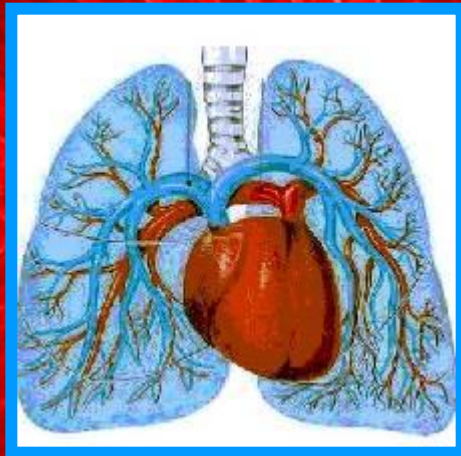
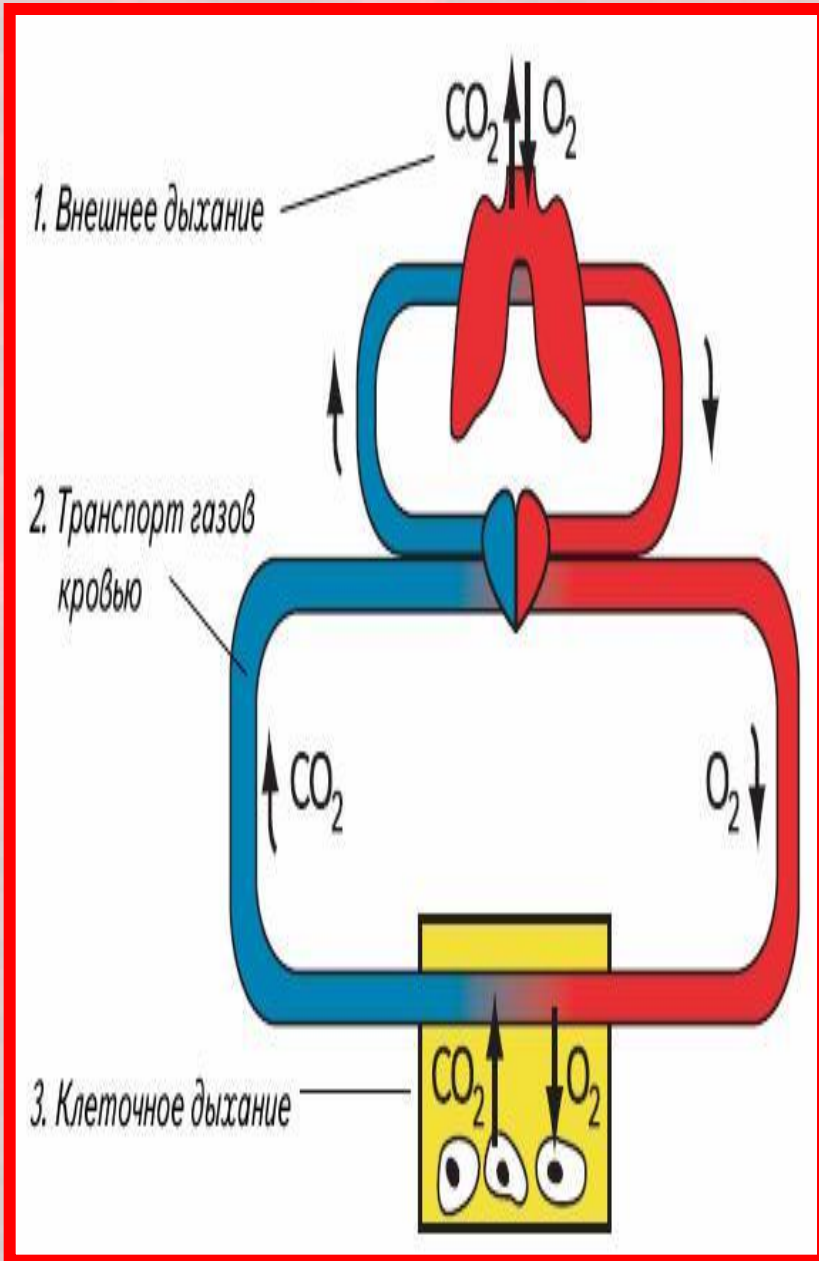


# Газообмен

## в лёгких и тканях





*Газообмен между атмосферным воздухом и кровью называется **внешним дыханием** и осуществляется органами дыхания - легкими и внелегочными дыхательными путями.*

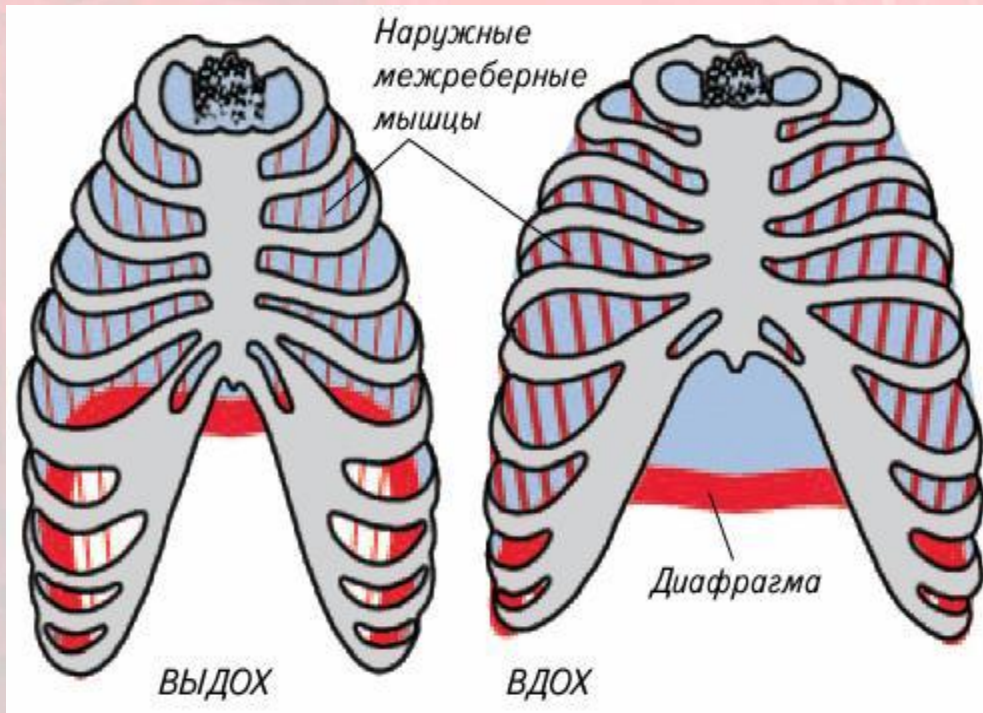
*Газообмен между легкими и другими органами осуществляет система кровообращения.*

*Клеточное дыхание - биологическое окисление - обеспечивает организм энергией.*

# Внешнее дыхание

## ЭТАПЫ ДЫХАНИЯ

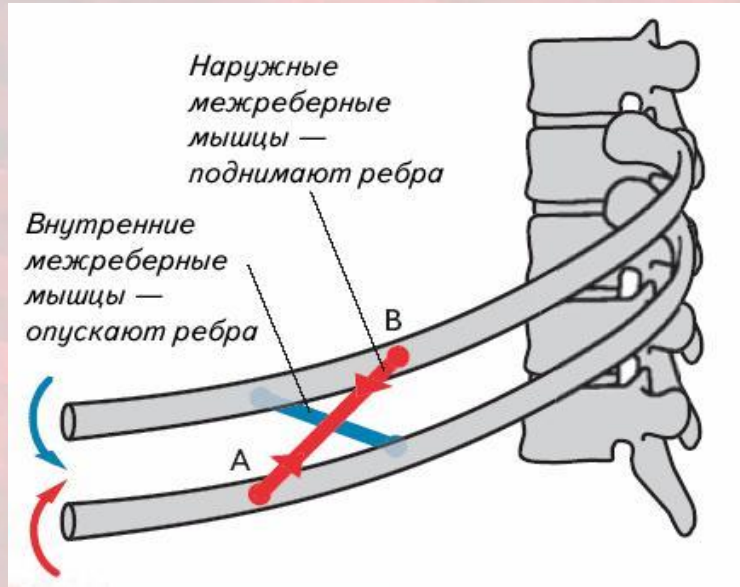
### 1. Вентиляция лёгких.



*При сокращении межрёберных мышц и диафрагмы лёгкие растягиваются - **вдох**, при расслаблении межрёберных мышц и диафрагмы лёгкие сжимаются - **выдох**.*



# Дыхательные движения



*Наружные межреберные мышцы поднимают ребра.*

*Внутренние межреберные мышцы опускают ребра.*

*Действие межреберных мышц основано на принципе рычага.*

МЫШЦЫ ВДОХА

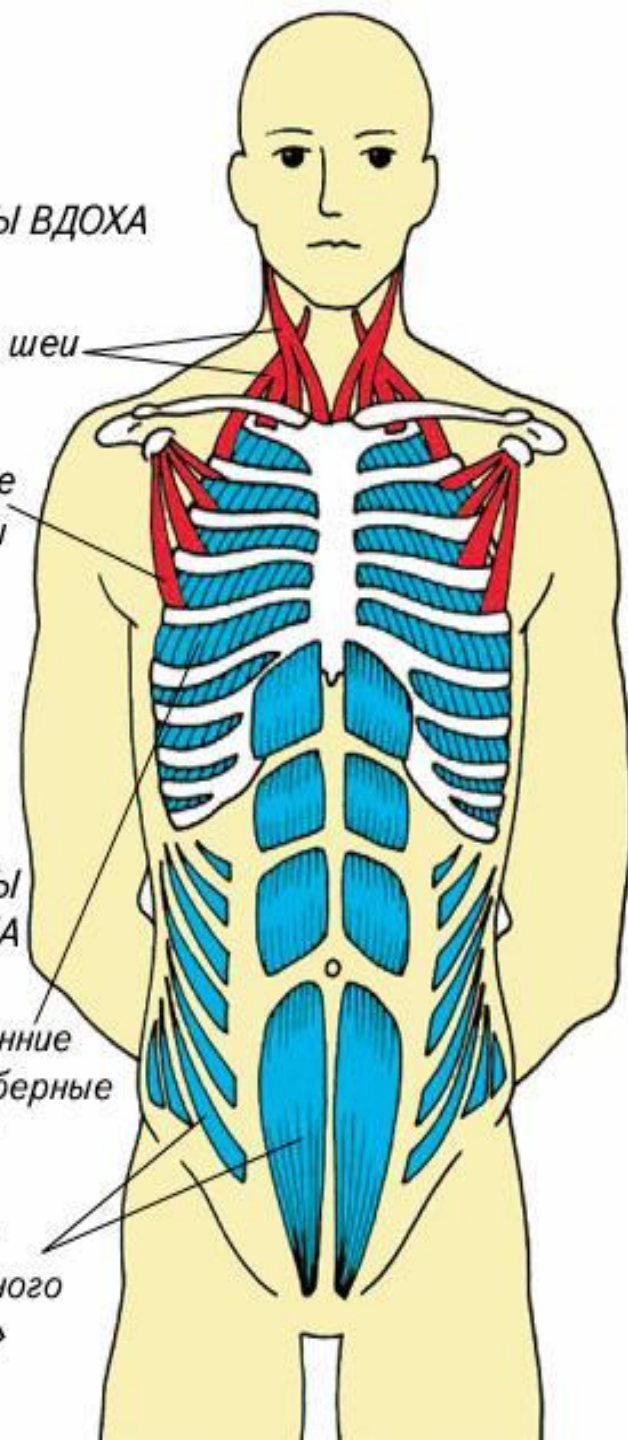
Мышцы шеи

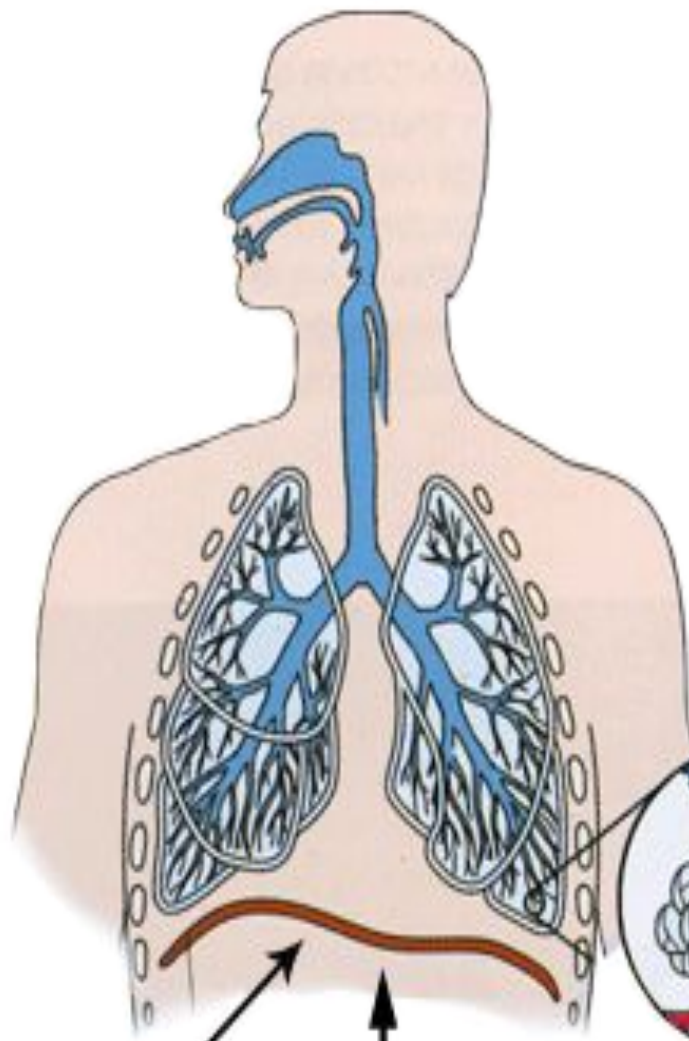
Грудные мышцы

МЫШЦЫ ВЫДОХА

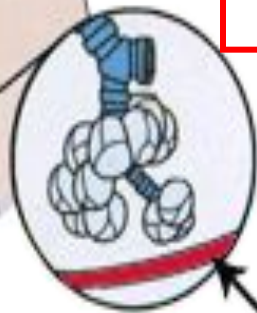
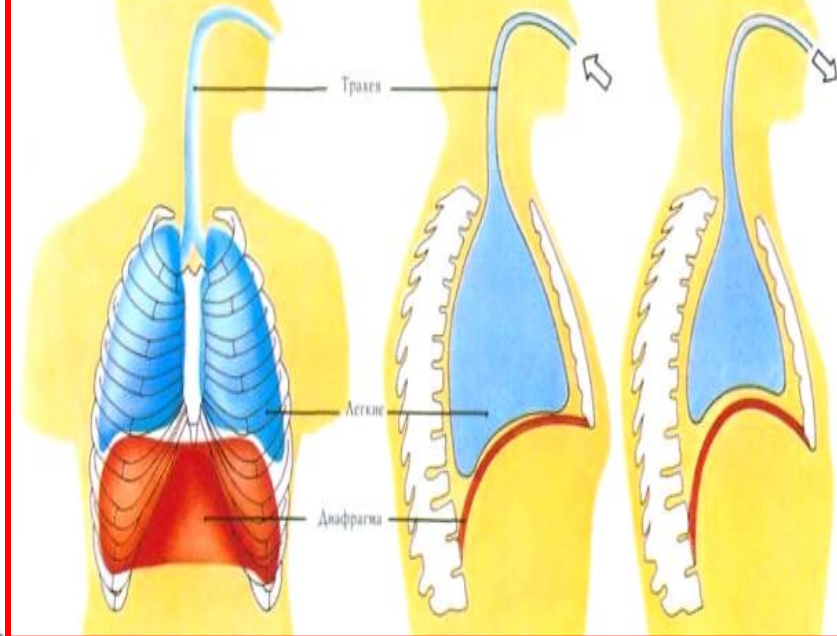
Внутренние межреберные мышцы

Мышцы «брюшного пресса»





*покой*      *вдох*      *выдох*



Капилляры в  
легких

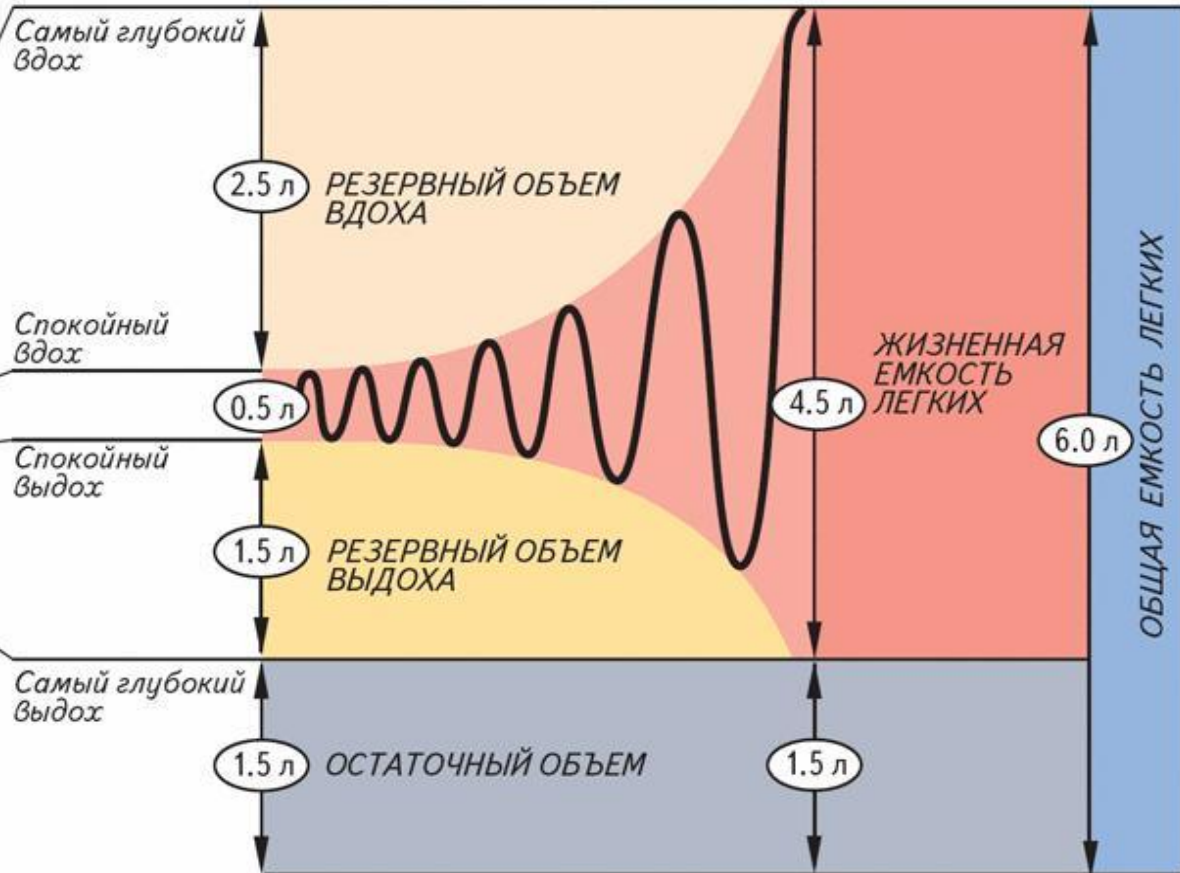
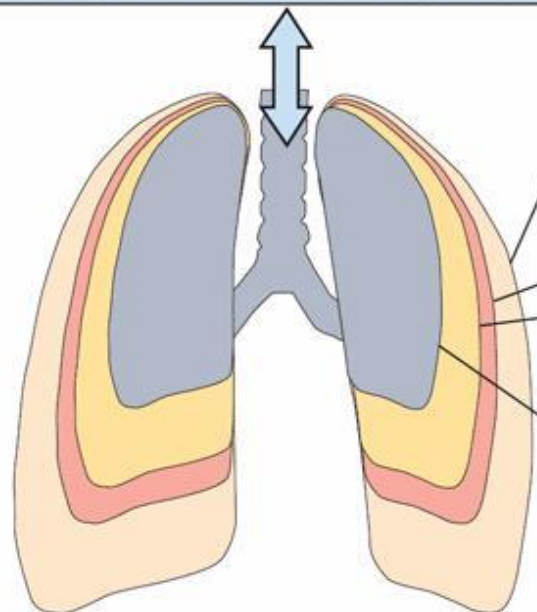
**Диафрагма**  
(большая поперечно  
расположенная мышца,  
отделяющая грудную  
клетку от брюшной  
полости)

Диафрагма сокращается  
и опускается вниз на вдохе  
(объем грудной клетки увеличивается),  
а затем расслабляется и поднимается  
вверх на выдохе

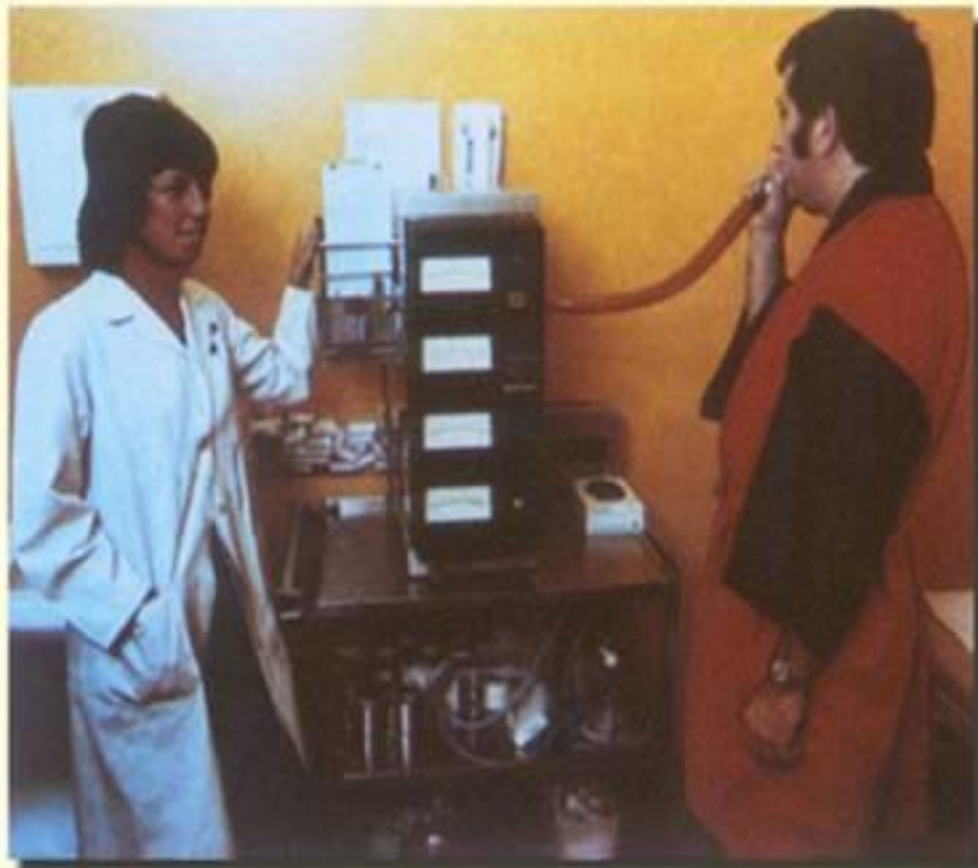
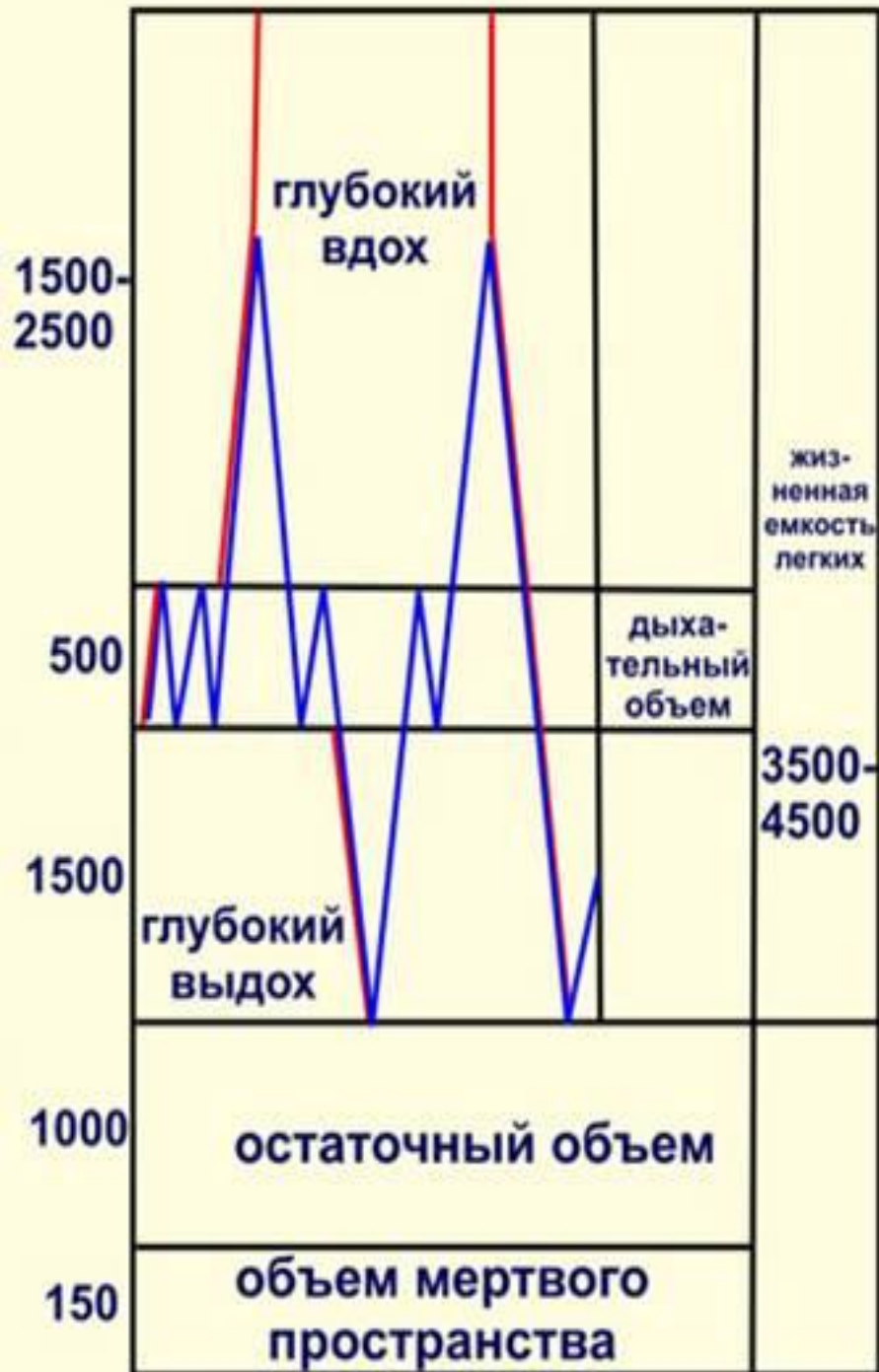


# Жизненная емкость легких

$\times$  Дыхательный объем (0.5 л)  
Частота дыхания (16 раз / мин)  
-----  
Минутный объем дыхания (8.0 л / мин)

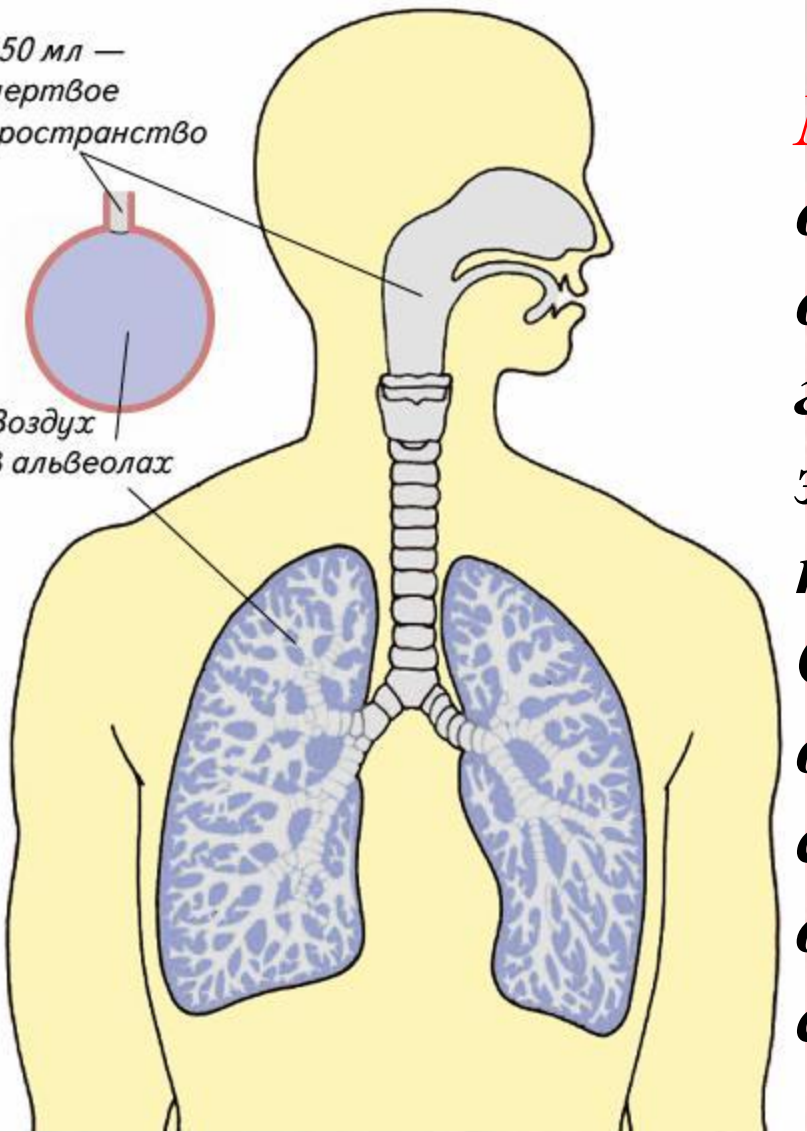
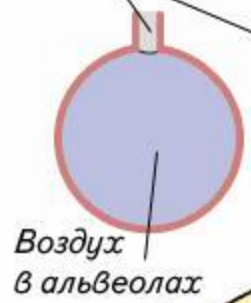


*При спокойном дыхании за один вдох в легкие входит 0,3- 0,5 л воздуха (дыхательный объем). При самом глубоком дыхании дыхательный объем может достигать 3-5 л (жизненная емкость легких). Но и тогда после выдоха в легких остается более 1 л воздуха (остаточный объем).*



*Жизненная емкость легких измеряется при помощи прибора **спирометра**.*

150 мл —  
мертвое  
пространство



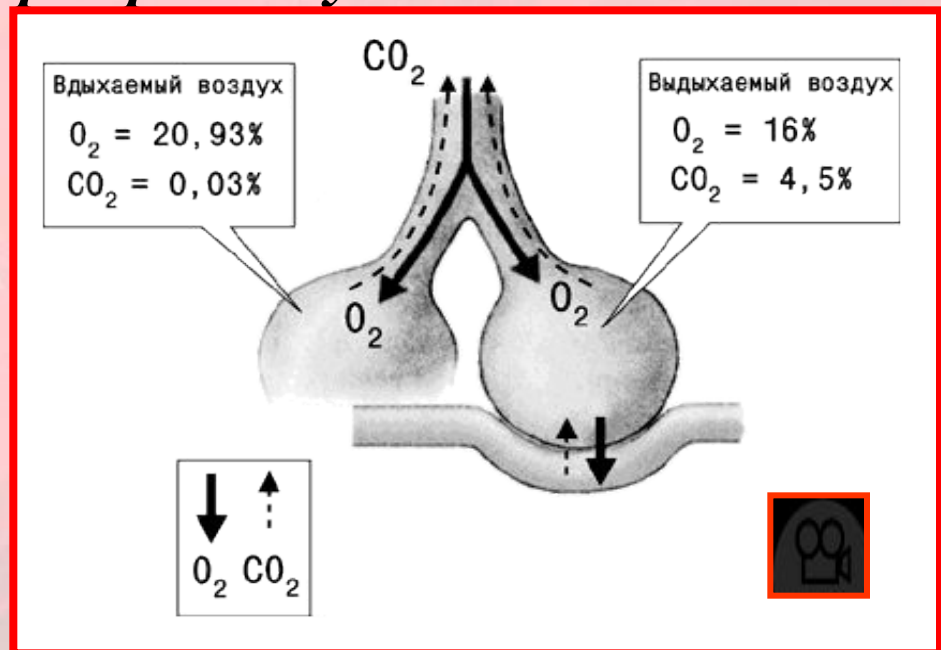
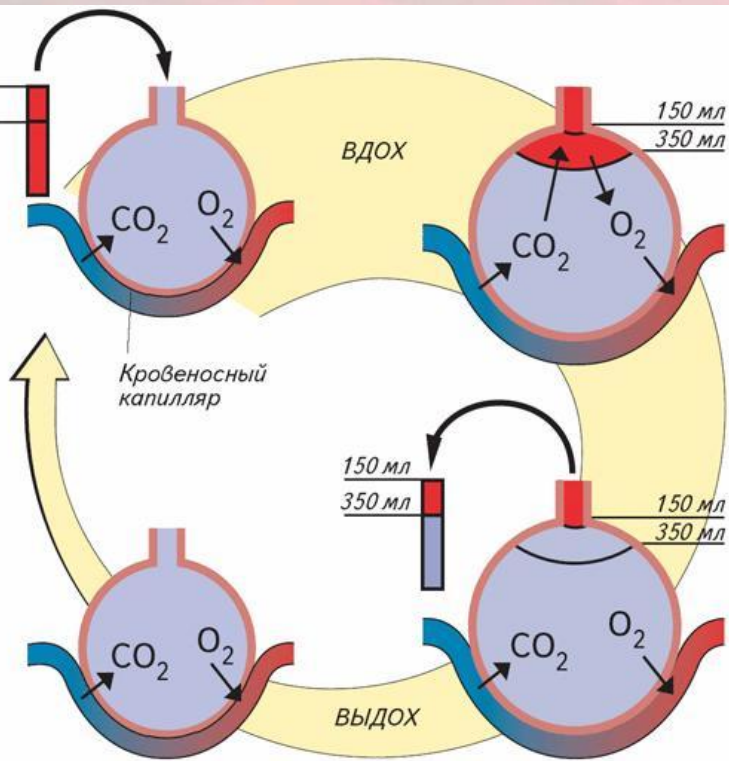
***Мертвое пространство***  
*образовано теми областями  
органов дыхания, где нет  
газообмена с кровью. В норме  
это внелёгочные дыхательные  
пути и большинство бронхов.  
Объем заключенного в них  
воздуха - около 150 мл, что  
составляет 30%  
дыхательного объема при  
спокойном дыхании.*

*Таким образом, в обычных условиях почти треть вдыхаемого  
воздуха не участвует в газообмене.*

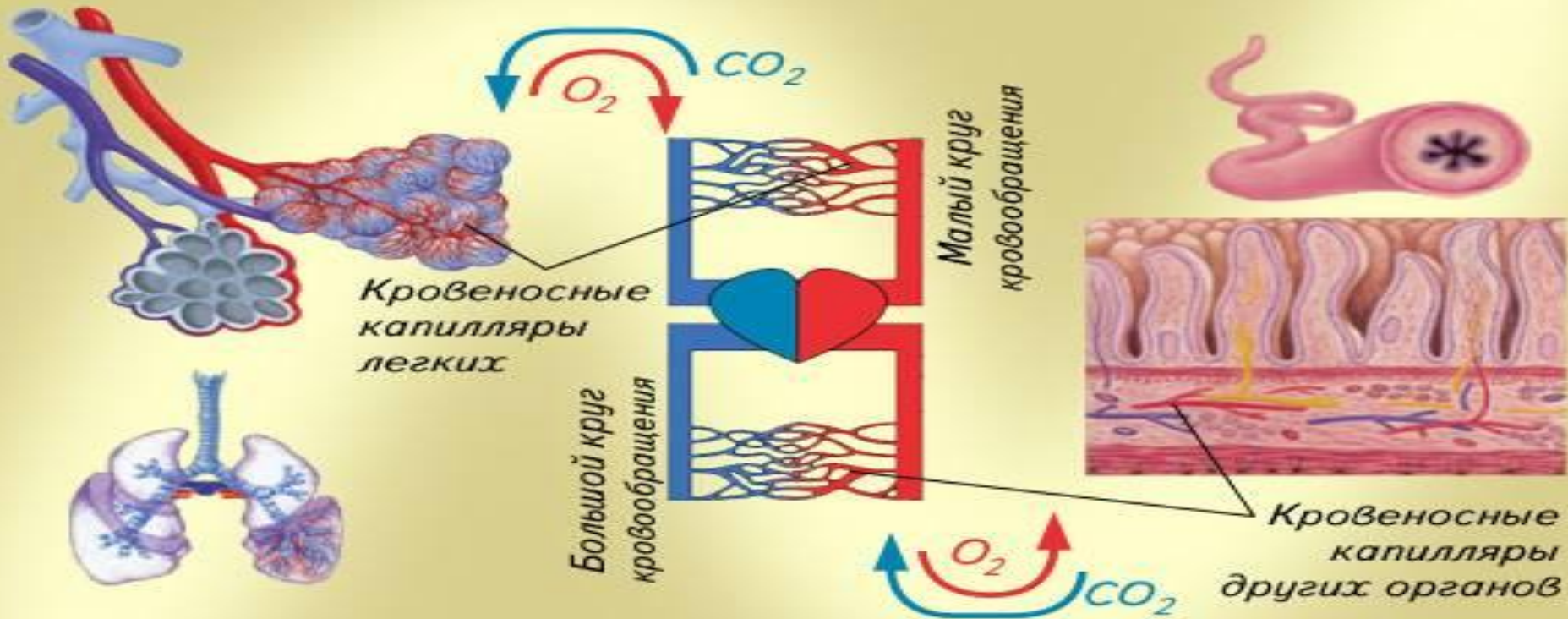


## 2. Лёгочное дыхание (газообмен в лёгких).

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



### 3. Транспорт газов.



*В капиллярах легких (малый круг кровообращения) кровь насыщается кислородом и избавляется от углекислого газа, превращаясь из венозной в артериальную. Благодаря работе сердца кровь разносится по всем органам (большой круг кровообращения), в капиллярах которых происходят обратные процессы.*



## КИСЛОРОД

В плазме

1% —  $O_2$   
(раствор)

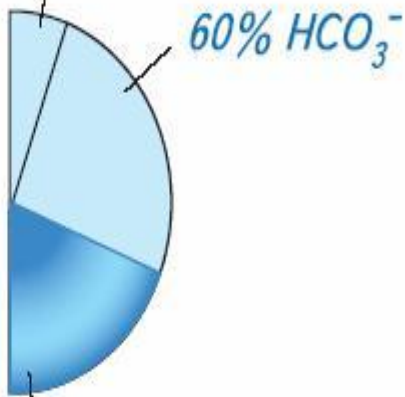


В эритроцитах  
98% —  $HbO_2$

## УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ

В плазме

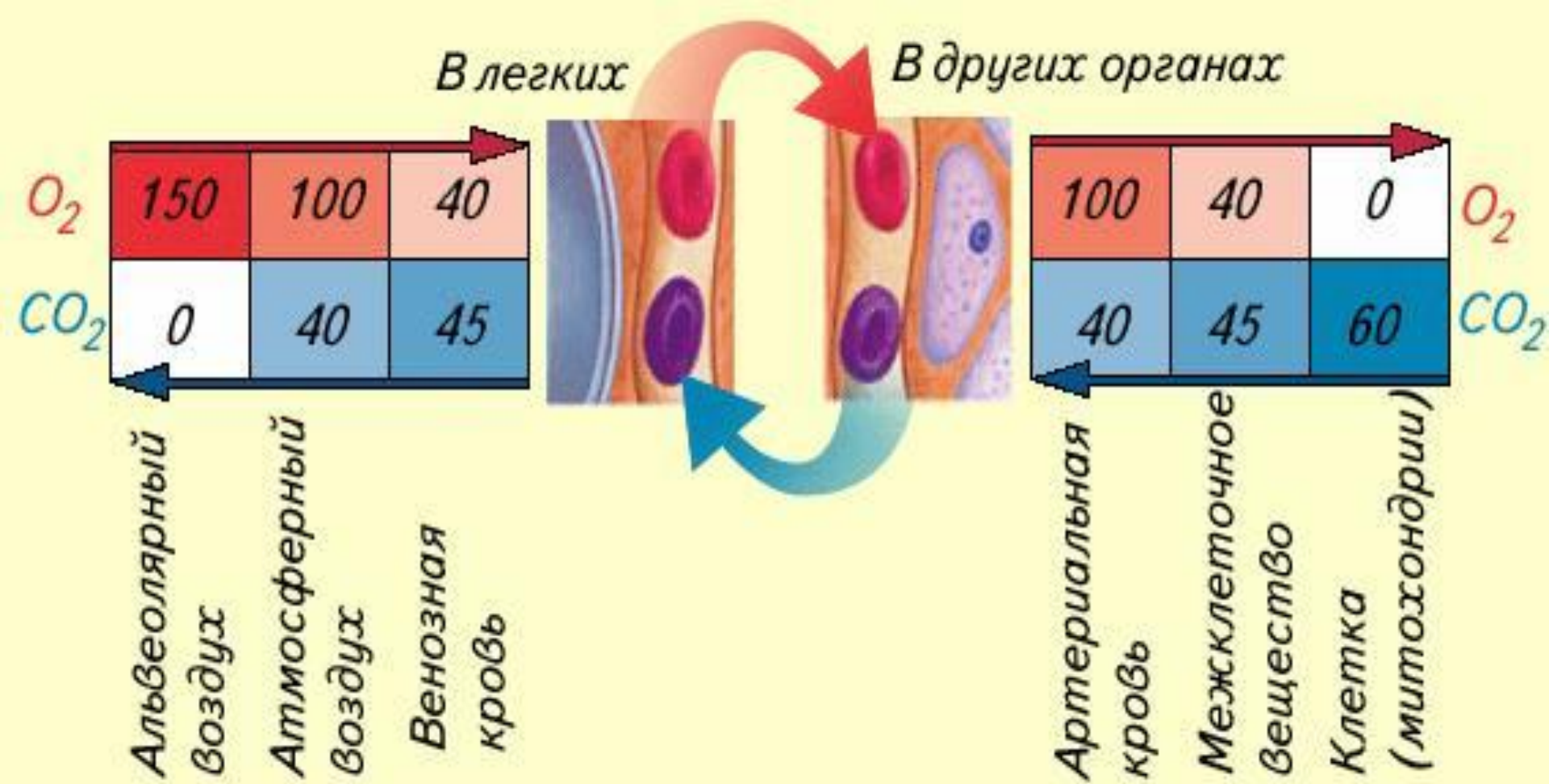
10% —  $CO_2$   
(раствор)



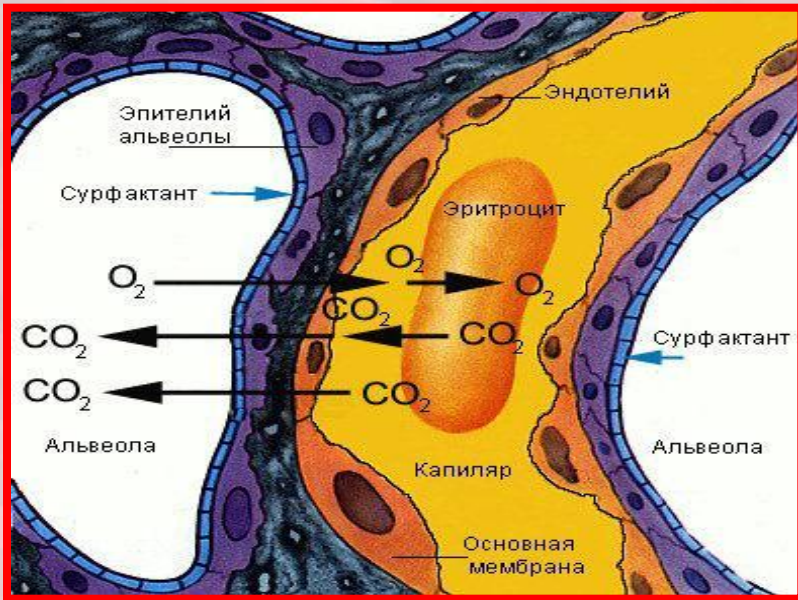
В эритроцитах  
30% —  $HbCO_2$

*Основная часть кислорода находится в крови в виде соединения с гемоглобином ( $HbO_2$ ) и совсем немного растворено в плазме.*

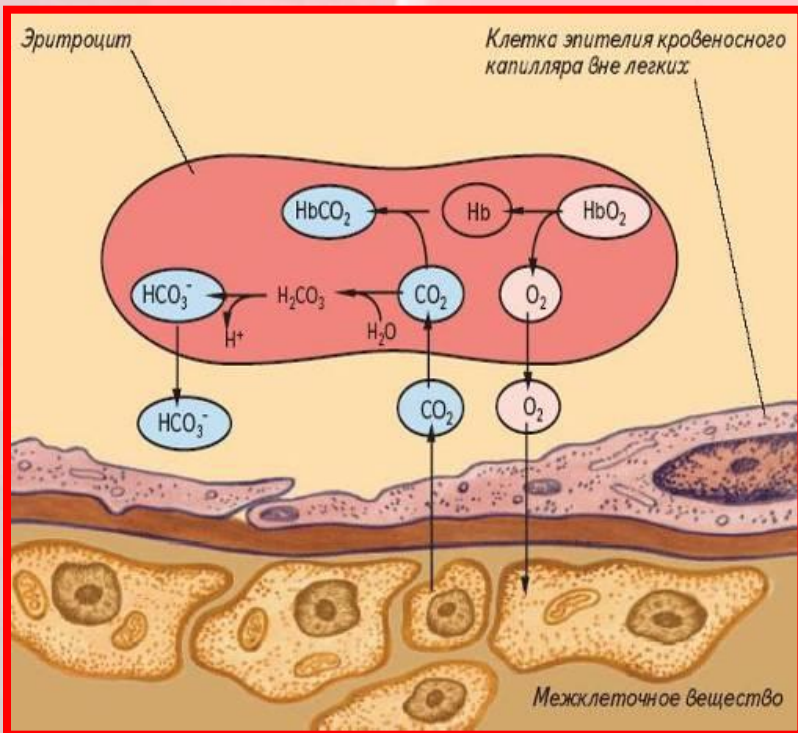
*Углекислый газ переносится в основном плазмой - в виде ионов  $HCO_3^-$  - и растворенного  $CO_2$ , в меньшей степени, эритроцитами - в соединении с гемоглобином ( $HbCO_2$ ).*



*Из одной среды в другую газы переходят вследствие разности их давления .*



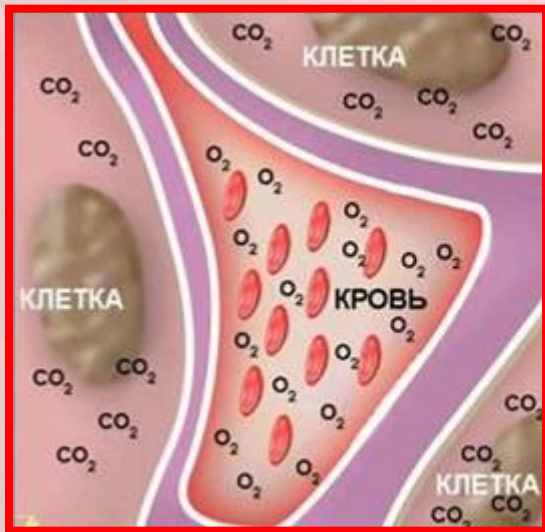
*Поскольку в альвеолах относительно мало  $CO_2$ , он выходит из плазмы крови в альвеолярный воздух.*



*Это влечет за собой высвобождение  $CO_2$  из соединения с гемоглобином ( $HbCO_2$ ) и из солей угольной кислоты - гидрокарбонатов ( $HCO_3^-$ ). Кислород диффундирует в обратном направлении - из воздуха в кровь, где интенсивно связывается гемоглобином.*

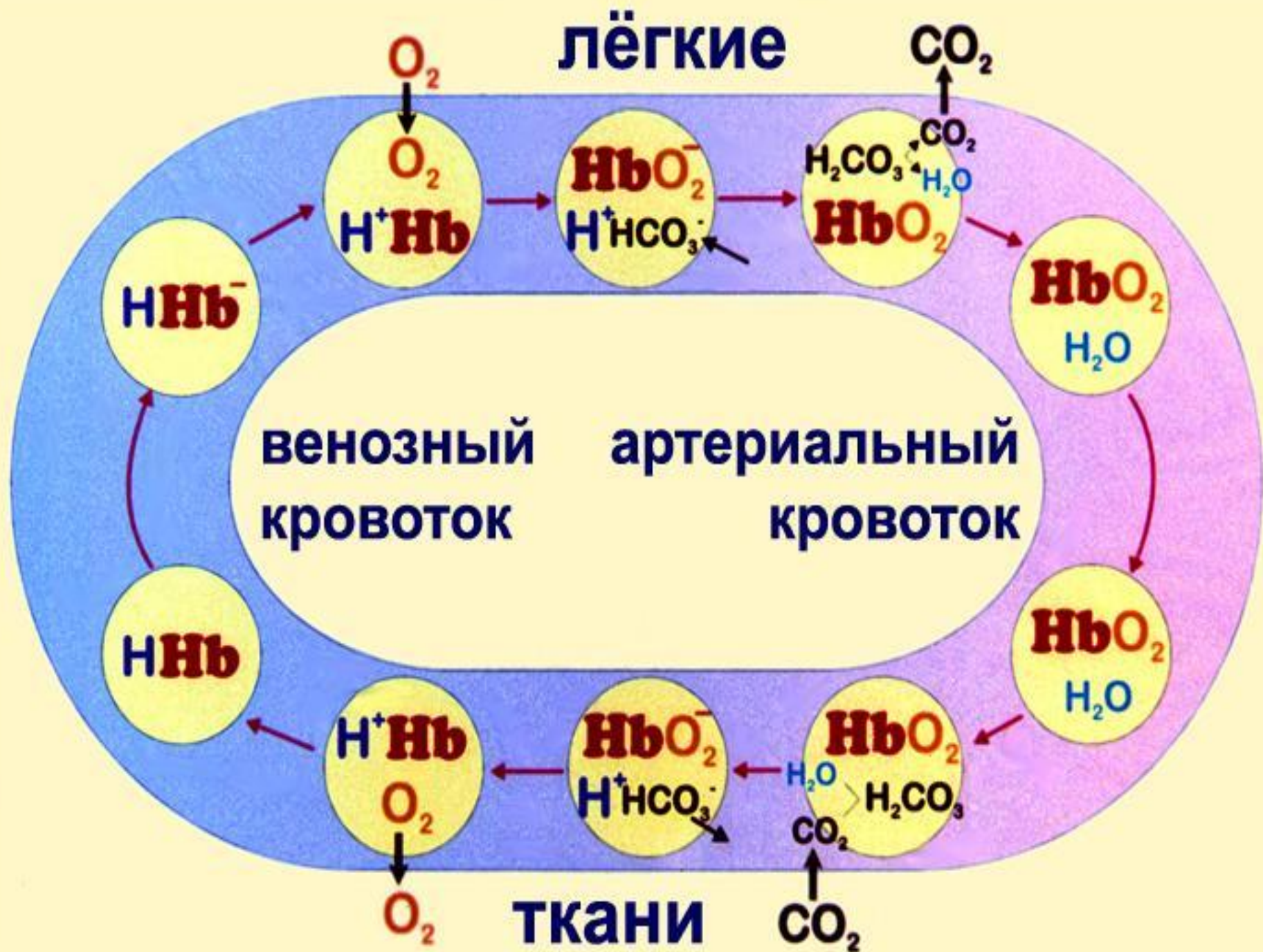
# Внутреннее дыхание

## 4. Тканевое дыхание (газообмен в тканях).

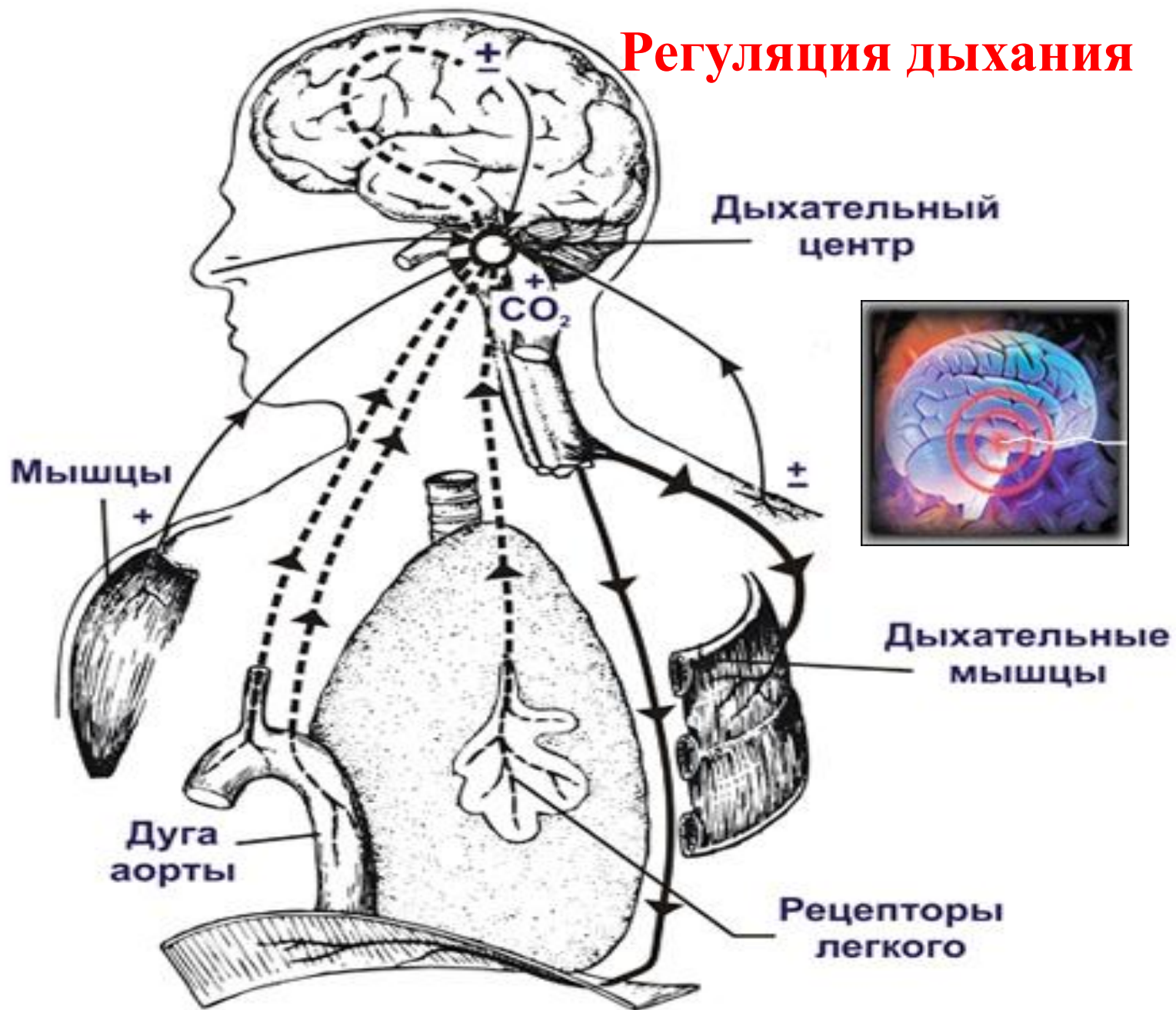


*В процессе клеточного дыхания постоянно потребляется кислород. Поэтому он диффундирует из плазмы крови в межклеточное вещество других тканей и далее - в клетки. Выделяемый клетками  $CO_2$ , наоборот, поступает в кровь, где частично связывается гемоглобином, а большей частью - с водой.*

*Артериальная кровь превращается в венозную.*



# Регуляция дыхания





# НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

Непроизвольная регуляция частоты и глубины дыхания.

Произвольная регуляция частоты и глубины дыхания.

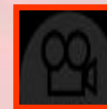
ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ

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

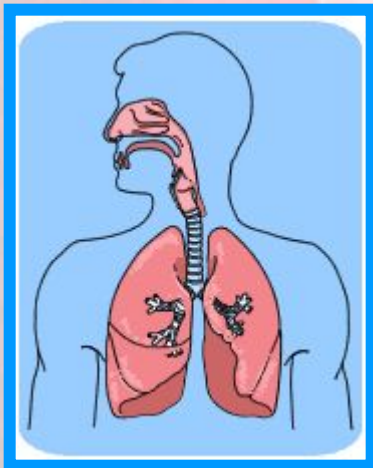
Частоту и глубину дыхания

*ускоряет*

Избыток  $\text{CO}_2$

*замедляет*

Недостаток  $\text{CO}_2$



В результате усиления вентиляции легких дыхание приостанавливается, т.к. концентрация  $\text{CO}_2$  в крови снижается.



**АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ**

**РЕФЛЕКСИЯ**

**ВДОХ**

**ВЫДОХ**

**внешнее  
дыхание**

**альвеолярный  
воздух**

**перенос  
газов  
кровью**

**артериальная  
кровь**

**венозная  
кровь**

**ткани**

**тканевое  
дыхание**



ВДОХ

ВЫДОХ

ритмические импульсы

↓  
сокращение ДМ

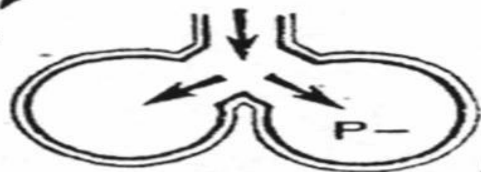
↓  
расширение ГП

↓  
растяжение плевр

↓  
расширение Л

↓  
падение Р в Л

↓  
вдох



ДЦ  
автоматия

нет импульсов

↓  
расслабление ДМ

↓  
сжатие ГП

↓  
сжатие Л

↓  
повышение Р в Л

↓  
выдох



16 / М

вдох ↔ выдох  
вентиляция легких

**ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ**

РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ

РЕФЛЕКТОРНО

ГУМОРАЛЬНО

ДЦ

рецепторы → импульсы → ДЦ

СО<sub>2</sub> кровь → импульсы → ДЦ



ДМ →



сокращение  
расслабление

ДМ

дышим чаще, глубже  
или  
реже, поверхностнее

рефлексы: кашель, чихание

**В романах Ф. Купера индейцы иногда спасались от врагов, погружаясь в воду и дыша при этом через полую камышинку. Однако дышать таким способом можно на глубине, не превышающей 1,5 м .**



**На большей глубине давление настолько возрастает, что вдох сделать невозможно.**