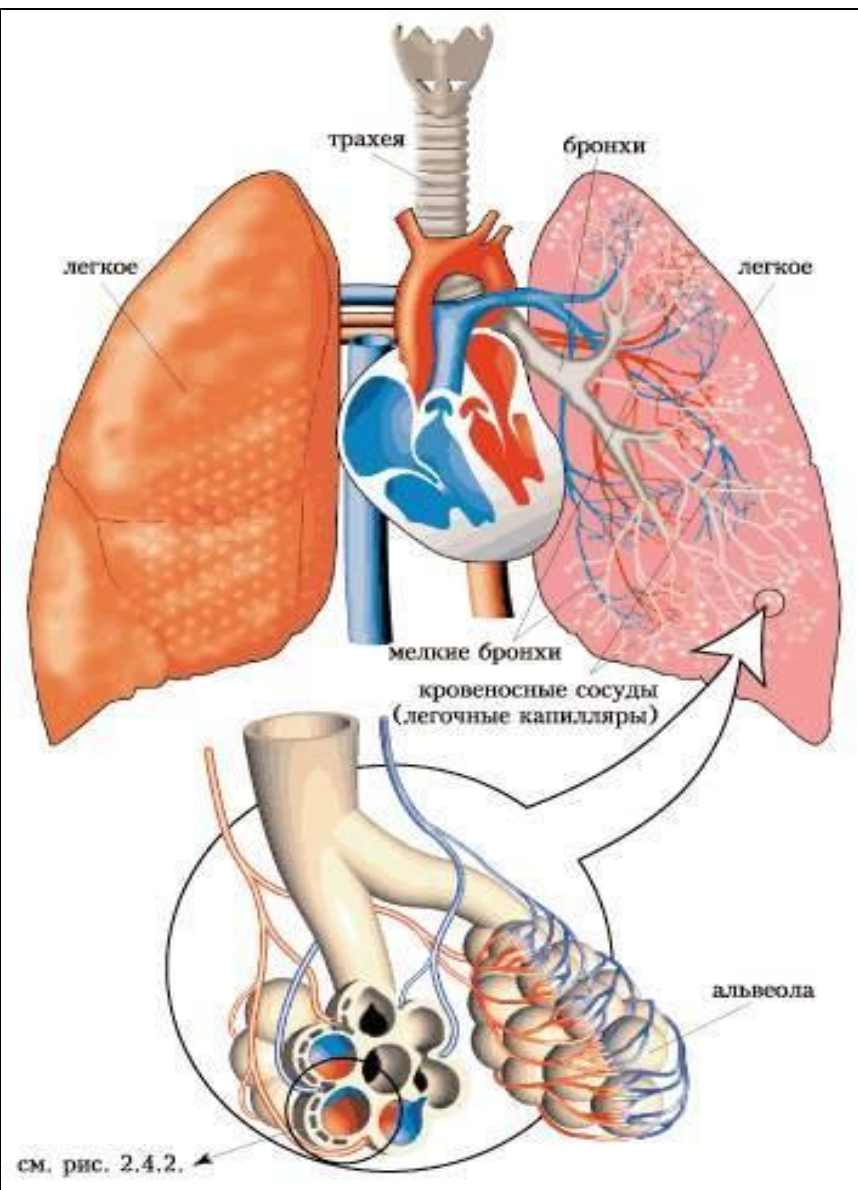


ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

План:

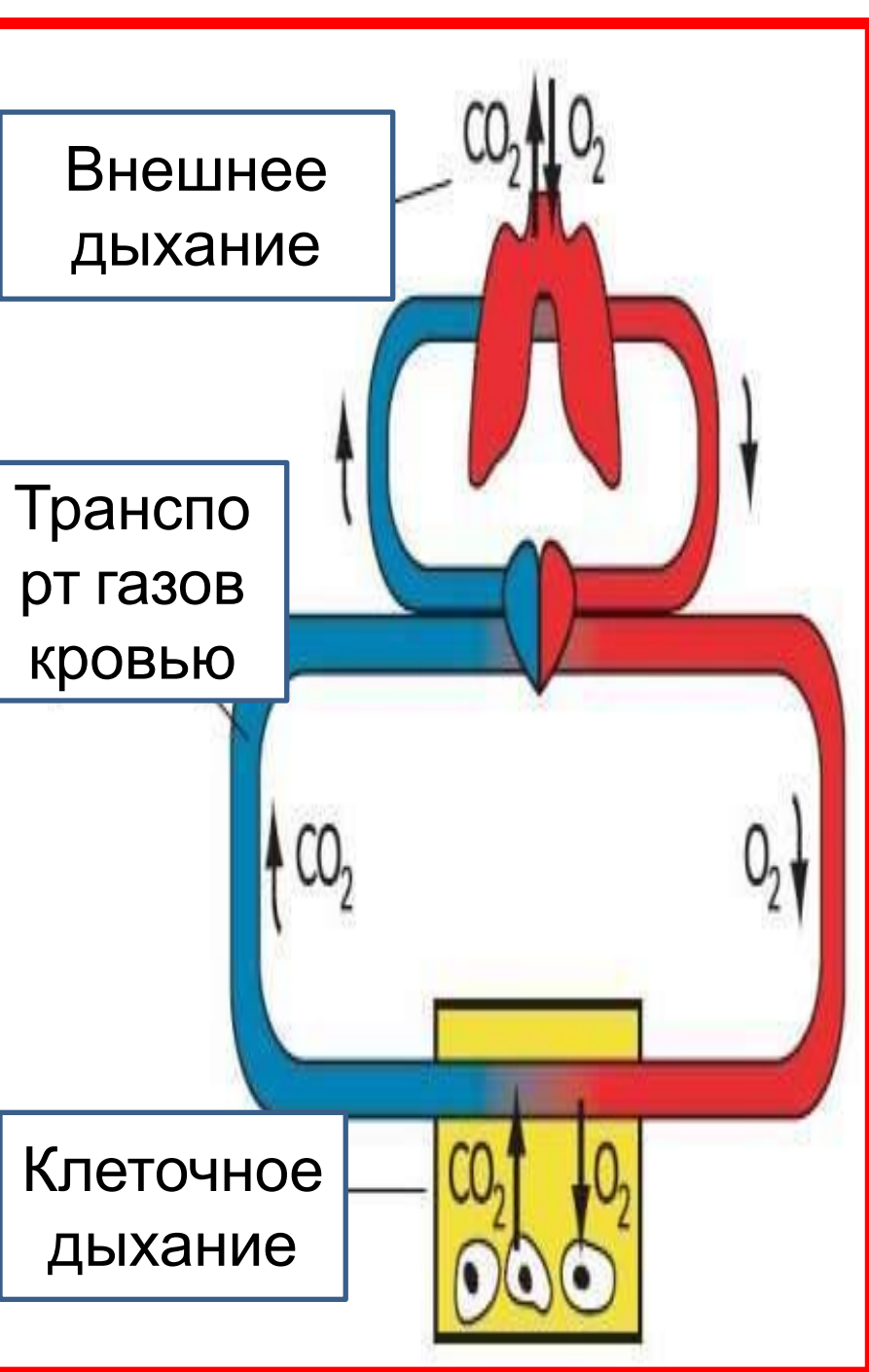
- Функциональные показатели системы дыхания
- Газообмен
- Регуляция дыхания
- Изменение показателей дыхания при мышечных нагрузках

1.Функциональные показатели системы дыхания



Дыхание – процесс газообмена между организмом и внешней средой

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



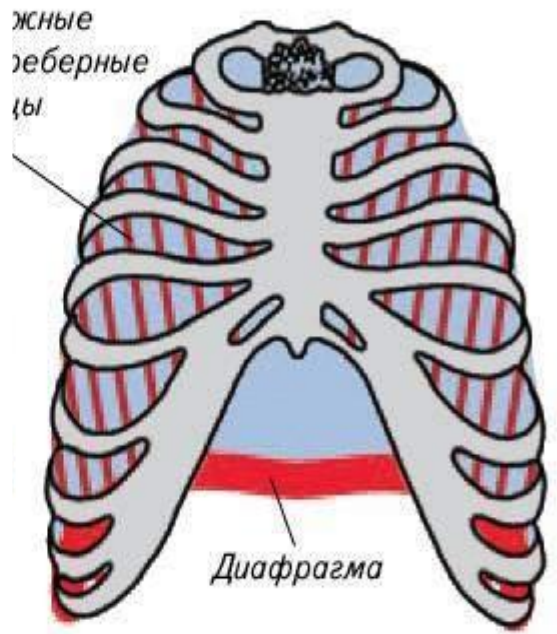
1. Внешнее дыхание – обмен воздуха между внешней средой и альвеолами легких

2. Транспорт газов и газообмен между легкими и другими органами *осуществляет система кровообращения*

3. Внутреннее дыхание (клеточное) – потребление клетками O_2 , обеспечивает организм энергией

1 этап - внешнее дых:

Вентиляция лёгких



ВЫДОХ

ВДОХ

Механизм : возвратно-
поступательное
перемещение воздуха в
дыхательных путях

Вдох (инспирация) -
активный процесс.

Лёгкие пассивно,
спадаются вслед за
грудной клеткой.

Внутрилегочное
давление становится
положительным ($>$
атм. ман. рт. ст)

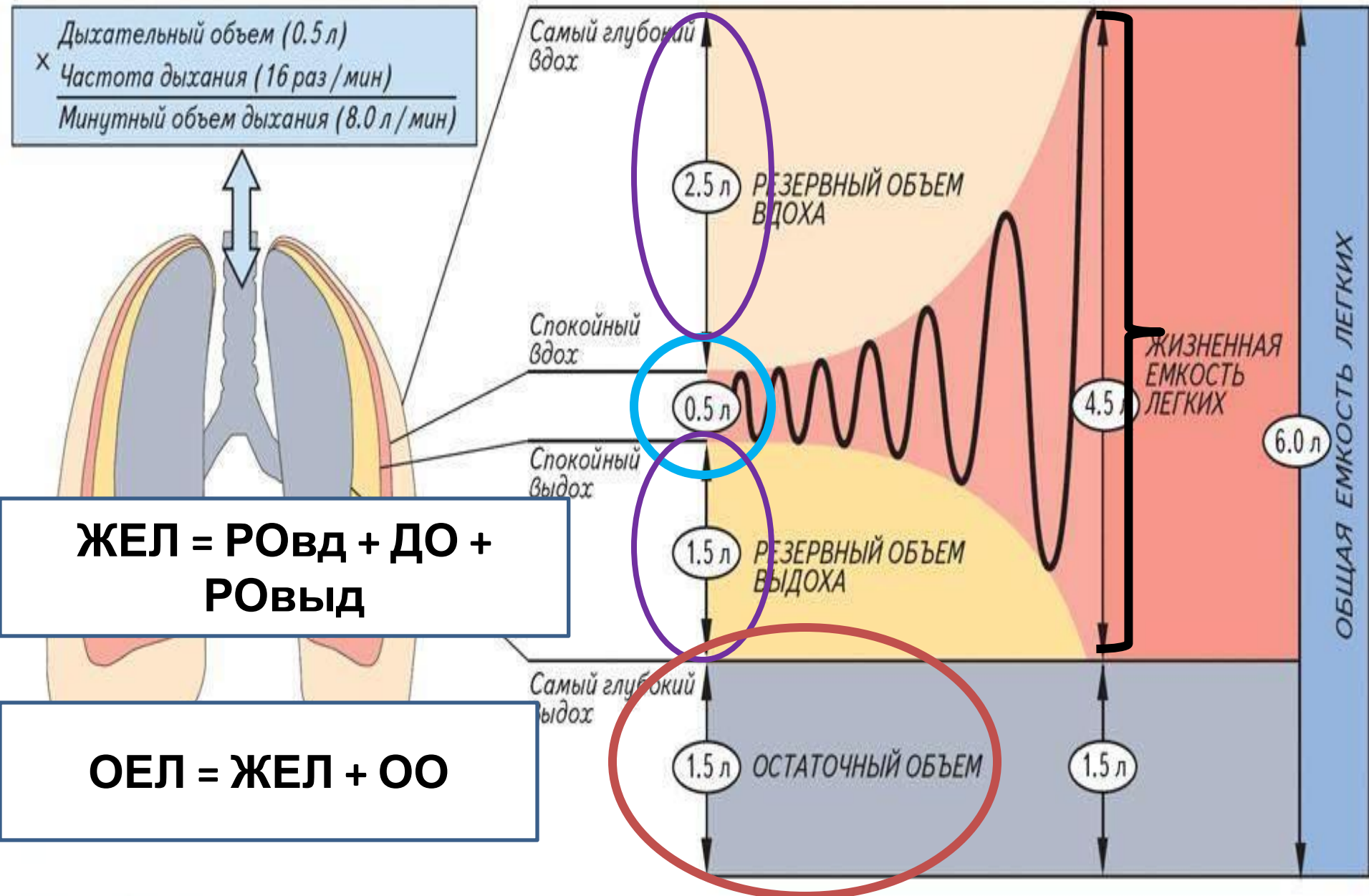
воздух из альвеол
растягивается наружу
атмосферный воздух
поступает через
дыхательные пути

Модель Дондорса

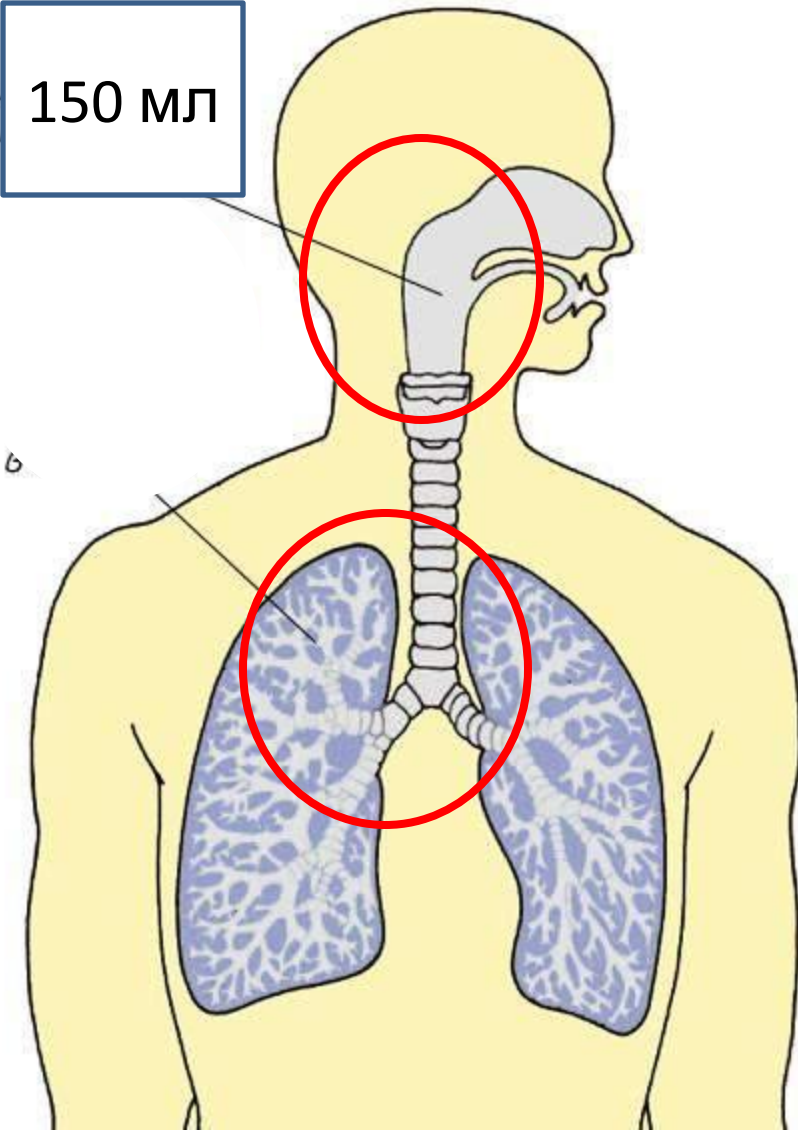


A

Легочные объемы и емкости



150 мл



Мертвое пространство образовано областями органов дыхания без газообмена с кровью. Это дыхательные пути и бронхи. Объем мертвого пространства - около 150 мл, (30% ДО при спокойном дыхании)

В обычных условиях почти треть вдыхаемого воздуха не участвует в газообмене.

Сколько воздуха
вентируется
легкими за 1
мин?

$$\text{МОД} = \text{ДО} \times \text{ЧД}$$

В покое : 8 л/мин = 0,5 л x 16

МОД зависит от
размеров тела,
возраста, пола,
интенсивности
окислительных
процессов

При
физическо
й нагрузке
:

150 – 180 = $\frac{1}{2}$ ЖЕЛ x 90
л/мин

ДО увеличивается за счет
РОВд

РЕЗЮМЕ:

Вдох – активный процесс, выдох –
пассивный

Вдох короче выдоха, соотношение
1:1,3

Работа дыхательных мышц увеличивается как
при слишком глубоком, так и при частом
дыхании

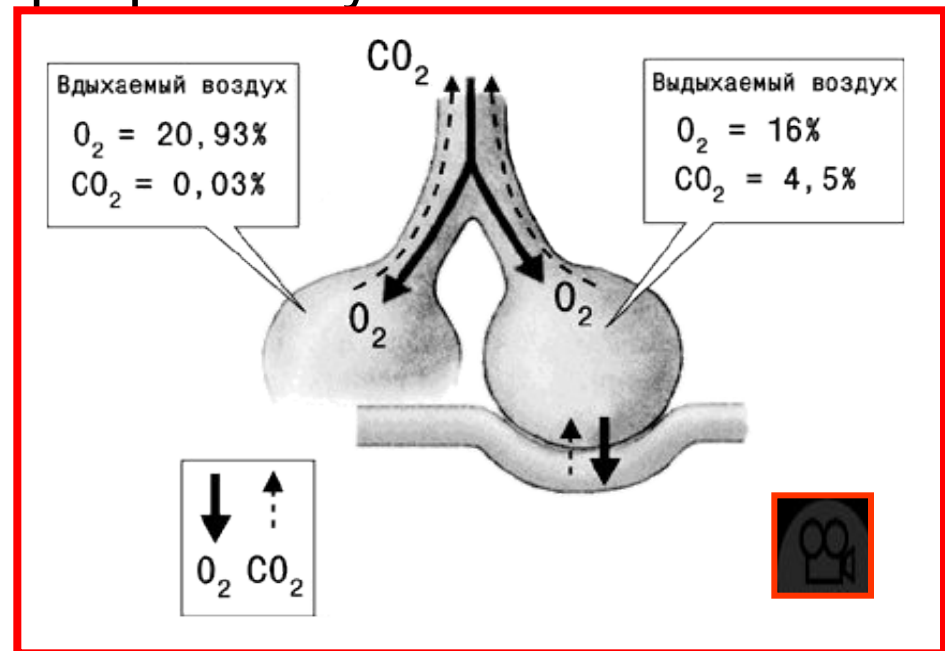
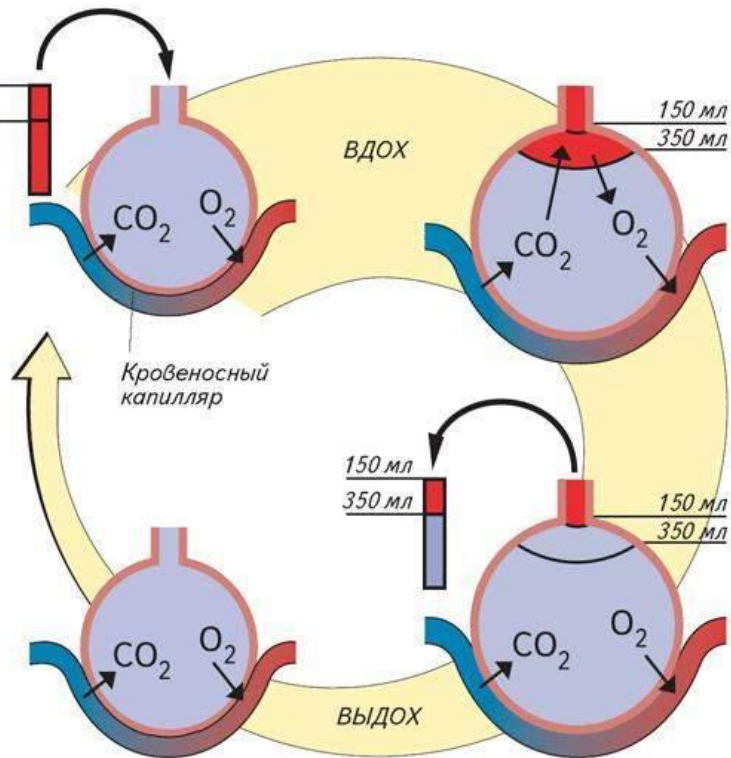
В состоянии покоя дыхание оптимально, Е-траты
минимальны (2-3%), при физических нагрузках до
10% от Е-затрат

2.

Газообмен

Газообмен в лёгких

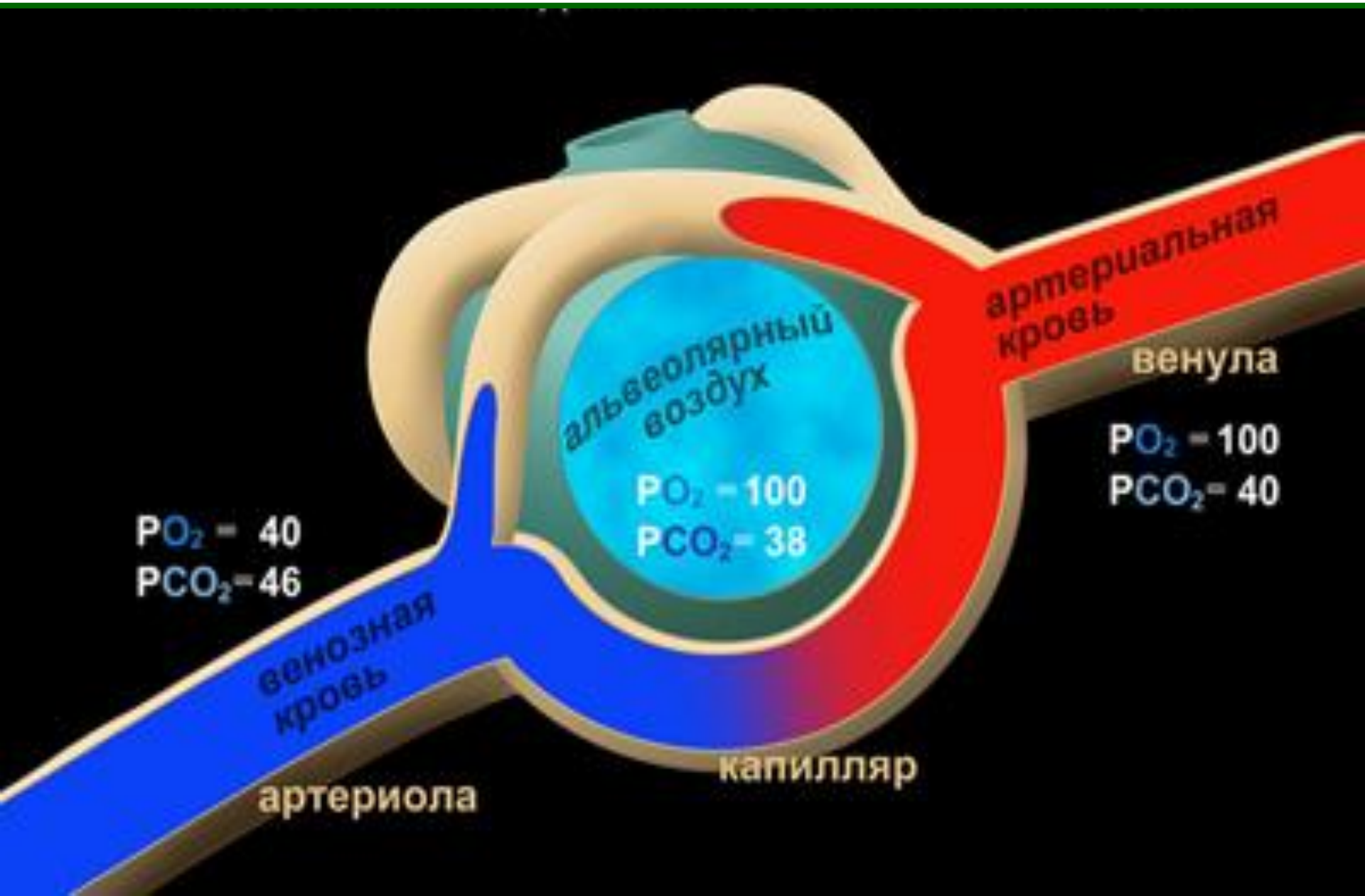
Газообмен между воздухом и кровью происходит **путем диффузии** по градиенту концентраций газов. В мертвом пространстве газообмен не идет. Венозная кровь превращается в артериальную.



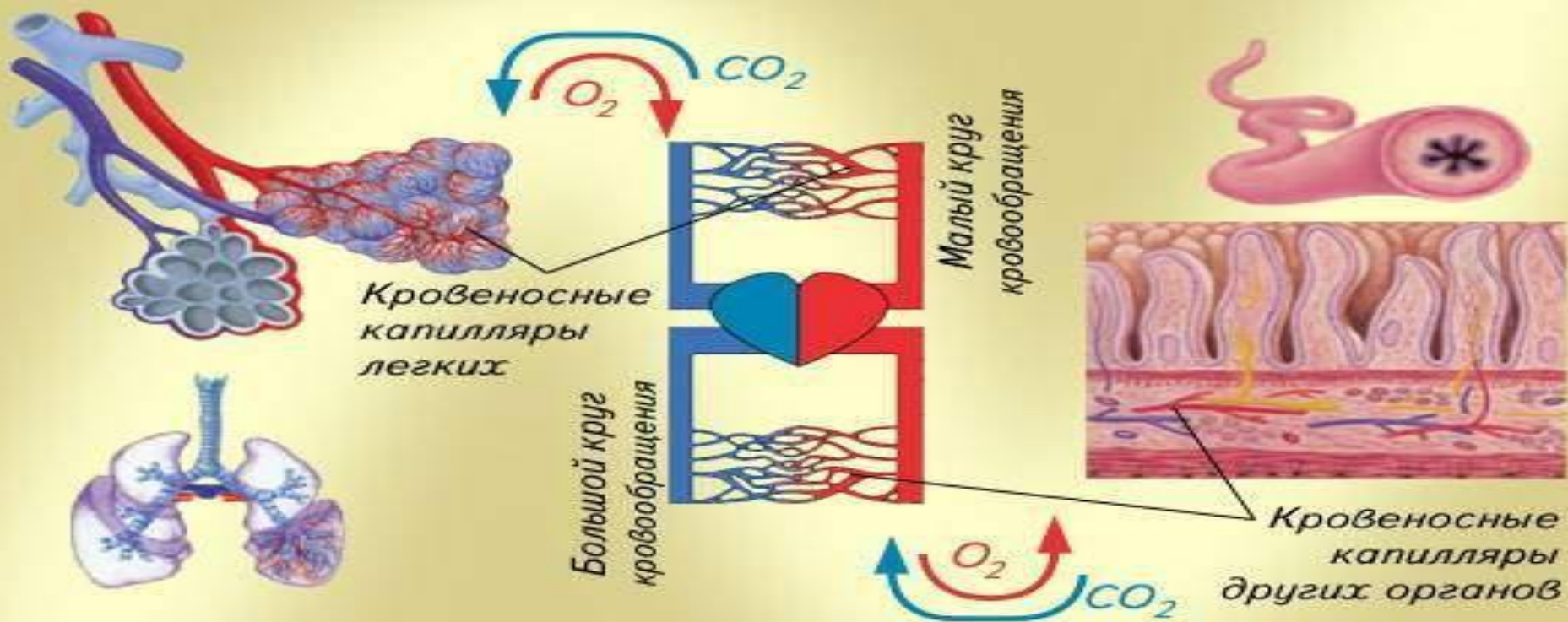
Напряжение O_2 и CO_2 (мм.рт.ст.) при дыхании в состоянии покоя

| Среда | O_2 | CO_2 |
|---------------------|-------|--------|
| Альвеолярный воздух | 102 | 40 |
| Венозная кровь | 40 | 46 |
| Артериальная кровь | 100 | 40 |
| Ткани | 10-20 | 50-60 |

Газообмен в легких

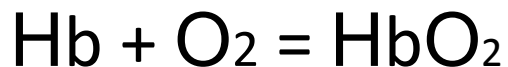


2 этап: Транспорт газов кровью



Химическим переносчиком O_2 является

Hb

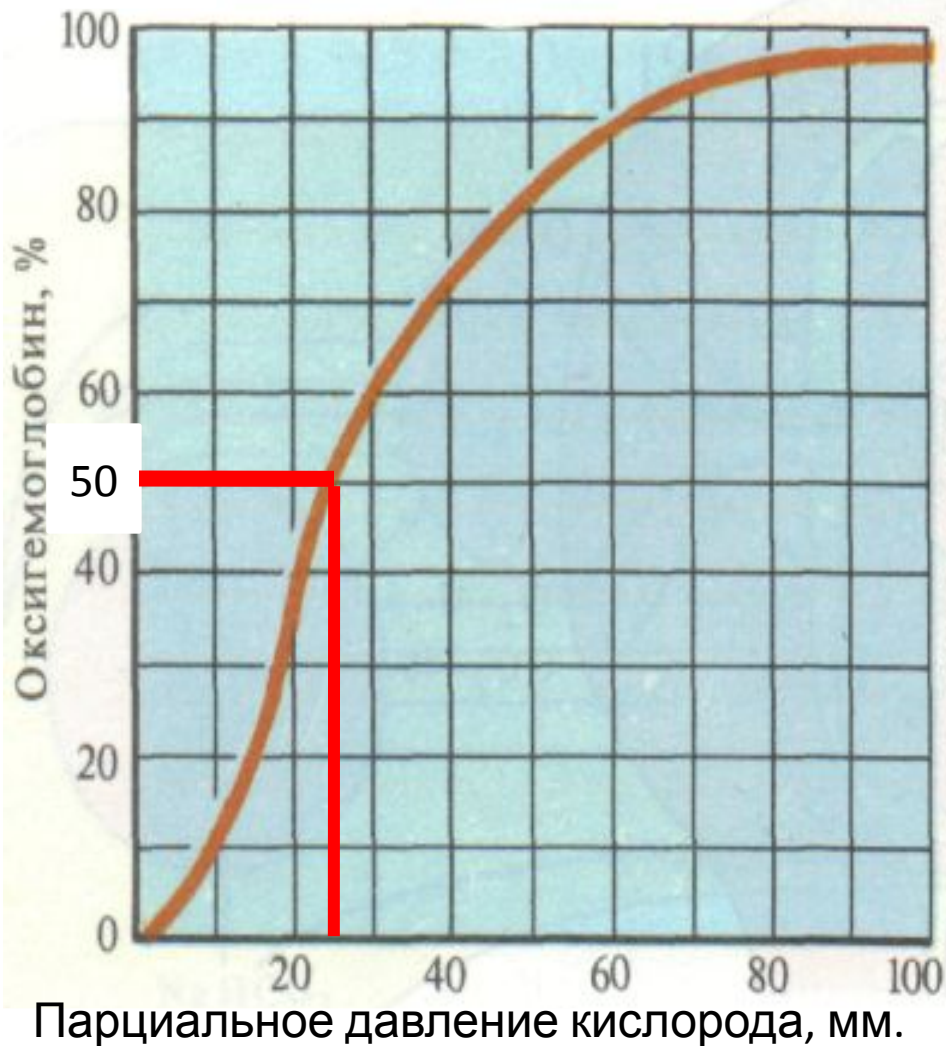


1 г Hb связывает 1,34-1,36 мл O_2

Кислородная емкость крови (КЕК) - количество O_2 , которое связывается 100 мл крови до полного насыщения Hb (около 20 мл O_2)

Кривая диссоциации оксигемоглобина

HbO₂, %



Кривая диссоциации оксигемоглобина отражает зависимость скорости высвобождения кислорода HbO₂ в тканях от напряжения O₂ в крови.

Положение кривой диссоциации оксигемоглобина зависит от сродства гемоглобина с кислородом.

При снижении сродства гемоглобина к O₂, т.е. облегчении перехода O₂ в ткани, кривая сдвигается вправо.

Повышение сродства гемоглобина к O₂ означает меньшее высвобождение кислорода в тканях, при этом кривая диссоциации сдвигается влево.

Важным показателем является параметр P₅₀, т.е. такое pO₂, при котором гемоглобин насыщен кислородом на 50 %

В нормальных условиях у человека (при t 37 °C, pH 7,40 и pCO₂ = 40 мм рт.ст.) P₅₀ = 27 мм рт.ст.

Снижение насыщенности крови кислородом - **ГИПОКСЕМИЯ**

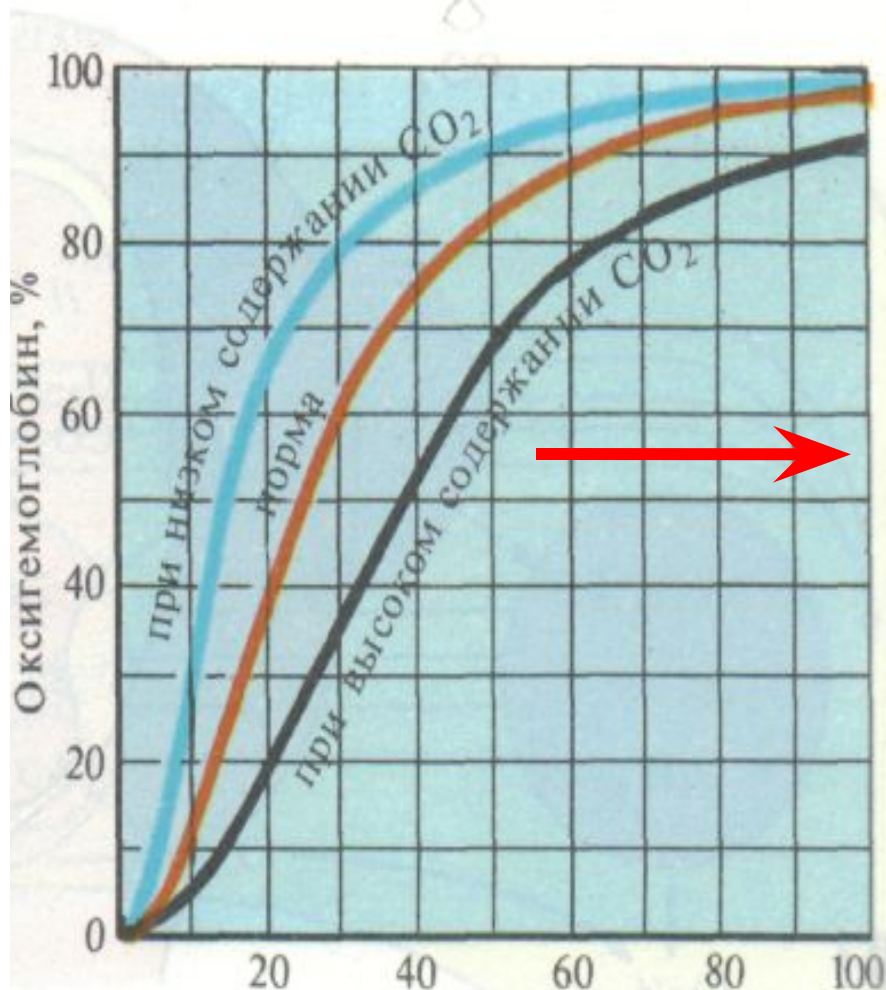
Причины:

Произвольная задержка дыхания

Дыхание воздухом с пониженным pO_2
(высокогорье)

Физические нагрузки

Кривая диссоциации оксигемоглобина



Способность Hb присоединять и отдавать O₂ зависит от:

а) **величины рО₂ в крови** – чем оно выше, тем интенсивнее присоединение O₂

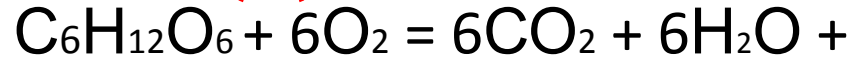
б) **величины рСО₂** – при высоком напряжении СО₂ Hb активно отдает O₂

в) **температуры крови** – при низкой t Hb активно присоединяет O₂, при высокой – отдает

г) **реакции крови** – при повышении кислотности Hb легко отдает O₂

Возникает **эффект Бора** – сдвиг кривой диссоциации **вправо**.
Результат – уменьшается сродство Hb к O₂, происходит отдача O₂ тканям

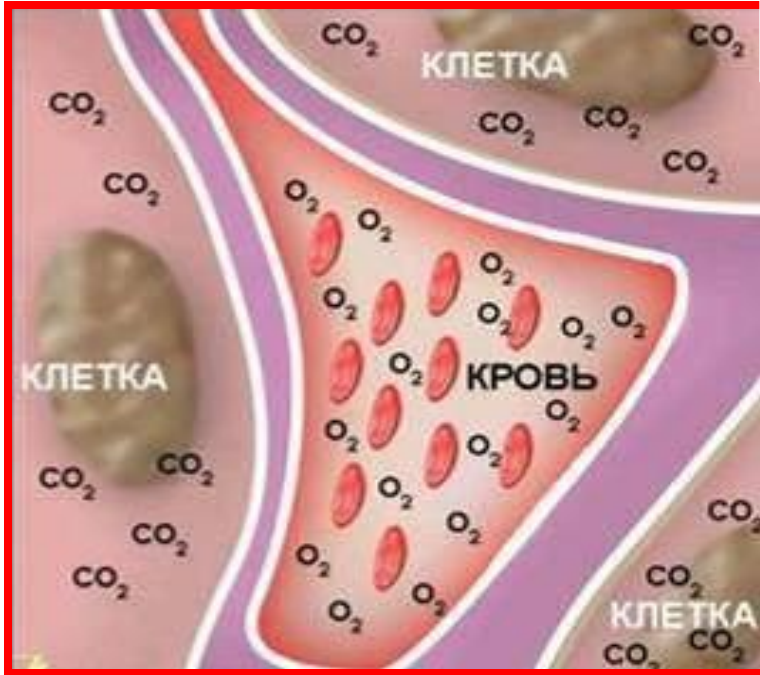
3 этап: внутреннее дыхание



Тканевое дыхание : **38АТФ**

(Глюкоза)

В процессе тканевого дыхания артериальная кровь превращается в венозную, в митохондриях клетки образуется Е



- Наиболее чувствительны к недостатку O_2 (гипоксии) клетки *мозга*
- *Скелетные мышцы*, наоборот, очень устойчивы к недостатку O_2 , они могут использовать анаэробный гликолиз для получения Е.

Основные показатели внутреннего дыхания:

Артерио-венозная разность
 $ABP_{O_2} = p_{O_2A} - p_{O_2B}$

Разность между содержанием O_2 в артериальной и венозной крови, отражает активность рабочих процессов в тканях

**Коэффициент
тканевой
утилизации** –
указывает, сколько O_2
утилизировано

$$K_{т.у.} = \frac{ABP_{O_2}}{p_{O_2}} \times 100$$

В покое $K_{т.у.} = 30-40\%$, при работе возрастает до 50-60% за счет снижения p_{CO_2B}
при очень тяжелой работе – до 80-90%

3. РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ

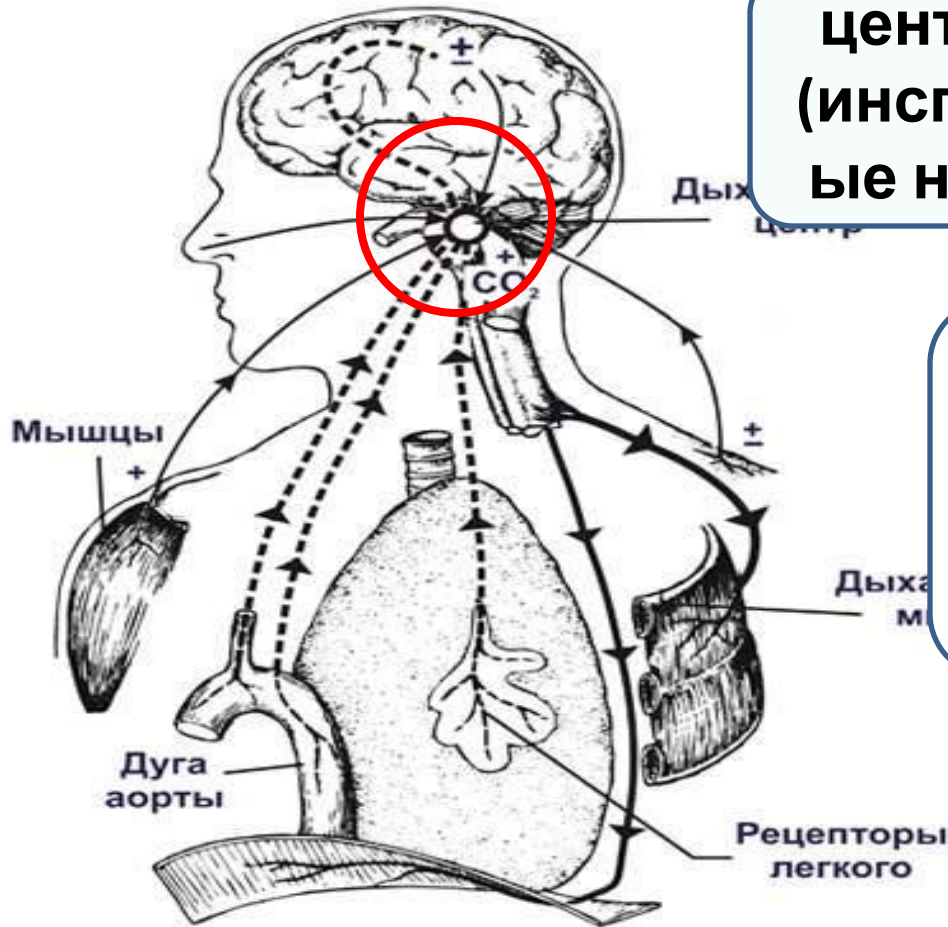
Регуляция дыхания сводится к установлению такой величины МОД, которая соответствует уровню обмена веществ, кислородному запросу организма в каждый конкретный момент времени

Особенность:
вдох всегда
чередуется
выдохом. Почему?

Сокращения дыхательных
мышц обеспечиваются
рефлекторно активностью
**нейронов дыхательного
центра:**

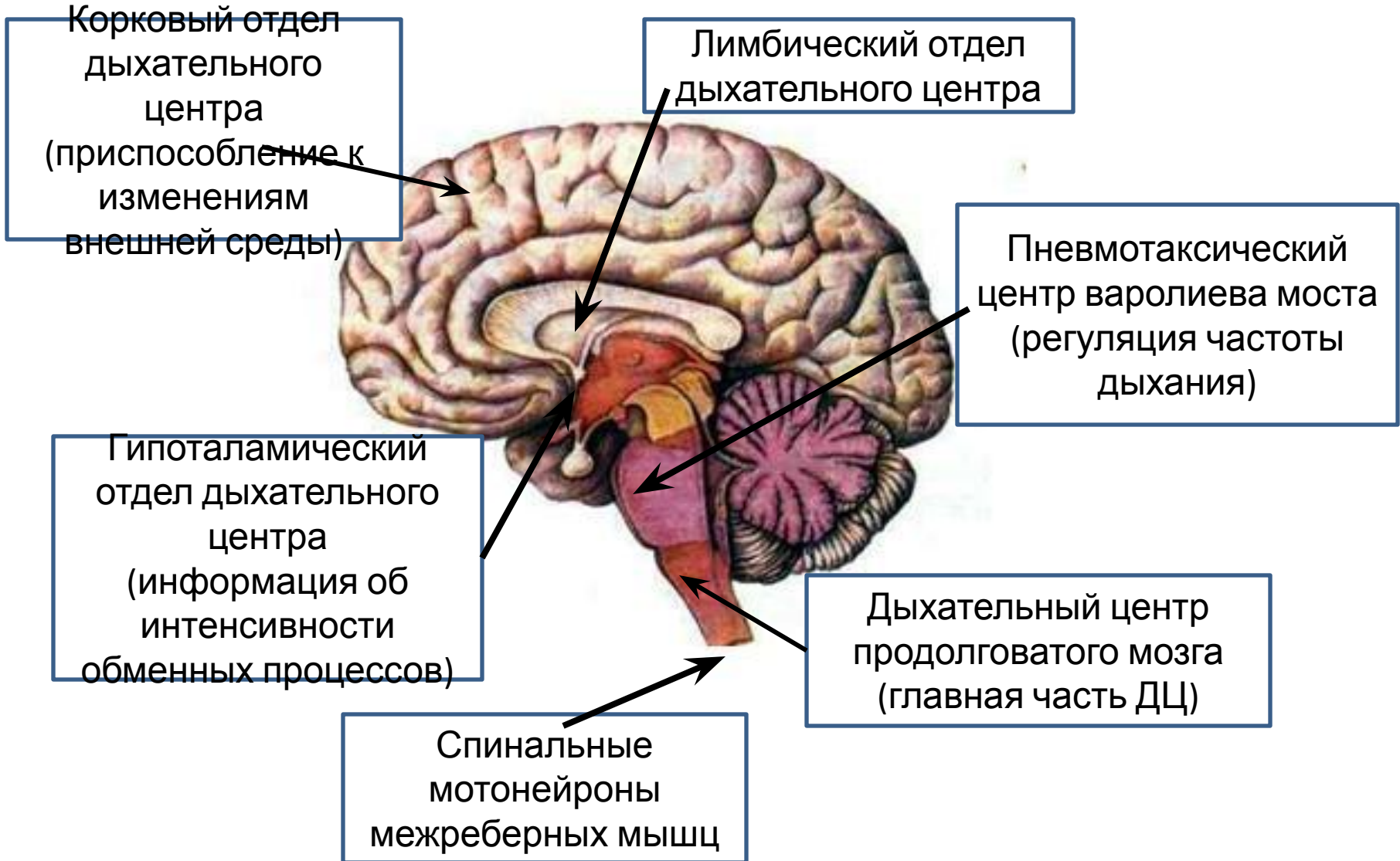
**центр вдоха
(инспираторн
ые нейроны)**

**центр выдоха
(экспираторны
е нейроны)**



Нейроны ДЦ связаны
друг с другом
реципрокно

Уровни организации дыхательного центра



НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

Непроизвольная регуляция частоты и глубины дыхания

Произвольная регуляция частоты и глубины дыхания

ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ

Дыхательным центром продолговатого мозга

Корой больших полушарий

Воздействие на холодовые, болевые и др. рецепторы может приостановить дыхание

Мы можем произвольно ускорить или остановить дыхание

ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

Частоту и глубину дыхания

ускоряет

Избыток
 CO_2



замедляет

Недостаток CO_2

В результате усиления вентиляции легких дыхание приостанавливается, т.к. концентрация CO_2 в крови снижается

Дыхательные рефлексy

На активность ДЦ продолговатого мозга влияют раздражения, исходящие от:

Хеморецепторов:

Центральны х (бульбарных)

расположены на поверхности продолговатого мозга, чувствительны к pCO_2 и H^+ (гиперкапнии и ацидозу)

Периферическ их (артериальных)

в области каротидного тела сонной артерии, чувствительны к снижению pO_2 (гипоксии), повышению pCO_2 (гиперкапнии) и H^+ (ацидозу)

Механорецепторо в

находятся в гладких мышцах трахеи и бронхов, чувствительны к растяжению дыхательных путей. Выполняют 2 функции:
- участвуют в регуляции глубины вдоха;
- в рефлексе защитного характера - кашле

4.Изменение показателей дыхания при мышечных нагрузках

Мышечная деятельность сопровождается увеличением потребления кислорода (ПО_2)

Значения ПО_2 :

В покое 0,25 – 0,3 л/мин

При легкой нагрузке увеличивается в 2-3 раза

У неспортсменов
МПК = 35-45
мл О_2 /мин·кг

При тяжелой нагрузке рост ПО_2 в 20-30 раз (МПК до 5-6 л/мин)

У спортсменов МПК до 82
мл О_2 /мин·кг

Дыхание при физической нагрузке

Долговременная адаптация системы дыхания:

- 1) Увеличение ЖЕЛ;
- 2) Увеличивается мощность дыхательной мускулатуры;
- 3) Повышается содержание НЬ в крови;
- 4) Увеличивается К т.у.
- 5) Увеличивается AVP_{O_2}
- 6) Увеличивается PO_2