

Дыхательная недостаточность

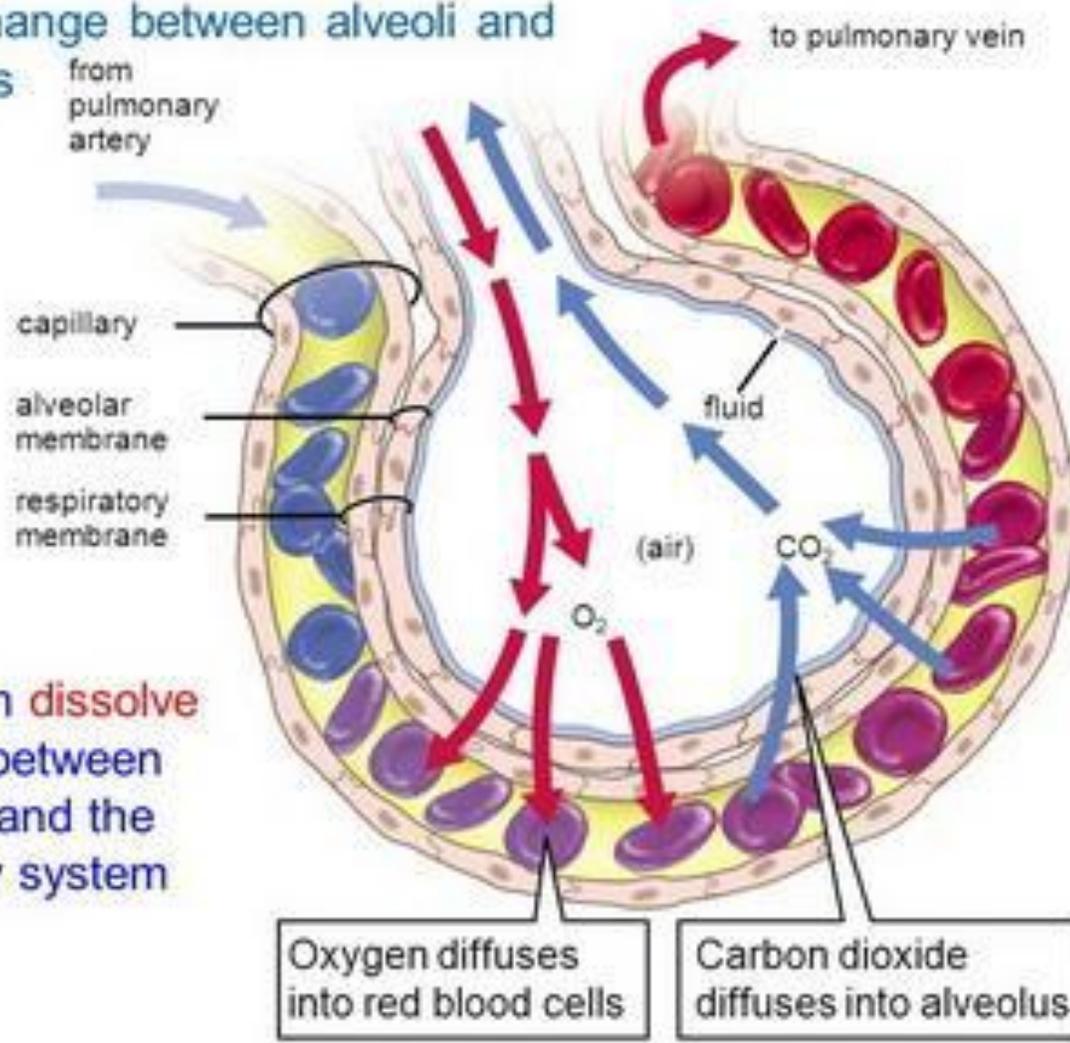
Лекция для студентов 3-го курса
К.м.н. Е.И. Ильиных

2019

Нормальный газообмен в легких

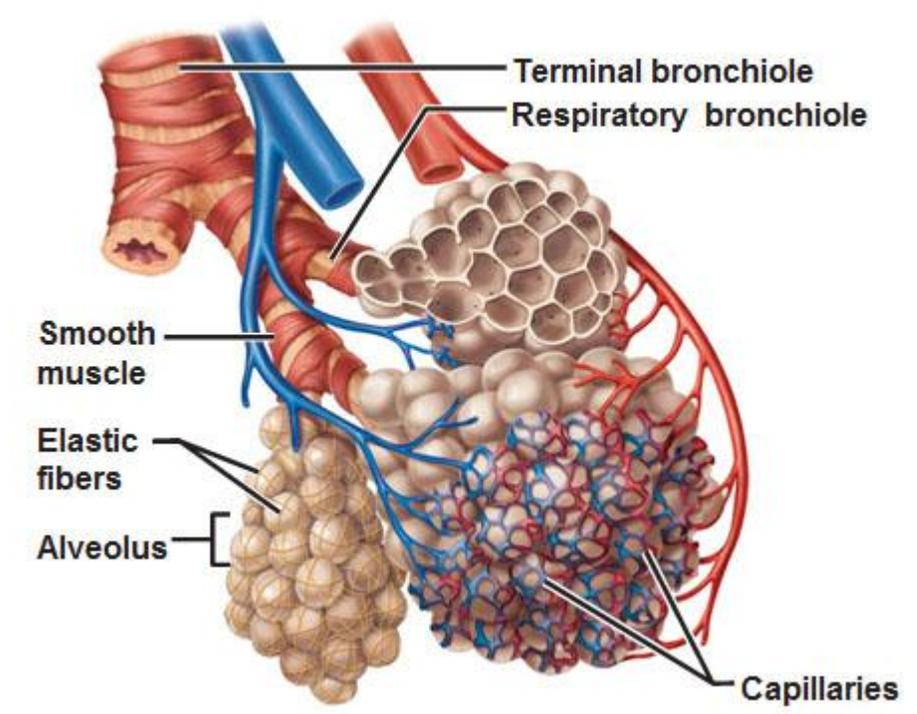
- Нормальное состояние альвеолярно-капиллярной мембраны (АКМ), которое обеспечивает диффузию O_2 и CO_2 по градиенту давления
- Нормальное отношение V/Q
- Адекватная вентиляция легких (минутный объем дыхания соответствует метаболическим потребностям организма и уровню продукции CO_2)

Gas exchange between alveoli and capillaries



Gases can **dissolve** & **diffuse** between the lungs and the circulatory system

Diagrammatic view of capillary-alveoli relationships



Normal Ventilation-Perfusion Ratio (V/Q Ratio)

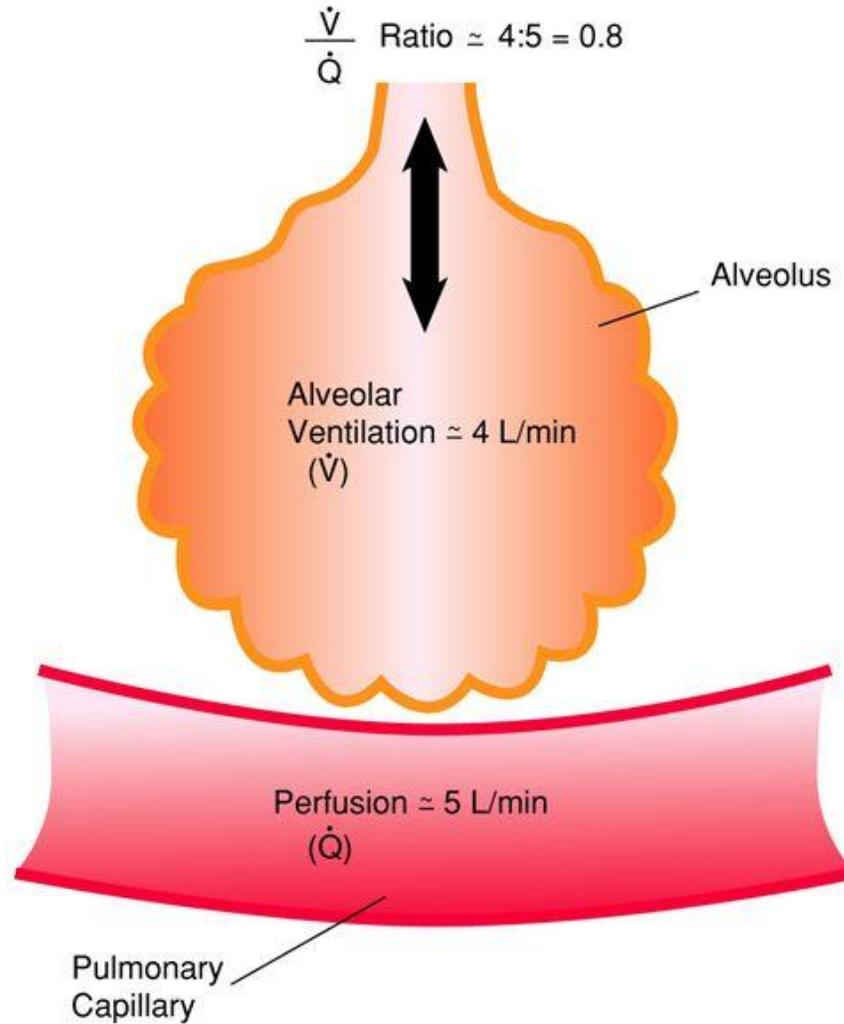
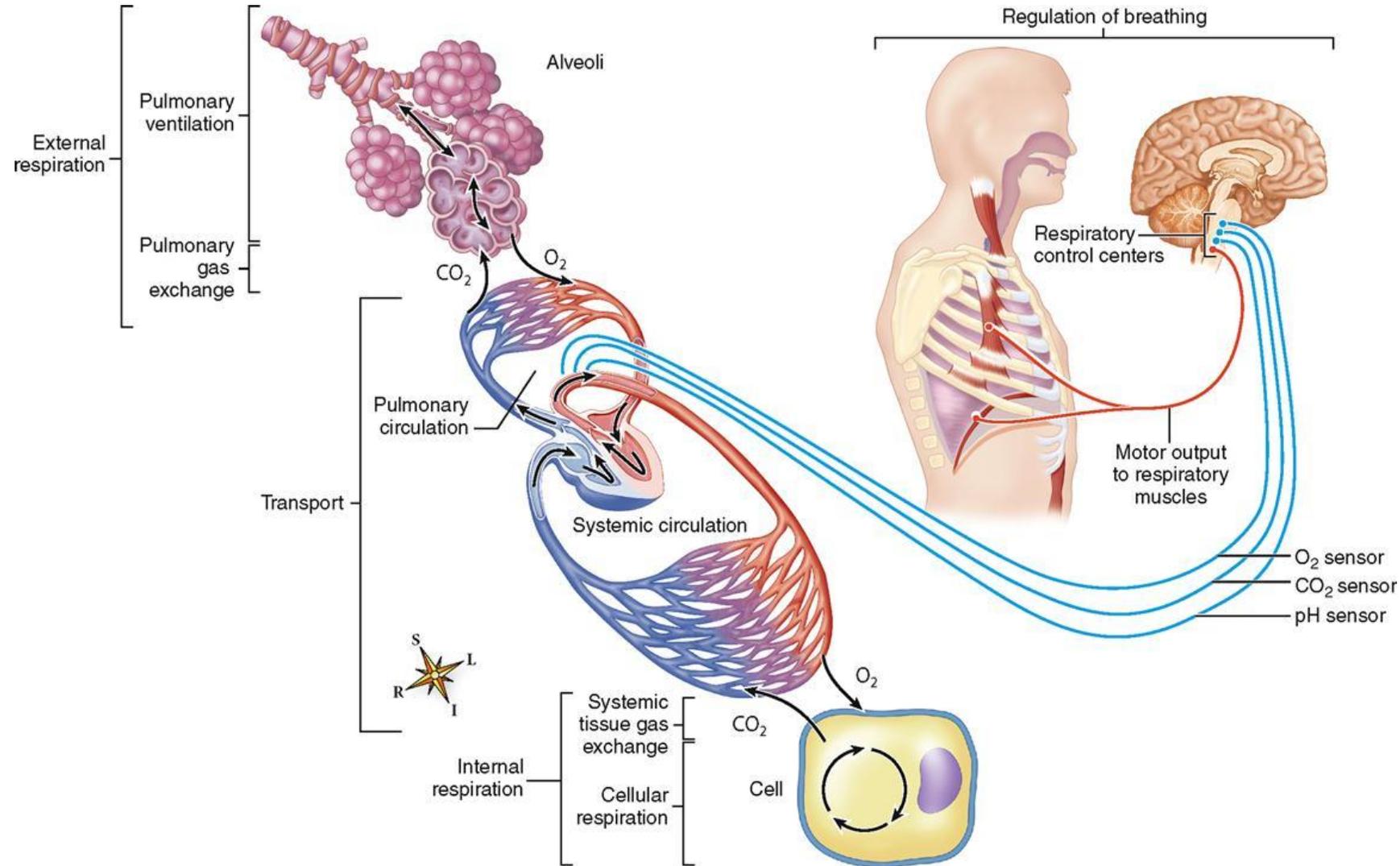


Fig. 8-1. The normal ventilation-perfusion ratio (V/Q ratio) is about 0.8.

THOMSON
DELMAR LEARNING

Copyright © 2008
Thomson Delmar Learning

Регуляция легочной вентиляции



Дыхательная недостаточность

Определение

- ДН – неспособность системы дыхания обеспечить нормальный газовый состав артериальной крови
- **ДН – патологическое состояние, при котором $P_{aO_2} < 60$ мм рт. ст. $\pm P_{aCO_2} > 45$ мм рт. ст.**
- **Почему выбран критерий ДН – $P_{aO_2} < 60$ мм рт.ст.?**

Классификация ДН

ОДН и ХДН

- ОДН - развивается в течение нескольких дней, часов, минут и требует проведения интенсивной терапии.
- При ОДН не успевают развиваться компенсаторные механизмы со стороны дыхания, кровообращения, КЩС

Хроническая ДН

- ХДН развивается в течение нескольких месяцев-лет.
- Включаются компенсаторные механизмы:
 - вторичный эритроцитоз
 - повышение сердечного выброса и системная вазодилатация
 - задержка почками бикарбонатов (коррекция респираторного ацидоза)

Патогенетическая классификация

ДН

ДН 1 типа или гипоксемическая
(паренхиматозная)

гипоксемия и гипокапния (нормокапния)

Патофизиологические механизмы

Неравномерность V/Q

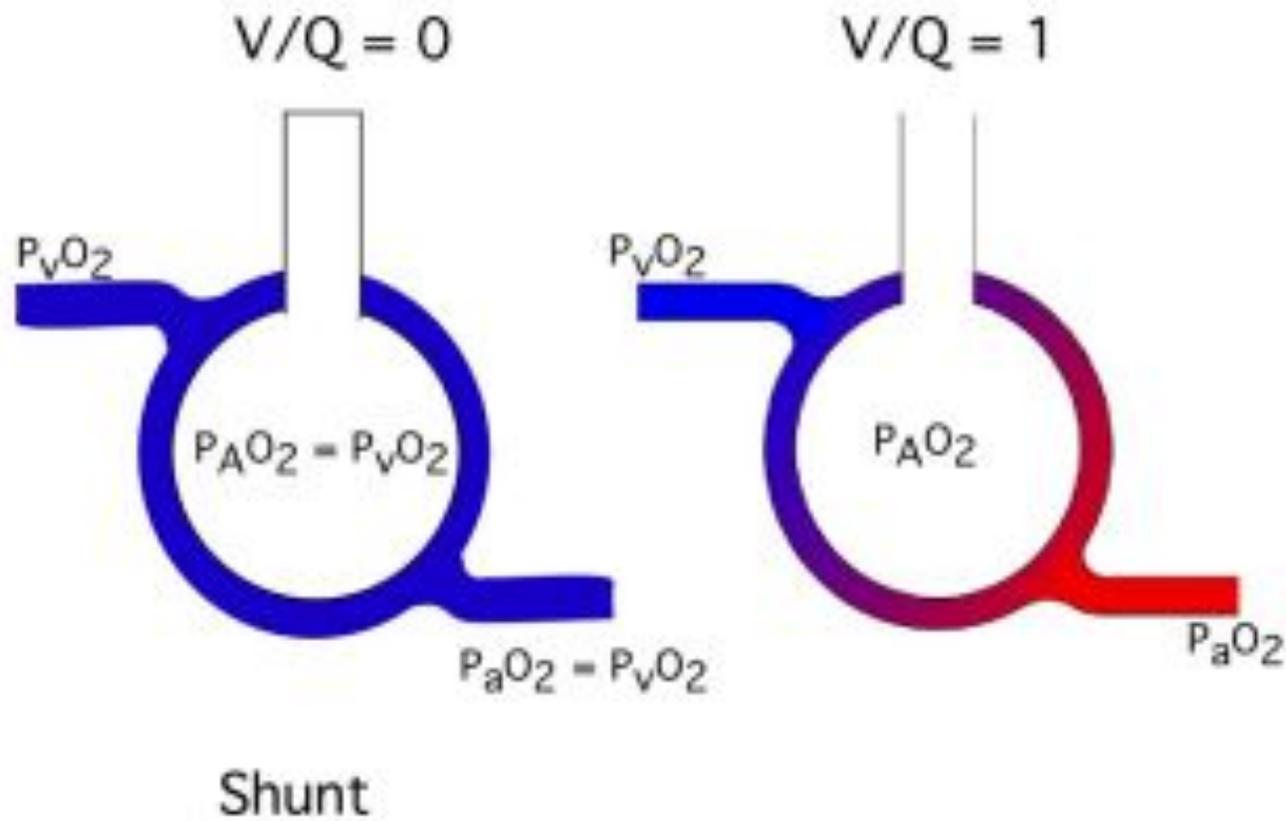
Нарушение диффузии газов через АКМ

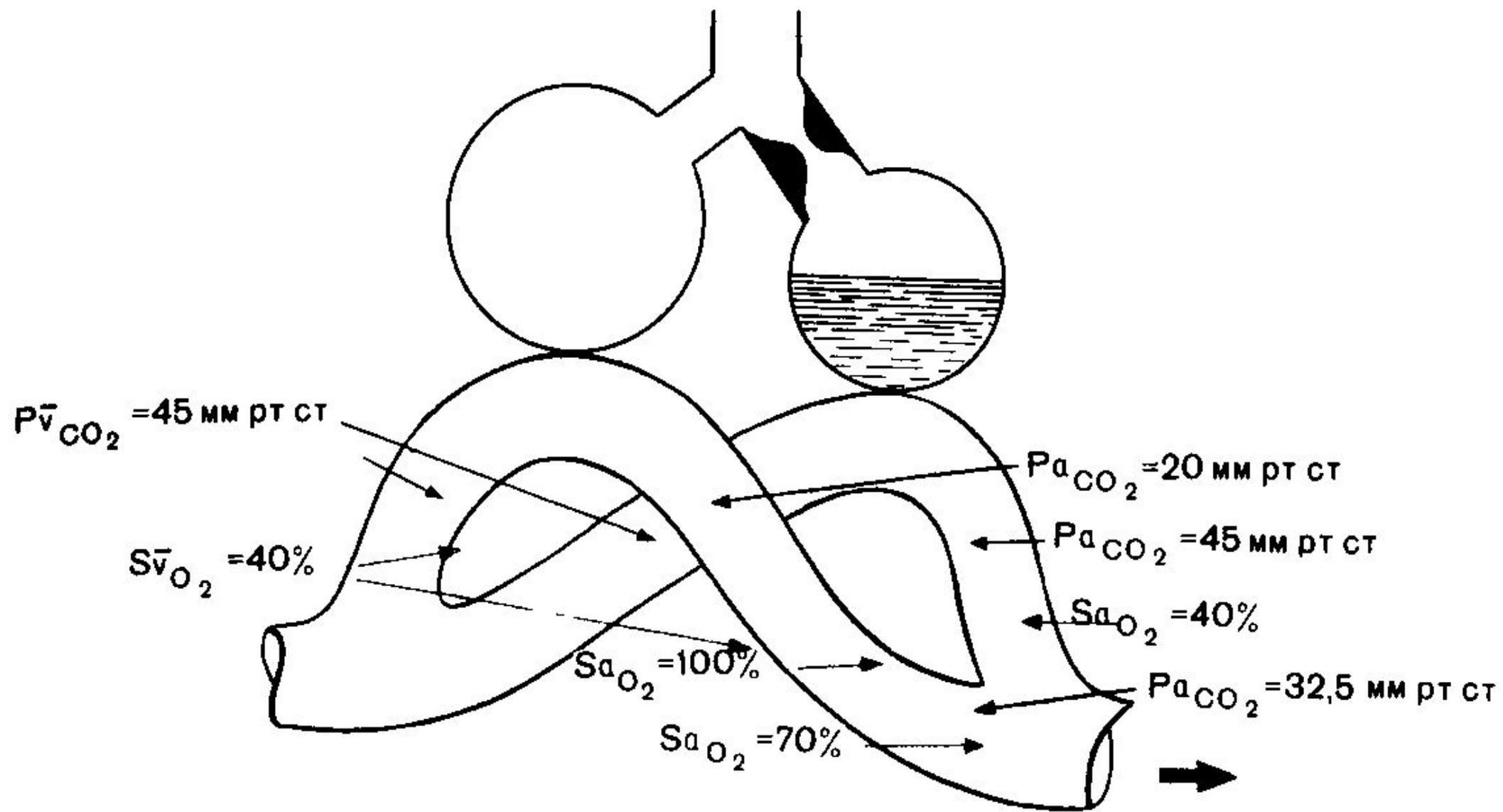
ДН 2 типа или гиперкапническая
(вентиляционная)

гиперкапния и гипоксемия

Патофизиологические механизмы

Неравномерность V/Q – главный механизм ДН 1 типа





Неравномерность V/Q

- Неравномерность V/Q позволяет плохо оксигенированной крови поступить в артериальный кровоток, снижая P_aO_2 и S_aO_2
- Неравномерность V/Q не приводит к повышению P_aCO_2 , если общая альвеолярная вентиляция не снижается
- **Часто наблюдается гипервентиляция на снижение P_aO_2 , что приводит к гипокапнии**

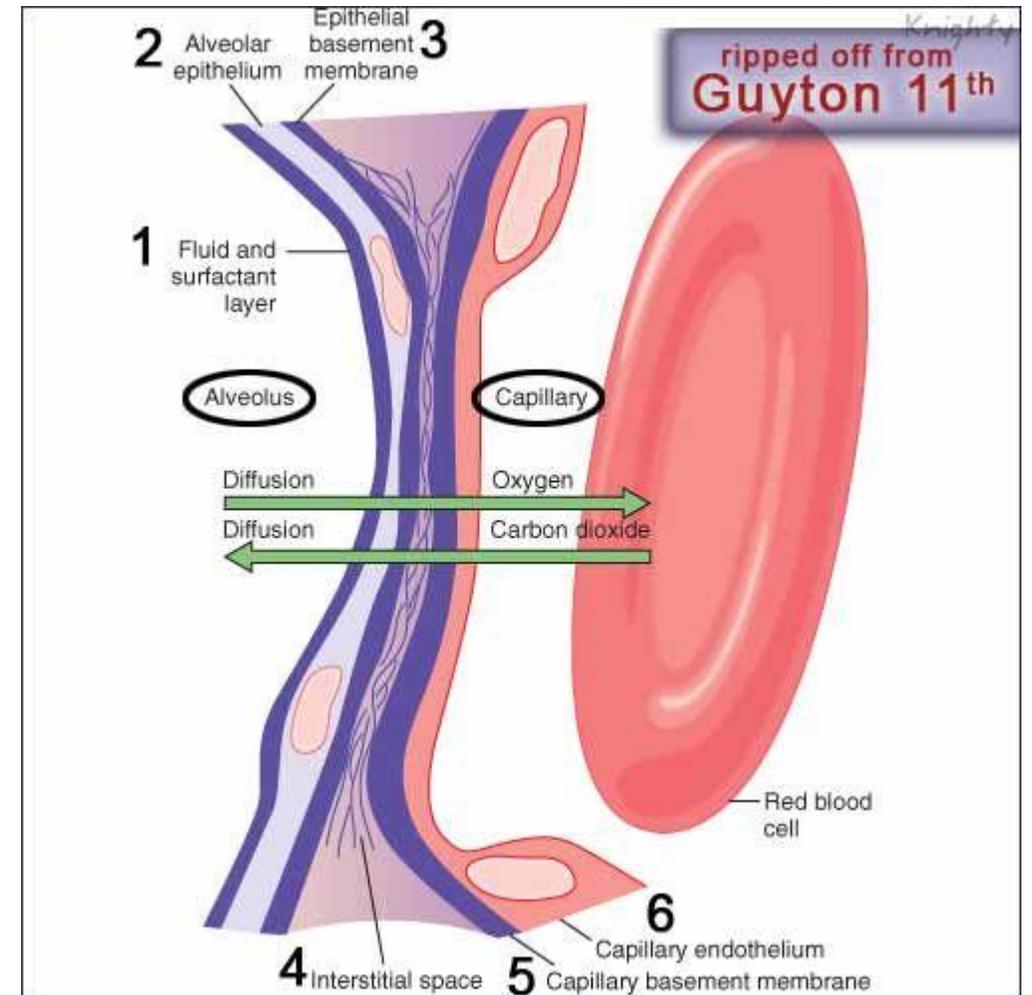
Причины неравномерности V/Q

- **Пневмония**
- **Приступ бронхиальной астмы**
- **ХОБЛ**

- **Пневмоторакс**
- **Отек легких**
- **ОРДС**

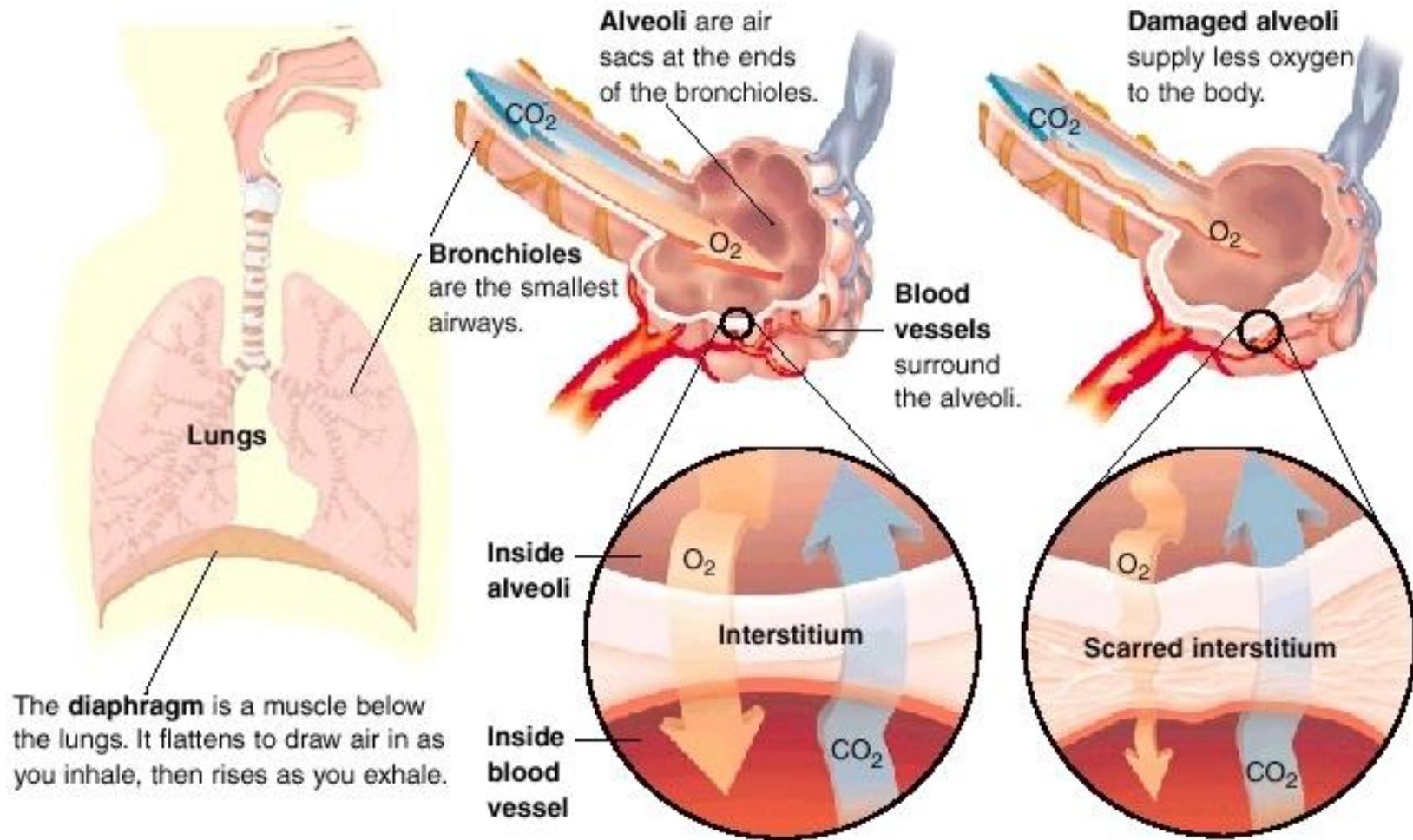
Нарушение диффузии кислорода - второй механизм ДН 1 типа

- Заболевания легких с поражением АКМ



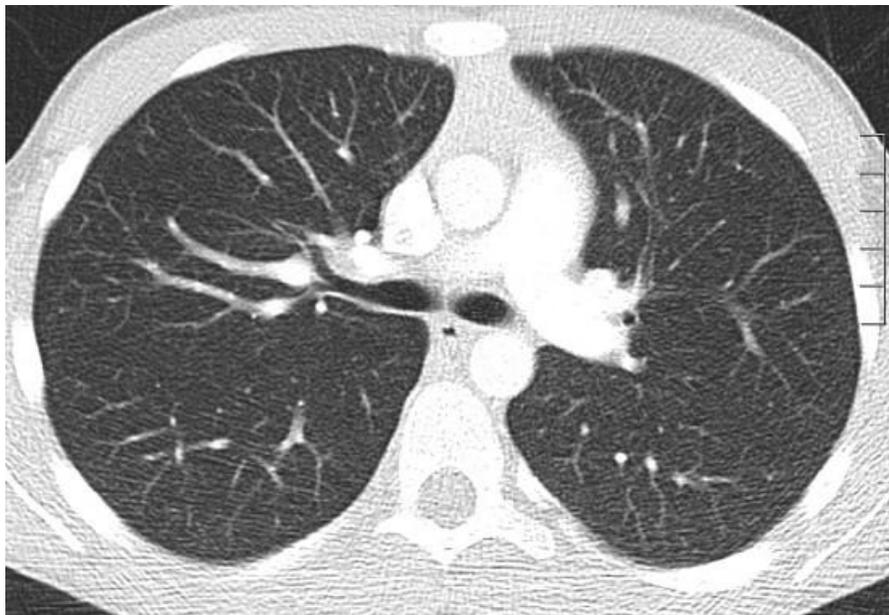
Нарушение диффузии кислорода

- **Утолщение альвеолярно-капиллярных мембран** – нарушение диффузии O₂ при сохраненной диффузии CO₂ (диффузия CO₂ происходит в ... раз легче, чем O₂)
- **Причины:** интерстициальные заболевания легких (альвеолиты, легочные фиброзы, саркоидоз) – редкие заболевания
- **Спирометрия:** рестрикция

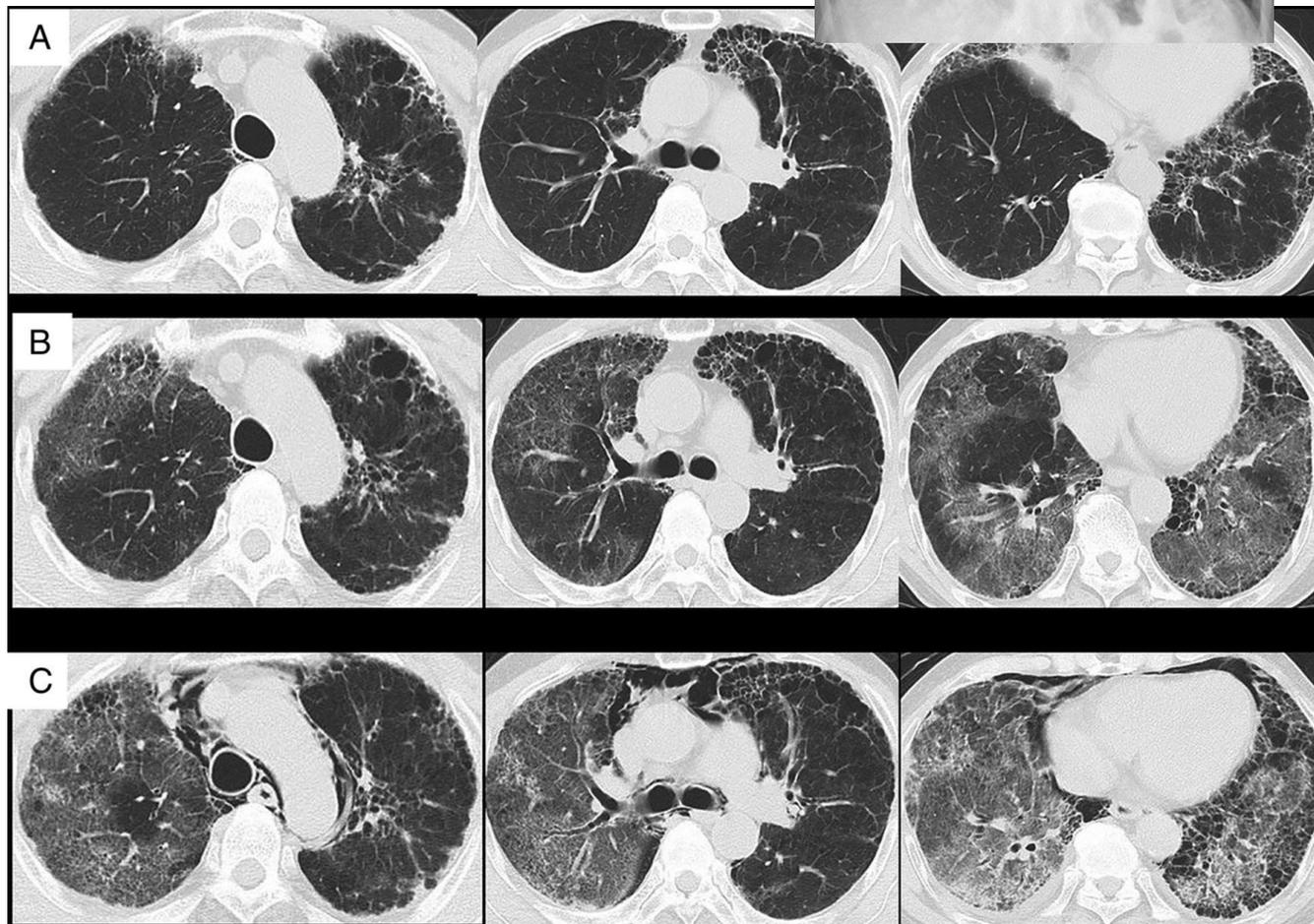


The **diaphragm** is a muscle below the lungs. It flattens to draw air in as you inhale, then rises as you exhale.

Пример КТ ОГК при альвеолите



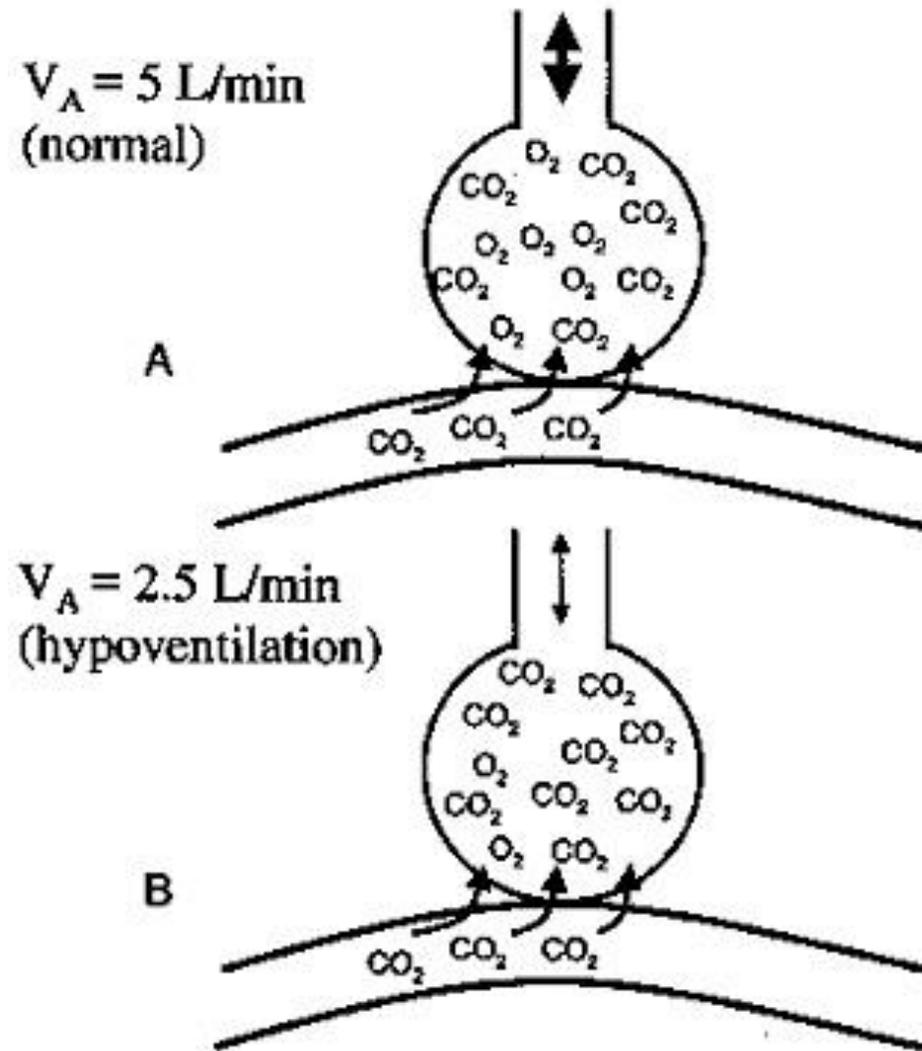
Норма



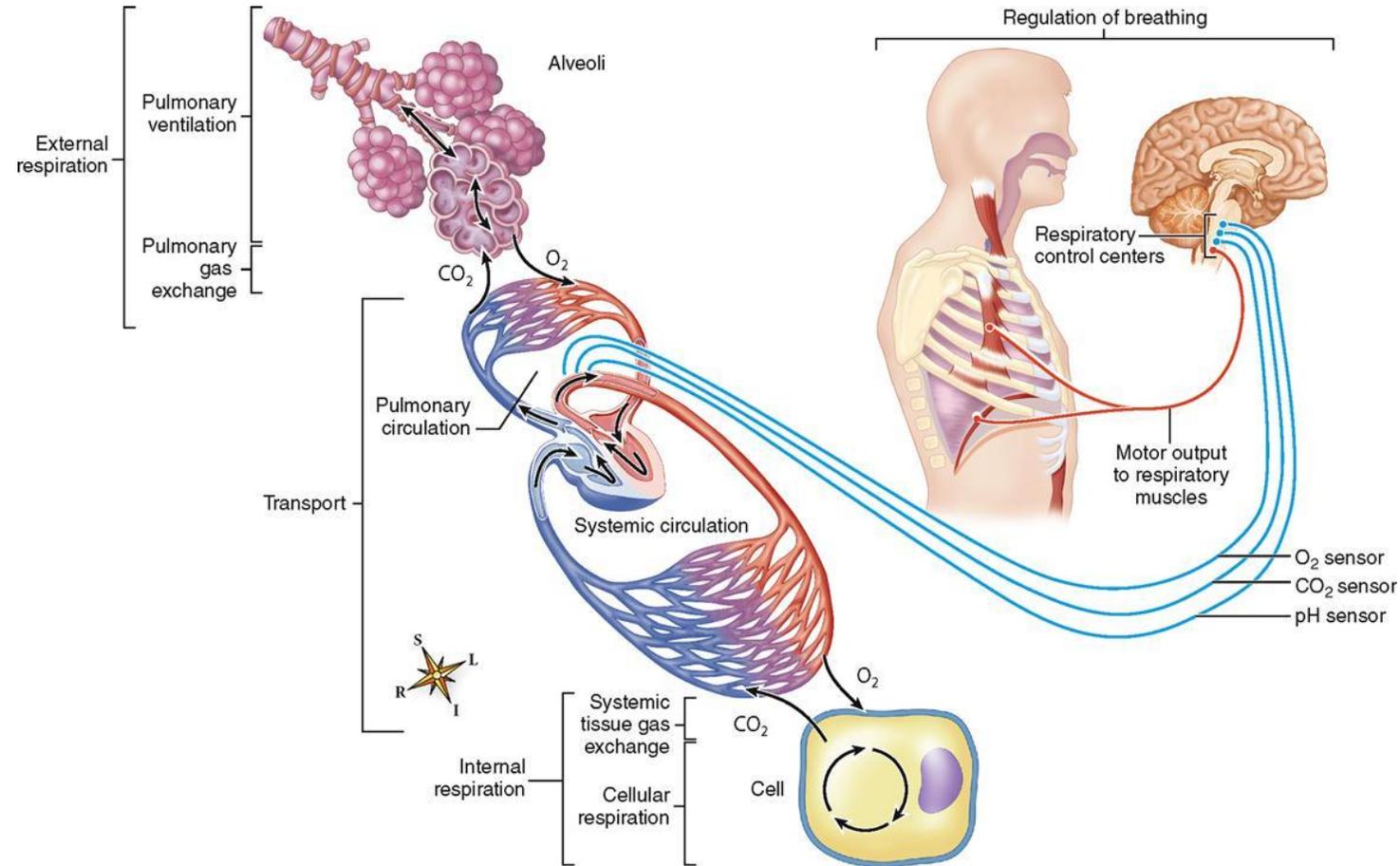
ДН 2 типа

- **Гиперкапническая (вентиляционная) ДН**
– **гиперкапния и гипоксемия**
- Снижение вентиляционного резерва (минутный объем дыхания - МОД) до уровня, при котором невозможно адекватное выведение CO_2 , происходит накопление CO_2 в альвеолярном воздухе (и увеличение P_{ACO_2} и P_{aCO_2}) и вытеснение из альвеолярного воздуха O_2 (со снижением P_{AO_2} и P_{aO_2})

Гиповентиляция



Повреждение любого звена, участвующего в регуляции и поддержании вентиляции может привести к ДН 2 типа



Причины ДН 2 типа в зависимости от уровня поражения

Уровень поражения	Заболевание
Дыхательный центр ствола ГМ	Первичная альвеолярная гиповентиляция (синдром проклятия Ундины), центральное апноэ
Спинной мозг и диафрагмальный нерв	Травмы шейного отдела позвоночника, миелопатии, нейропатии с вовлечением диафрагмального нерва
Патология диафрагмы	Миопатии с вовлечением дыхательной мускулатуры
Грудная клетка	Тяжелый кифосколиоз, перелом ребер
Верхние дыхательные пути	Синдром обструктивного апноэ сна
Нижние дыхательные пути	ХОБЛ с критической обструкцией

PaCO₂ и КЩС при ДН 2 типа

	PaCO ₂	HCO ₃	pH
Острая ДН 2 типа	↑	→	↓
Хроническая ДН 2 типа	↑	↑	→

Классификация ДН по степени тяжести

Степень	PaO ₂ , мм рт.ст.	SaO ₂ , %
Норма	≥ 80	≥ 95
I	60-80	90-95
II	40-60	75-90
III	<40	<75

Сатурация – процент насыщения гемоглобина кислородом, или соотношение HbO₂/Hb в артериальной крови

SaO₂ измеряется при анализе артериальной крови

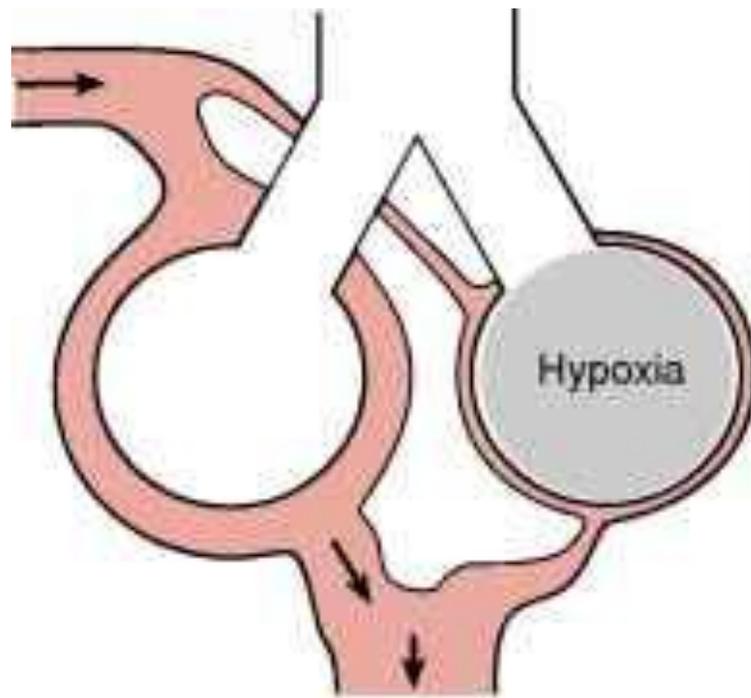
SpO₂ измеряется при пульсоксиметрии



Компенсаторные механизмы при ХДН (при $P_{aO_2} < 55-60$ мм рт. ст.)

Компенсаторные реакции	Положительные эффекты	Отрицательные эффекты
Активация ДЦ и увеличение работы внешнего дыхания	Увеличение вентиляции, повышение P_{aO_2} и снижение P_{aCO_2}	Повышение нагрузки на ДМ и утомление ДМ
Тахикардия и повышение СВ	Повышение транспорта O_2	Усугубление ЛГ, прогрессирование СН
Гипоксическая констрикция легочных артериол	Ограничение перфузии плохо вентилируемых зон (уменьшение неравномерности V/Q) и повышение P_{aO_2}	Развитие ЛГ
Увеличение выработки эритропоэтина в почках и эритроцитоз	Повышение транспорта O_2	Повышение вязкости крови и повышение риска тромбоза

Гипоксическая констрикция легочных артериол (рефлекс Эйлера-Лильестранда)



B

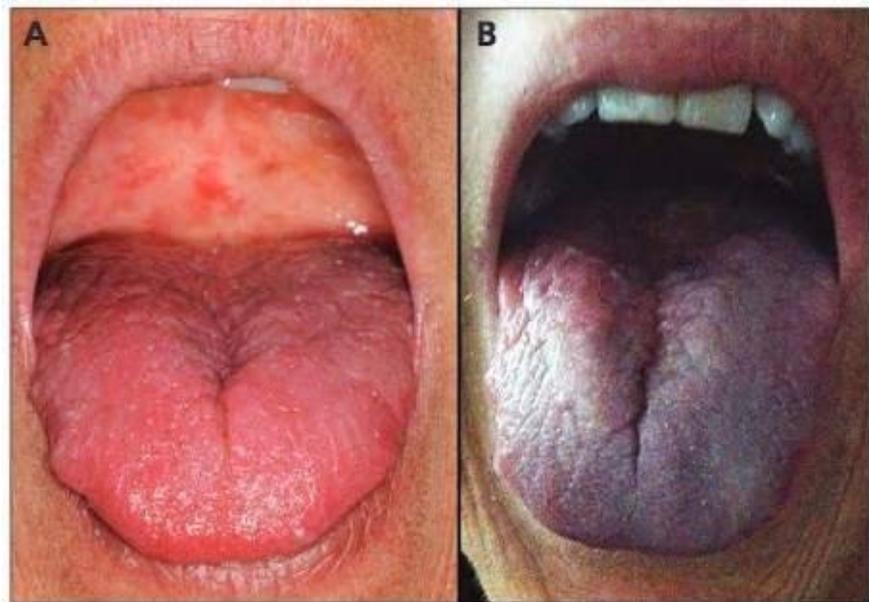
Generalized hypoxia

Клинические симптомы ХДН

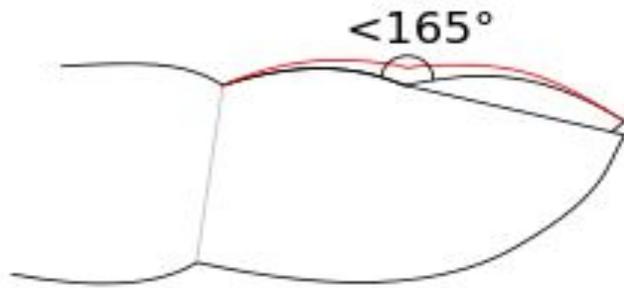
- Диспное (одышка) – некомфортное или неприятное ощущение собственного дыхания или “ощущение дыхательного усилия”
- Диспное тесно связано с активностью инспираторных мышц и активностью ДЦ
- **Корреляция между выраженностью одышки и гипоксемией/гиперкапнией слабая**
 - “синие отечники” и “розовые пыхтельщики”

Проявления гипоксемии

- **Нарушение памяти** на текущие события ($P_{aO_2} < 55$)
- Потеря сознания при $P_{aO_2} < 30$
- **Цианоз** – появляется при $P_{aO_2} < 60$ мм рт.ст. и $S_{aO_2} < 90\%$
- Тахикардия
- Полицитемия (эритроцитоз) (при ХДН)
- ЛГ (при ХДН)



Симптом “барабанные палочки и часовые стекла”



Механизм: вазодилатация, факторы роста

Причины:

ХДН

Рак легких

Легочные фиброзы

Длительные нагноительные заболевания легких
(эмпиема плевры, бронхоэктазы)

Врожденные пороки сердца со сбросом крови справа
налево

Инфекционный эндокардит

Первичный билиарный цирроз печени

Болезнь Грейвса (тиреотоксикоз)



Этот симптом
выявляется у 1%
людей, половина из
них не имеют каких-
либо явных
заболеваний

Проявления гиперкапнии ($P_aCO_2 > 45$ мм рт.ст.)

- Гемодинамические эффекты (тахикардия, повышение СВ, системная вазодилатация)
- Изменения ЦНС (тремор, бессонница, частые пробуждения ночью, сонливость днем, утренние головные боли, тошнота)

Проявления дисфункции (утомления) ДМ

- Тахипное, ЧДД > 25 указывает на развитие утомления ДМ
- Брадипное (ЧДД < 12) предвестник остановки дыхания
- Изменение дыхательного стереотипа – вовлечение дополнительной ДМ
- Парадоксальное дыхание – втяжение передней брюшной стенки на вдохе - признак крайнего утомления и слабости ДМ

Диагностика

- Газовый анализ артериальной крови – “золотой стандарт” оценки ДН
- P_{aO_2} , P_{aCO_2} , pH, уровень бикарбонатов (HCO_3^-)
- Пульсоксиметрия
- Спирометрия
(оценка проходимости ВДП, выявление обструктивных или рестриктивных нарушений)

Примеры газов артериальной крови при ДН

Параметр	ДН 1 типа	ДН 2 типа острая	ДН 2 типа хроническая
pH 7,35-7,45	7,5	7,28	7,38
PaO ₂ >80 мм рт.ст.	55	54	50
SaO ₂ >95%	88	87	85
PaCO ₂ 35-45 мм рт.ст.	25	55	65
HCO ₃ ⁻ 22-28 ммоль/л	23	26	36

Принципы лечения пациентов с ДН

- Лечение основного заболевания
- Кислородотерапия для коррекции гипоксемии
- вспомогательная вентиляция легких (инвазивная и неинвазивная) для коррекции гиперкапнии
- Трансплантация легких

