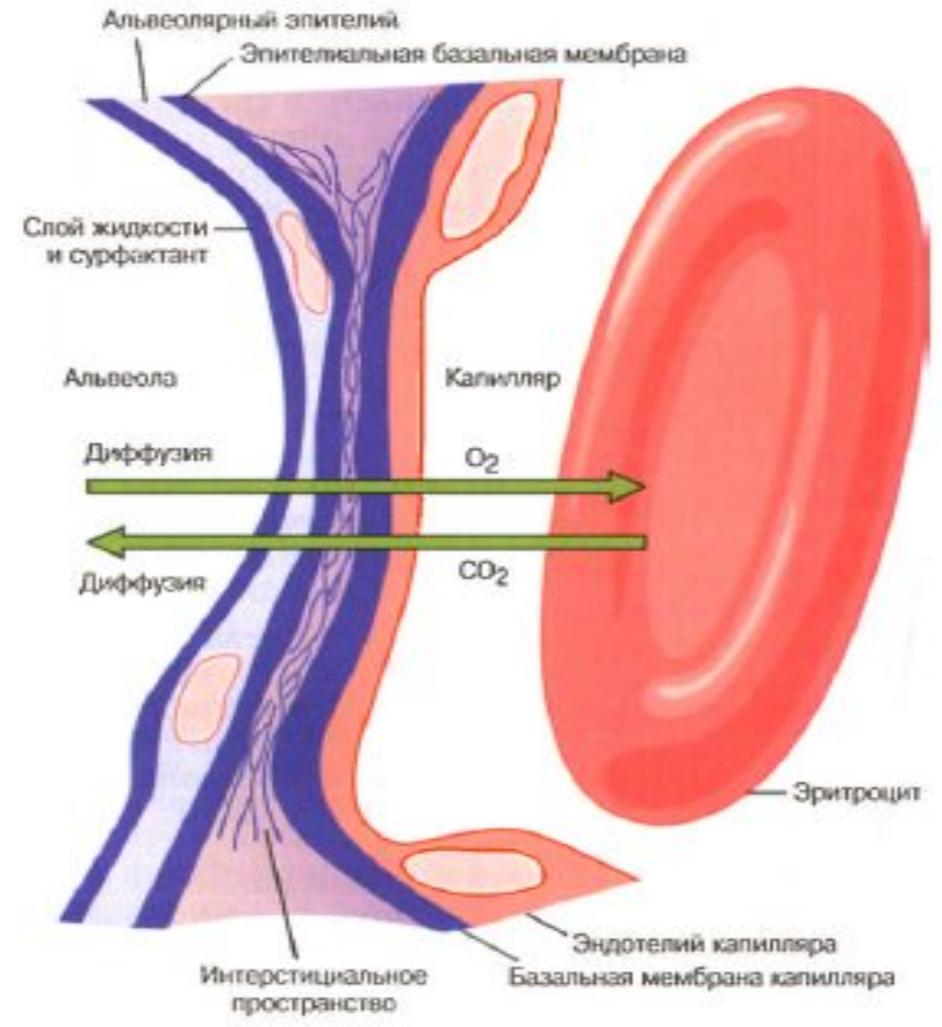


Венозная
кровь

$PO_2 = 40$
 $PCO_2 = 46$



Газообмен в лёгких

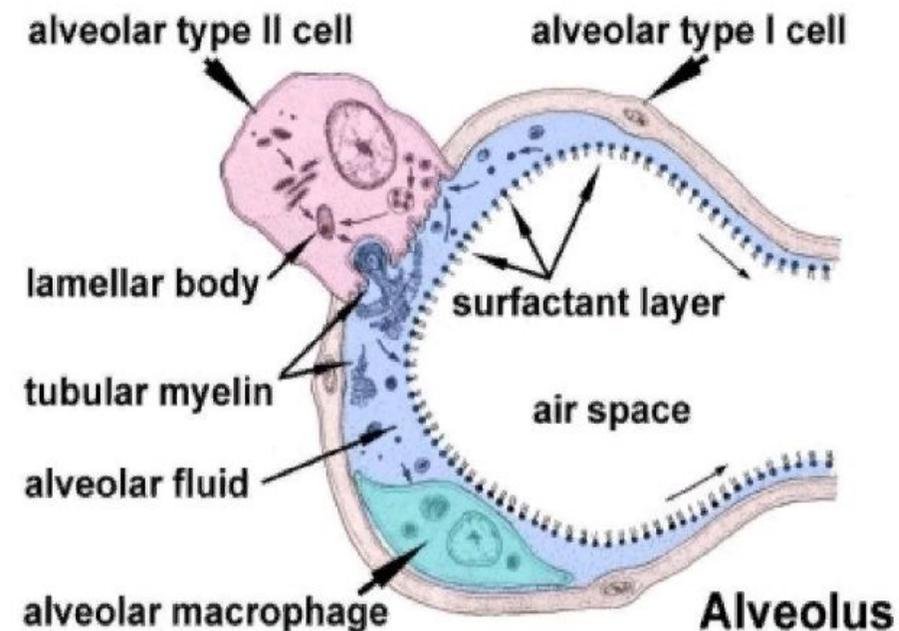


Диффузия свободных молекул газа (O_2 и CO_2)

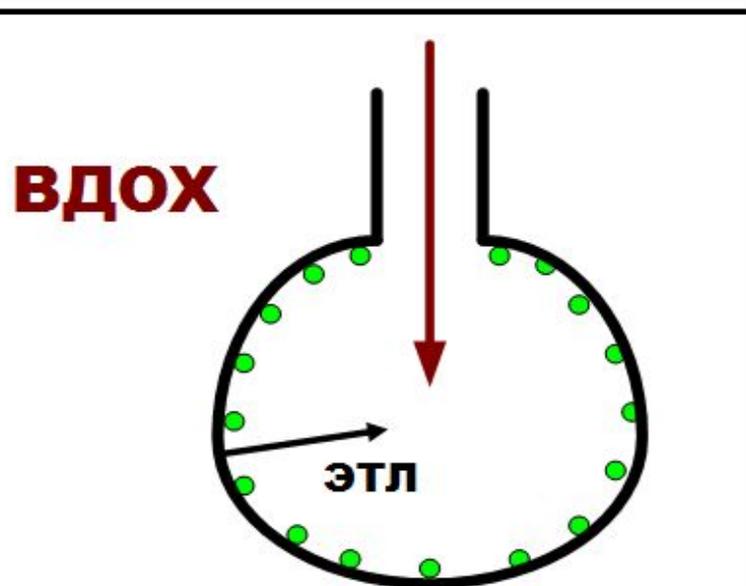
□ из области с высоким парциальным давлением в область с низким парциальным давлением.

Сурфактант

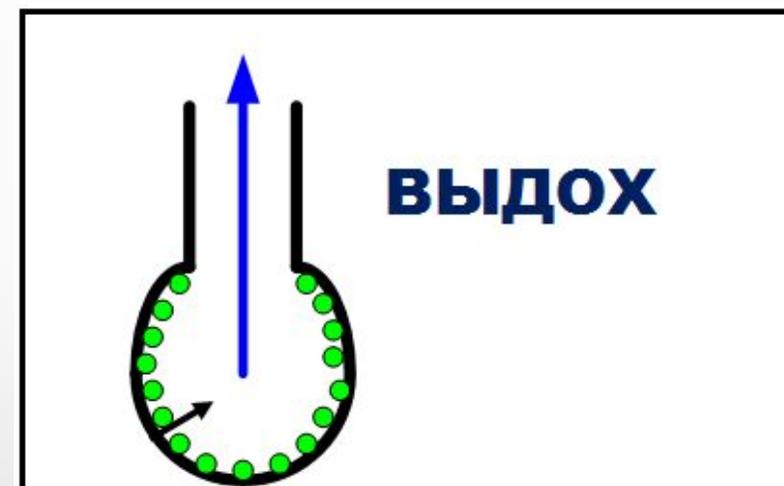
- Поверхностно-активное вещество
- Представляет собой комплекс фосфолипидов, белков и Ca^{2+}
- Выделяется альвеолоцитами 2-го типа



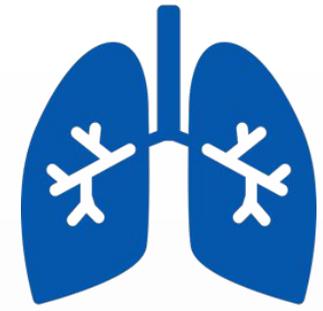
Сурфактант стабилизирует размер альвеол



Концентрация на ед. площади уменьшается.
ЭТЛ растёт.
Альвеола не перерастягивается.



Концентрация на ед. площади увеличивается.
ЭТЛ снижается.
Альвеола не схлопывается.



ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ДЫХАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

СТАТИЧЕСКИЕ

Показатели эластических свойств лёгких и грудной клетки

□ лёгочные объёмы (л, мл)

- ☺ ДО – 500 мл
- ☺ РО вдоха – 2000-3000 мл
- ☺ РО выдоха - 1000-1500 мл.
- ☺ ОО - 1000 - 1500 мл.

□ лёгочные ёмкости (л, мл)

- ☼ ЖЕЛ - 3500-4500 мл.
- ☼ ОЕЛ – 4000-6000 мл
- ☼ ФОЕ - 2000-2500 мл.

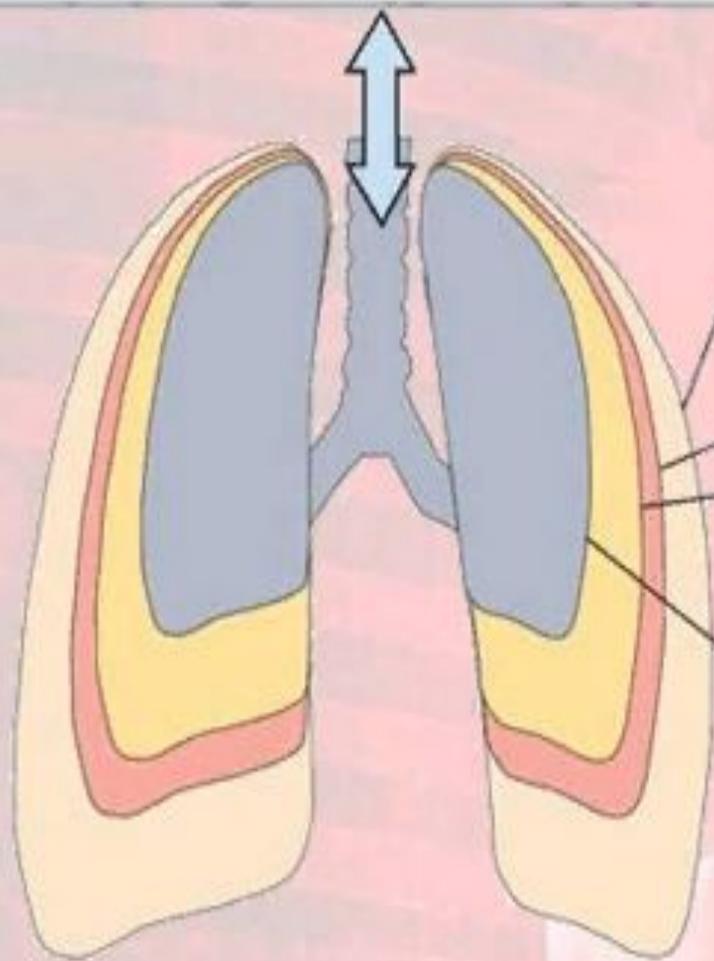
ДИНАМИЧЕСКИЕ

1. Показатели лёгочной вентиляции (л/мин)
2. Показатели бронхиальной проходимости (л/сек)



$$\text{ЖЕЛ} = \text{ДО} + \text{РО вд} + \text{РО выд}$$

$$\text{ФОЕ} = \text{РО выд} + \text{ОО}$$



Самый глубокий
вдох

2.5 л

РЕЗЕРВНЫЙ ОБЪЕМ
ВДОХА

Спокойный
вдох

Дыхательный
объем

0.5 л

Спокойный
выдох

1.5 л

РЕЗЕРВНЫЙ ОБЪЕМ
ВЫДОХА

Самый глубокий
выдох

1.5 л

ОСТАТОЧНЫЙ ОБЪЕМ

4.5 л

ЖИЗНЕННАЯ
ЕМКОСТЬ
ЛЕГКИХ

6.0 л

ОБЩАЯ ЕМКОСТЬ ЛЕГКИХ

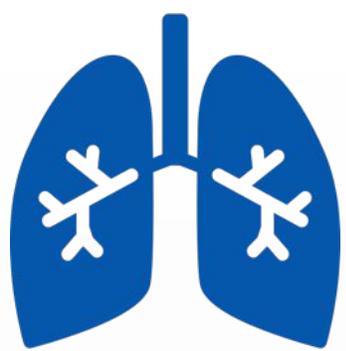
1.5 л

СПИРОГРАММА



MBC = maximal breathing capacity = максимальная вентиляционная способность легких
 MVVf = maximal voluntary ventilation = максимальная произвольная вентиляция легких
 TV, Vt = Tidal Volume = дыхательный объем
 ОО = остаточный объем
 RV = residual volume
 Р0 выд. = резервный объем выдоха
 ERV = expiratory reserve volume
 ФОЕ = функциональная остаточная емкость
 FRC = functional residual capacity

ОЕЛ незначительно снижается из-за внутри-торакального объема крови. ДО увелич. до 50% ЖЕЛ (за счет Р0 выд.). Р0 выдоха изменяется незначительно. ОО повышается. ФОЕ практич. не изменяется. ЖЕЛ незначительно снижается



ПОКАЗАТЕЛИ ЛЕГОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

1. Минутный объём дыхания (л/мин)

$$\text{МОД} = \text{ДО} \times \text{част.дых.} \quad \mathbf{6-9л}$$

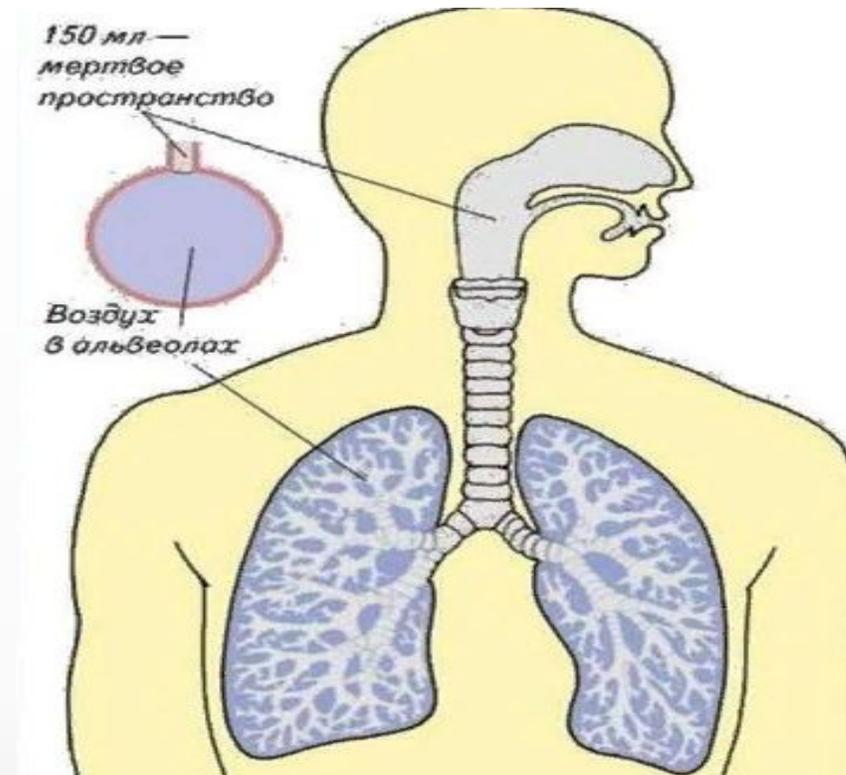
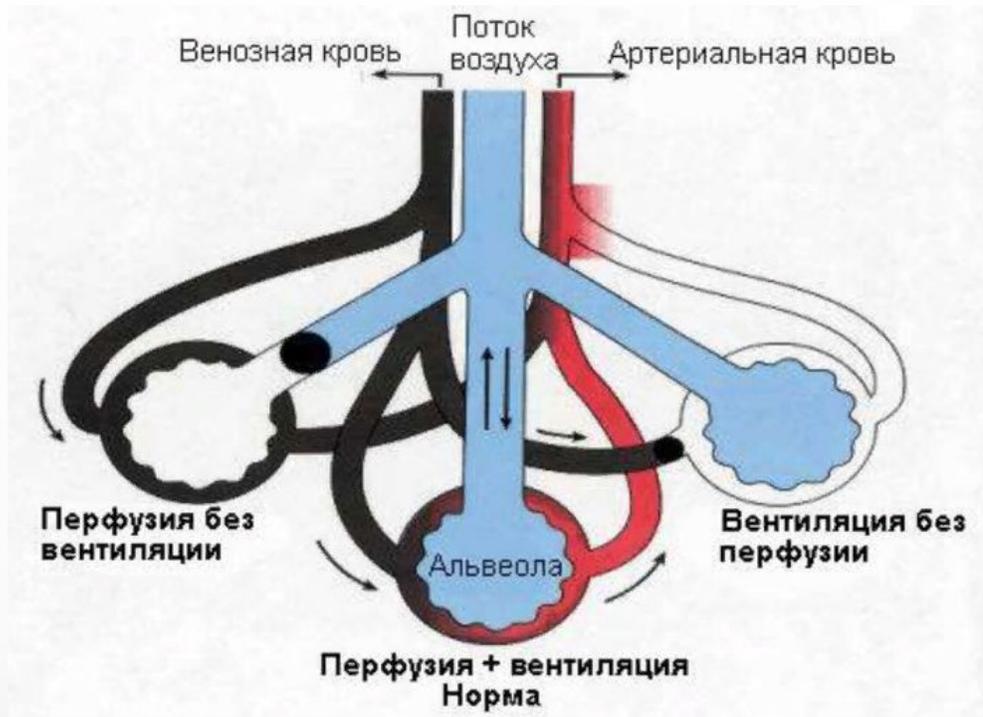
2. Альвеолярная вентиляция (л/мин)

$$\text{АВ} = \text{МОД} - \text{ВМП} \text{ (вент.мёртвого пр-ва)}$$

$$\text{ВМП} = \text{МП} \times \text{част.дых.}$$

3. Максимальная вентиляция лёгких (л/мин)

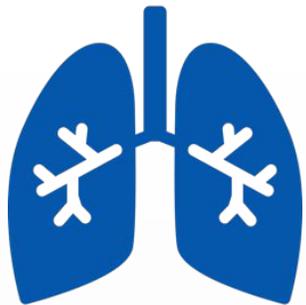
$$\text{МВЛ} = \text{макс.об.дых.} \times \text{макс.част.дых.}$$



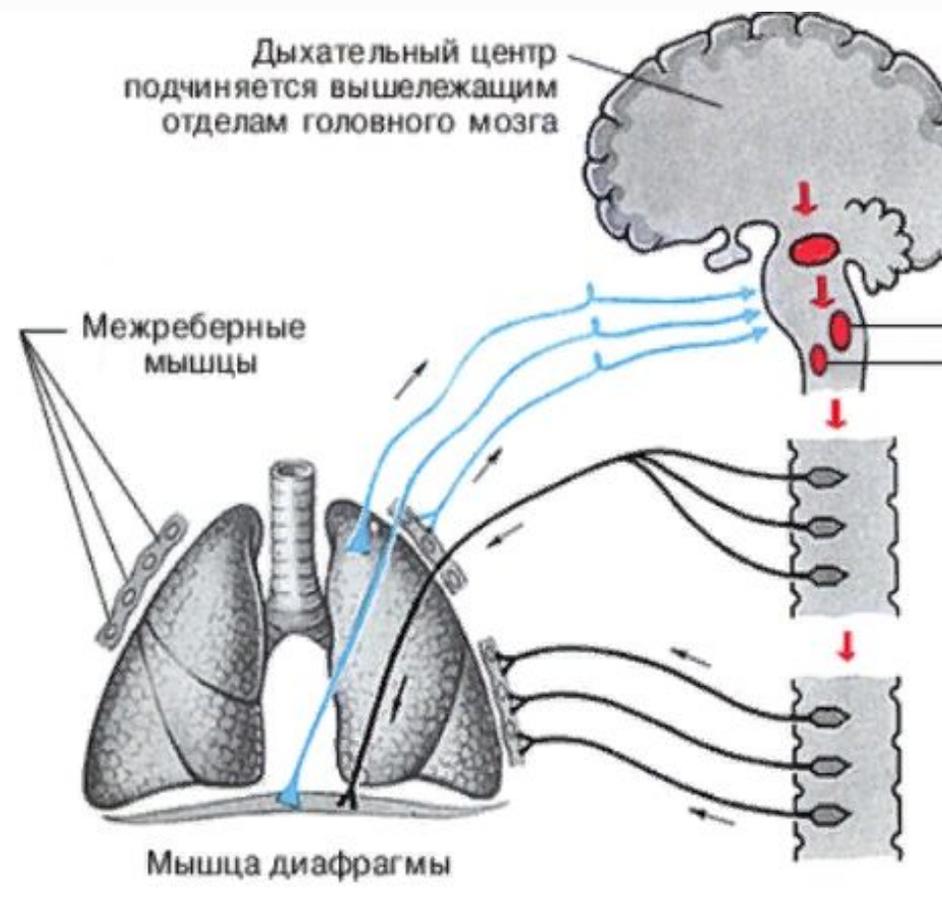
1. Анатомическое мертвое пространство - включает объем воздуха воздухоносных путей, в которых не происходит газообмена. Это – носовая и ротовая полость, глотка, гортань, трахея, бронхи, бронхиолы.

2. Альвеолярное мертвое пространство – альвеолы, которые не перфузируются или не вентилируются

Функциональное мертвое пространство – сумма объемов анатомического и альвеолярного мертвого пространства.



Рефлекторная регуляция дыхания



1. **Механорецепторы** – рецепторы растяжения легких.

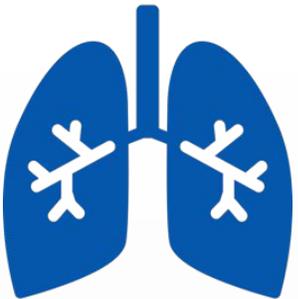
- Реагируют на увеличение объема лёгких при вдохе;
- сигнал от них поступает по афферентным волокнам блуждающих нервов.
- с них возникает инспираторно-тормозящий рефлекс Геринга - Брейера.

2. **Ирритантные рецепторы**

- расположены в эпителии бронхов, а также в области корней легких
- реагируют на сильные изменения объема легких, часть этих рецепторов на механические воздействия (пыль) и на пары химических веществ

3. **Юкстаальвеолярные рецепторы (J-рецепторы)**

- локализуются в интерстиции альвеол у капилляров.
- реагируют на давление жидкости в межклеточном пространстве лёгких.

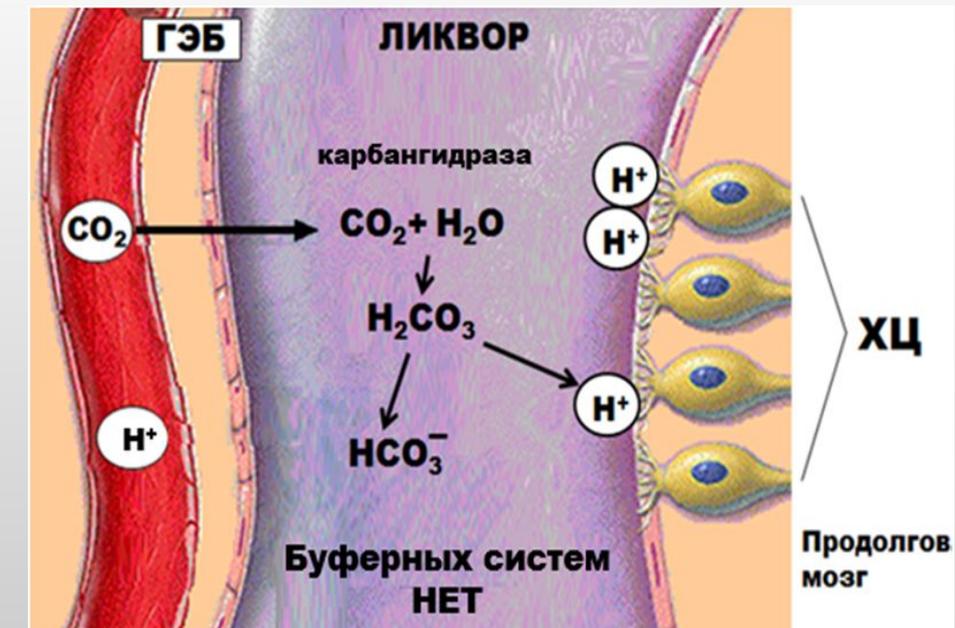


Гуморальная регуляция дыхания

ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ХЕМОРЕЦЕПТОРЫ

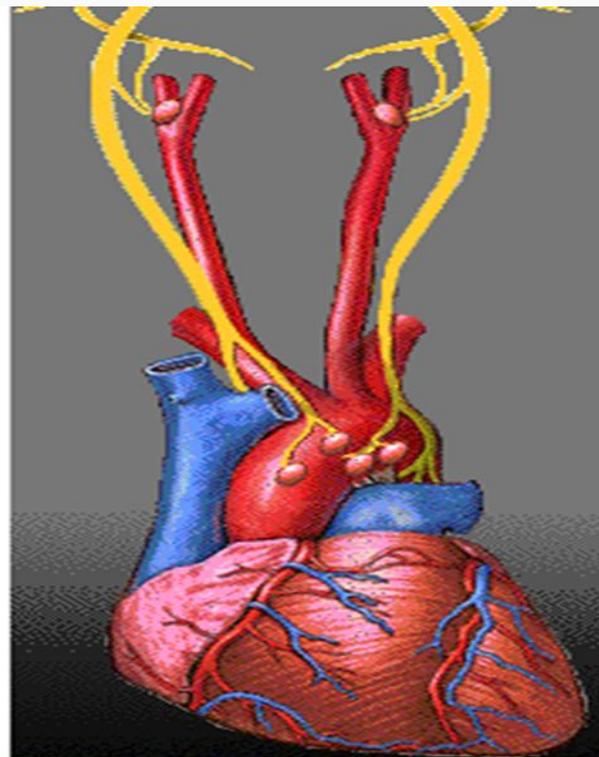
расположены на латеральной поверхности продолговатого мозга

- Они чувствительны к изменениям рН ликвора
- рН ликвора зависит от $p\text{CO}_2$ крови
- ЦХ – система непрерывного контроля



ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ ХЕМОРЕЦЕПТОРЫ - Синокаротидные и аортальные тельца

- чувствительны к
 - снижению PO_2 крови
 - повышению PCO_2 крови
 - уменьшению рН крови



- Система аварийной сигнализации
- Возбуждаются в условиях гипоксии, когда ЦХ уже не функционируют

Дорсальная группа нейронов-

- задает дыхательный ритм при спокойном дыхании
- обладает автоматизмом

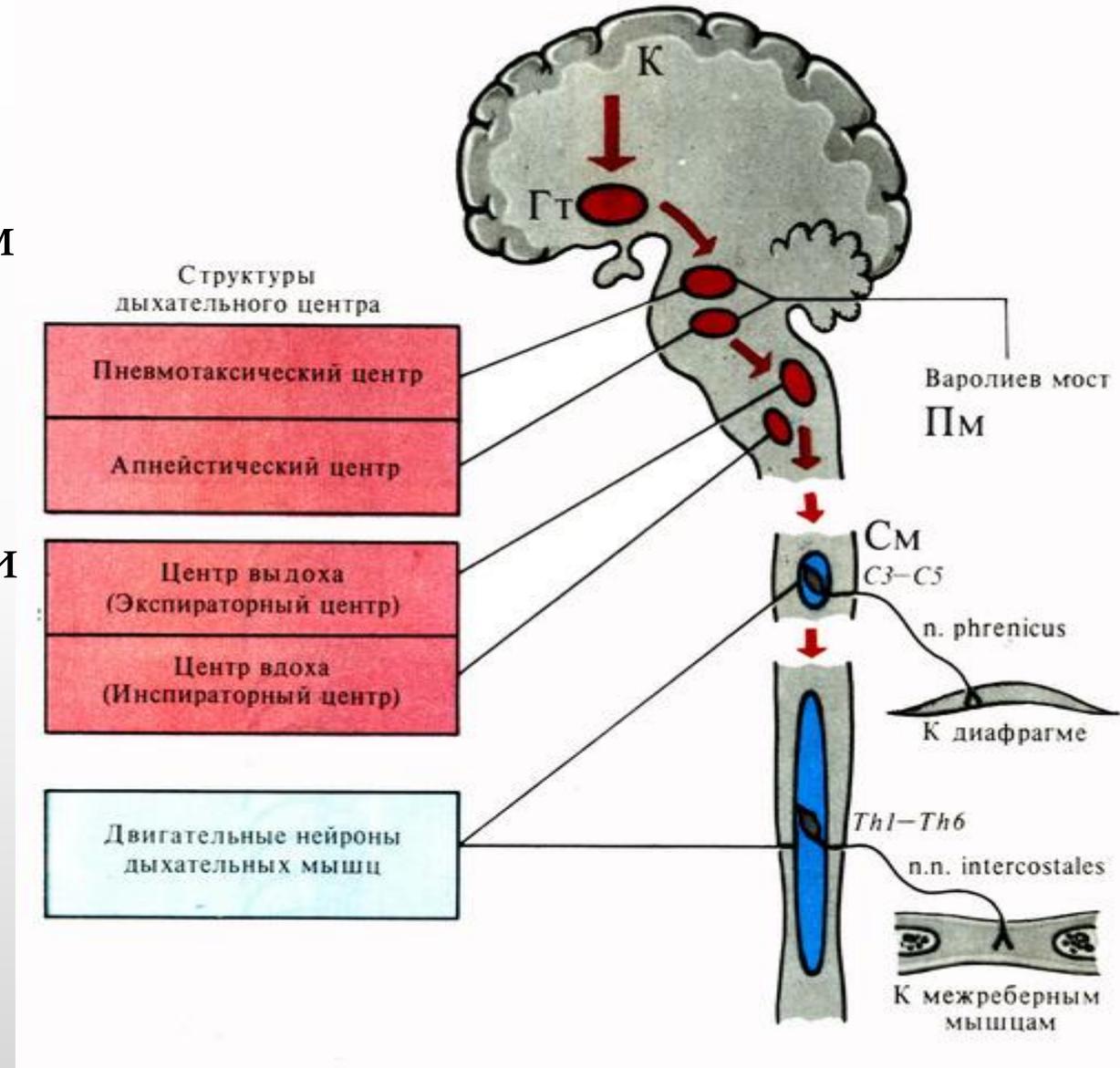
Вентральная группа нейронов-

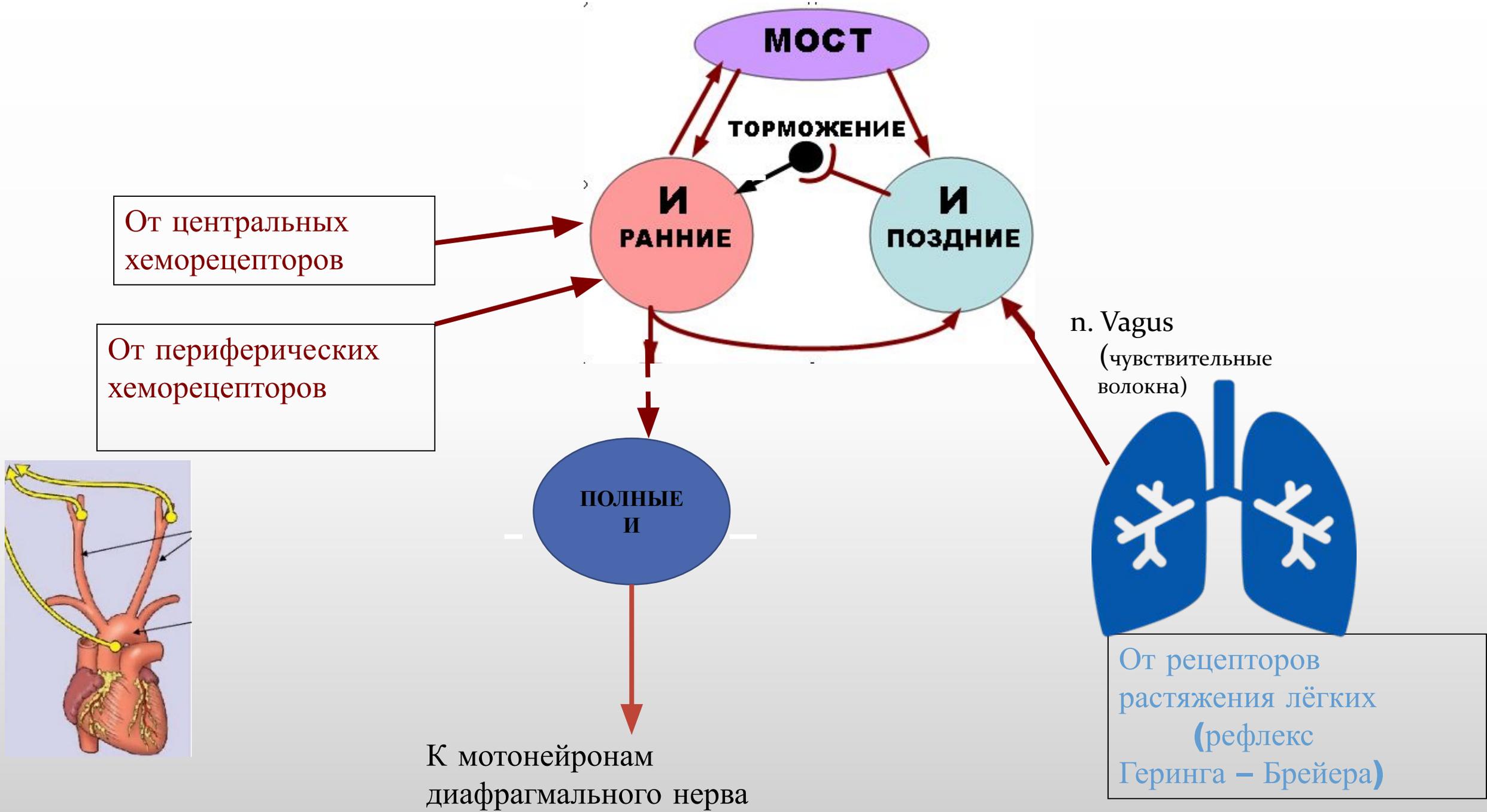
- включается при форсированном дыхании
- Посылает импульсы к мотонейронам экспираторных мышц

Пневмотаксический центр

- Регулирует частоту и глубину дыхания

Апноэстический центр- усиливает вдох





МОСТ

ТОРМОЖЕНИЕ

**И
РАННИЕ**

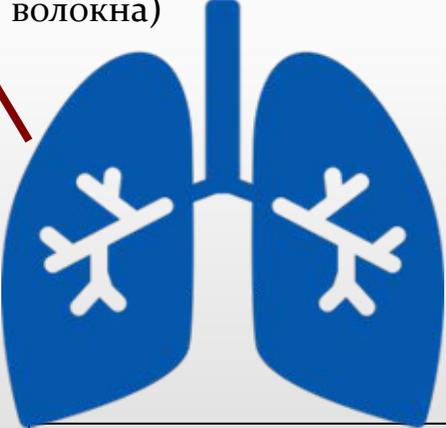
**И
ПОЗДНИЕ**

От центральных хеморецепторов

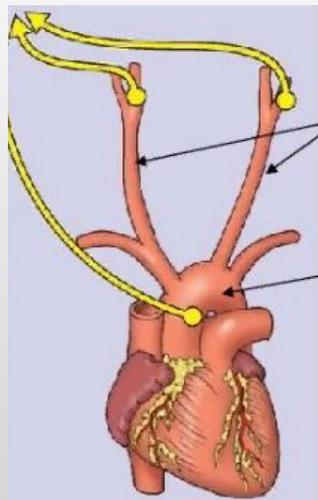
От периферических хеморецепторов

n. Vagus
(чувствительные волокна)

**ПОЛНЫЕ
И**



От рецепторов растяжения лёгких
(рефлекс Геринга – Брейера)



К мотонейронам диафрагмального нерва

Уровни организации дыхательного центра

