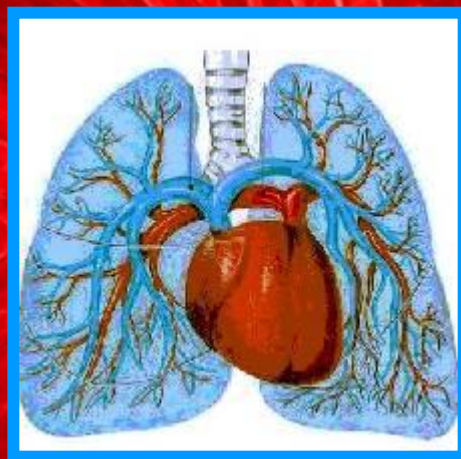
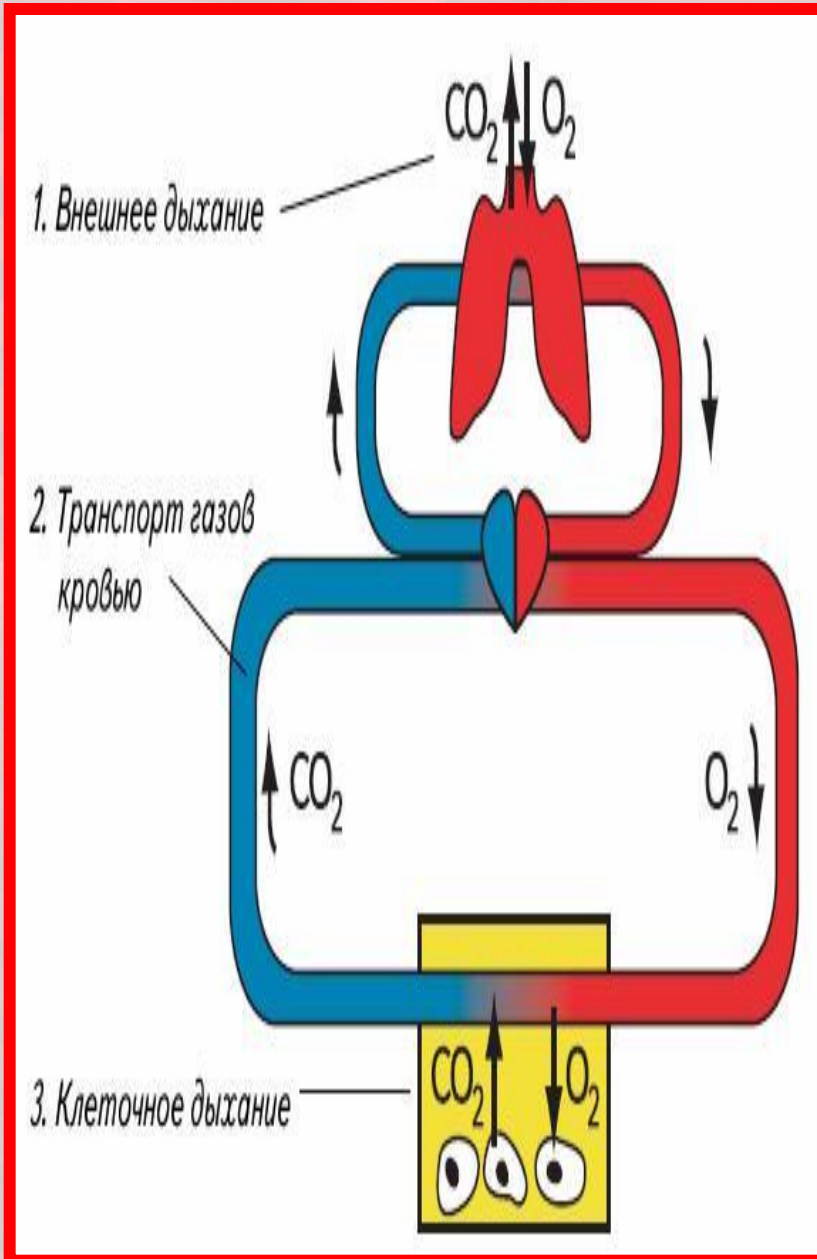


# Газообмен в лёгких и тканях





*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.*

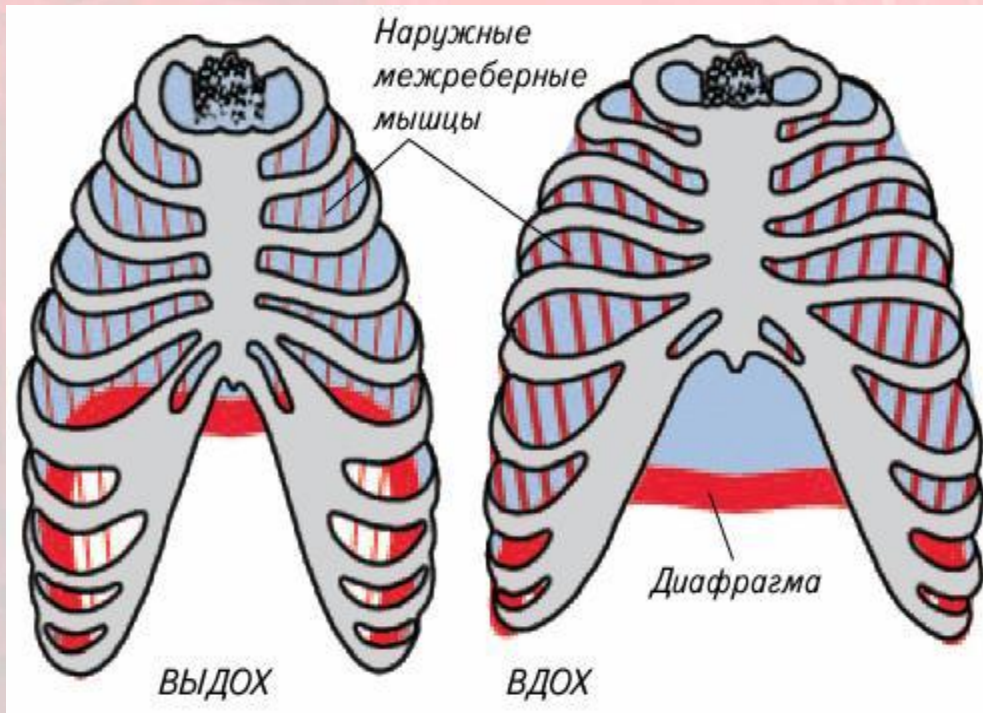
*Клеточное дыхание - биологическое окисление - обеспечивает организм энергией.*



# Внешнее дыхание

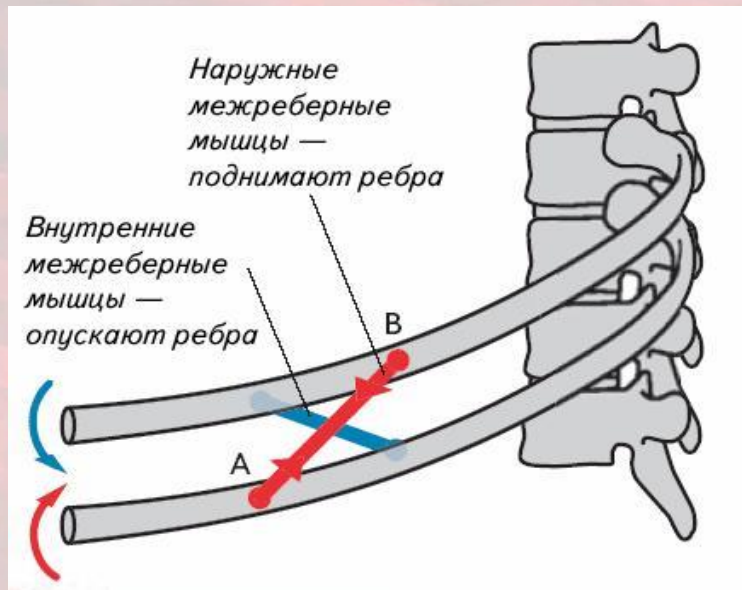
## ЭТАПЫ ДЫХАНИЯ

### 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

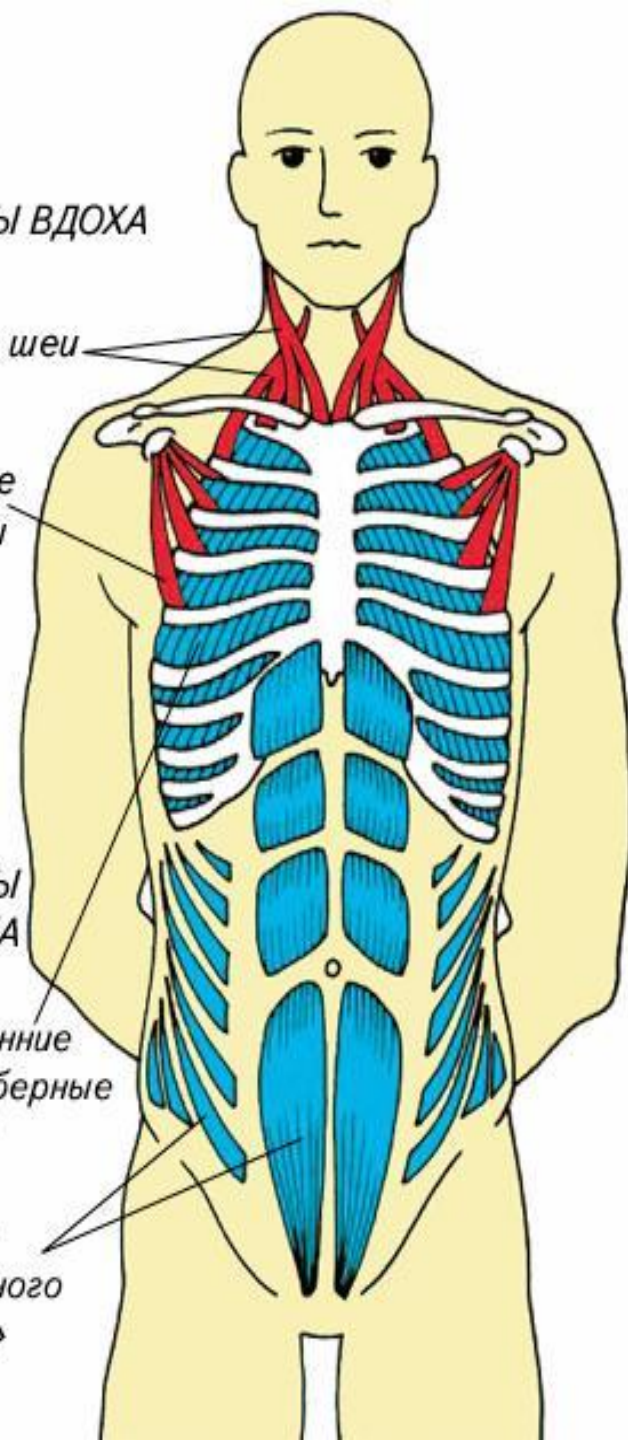
Мышцы шеи

Грудные мышцы

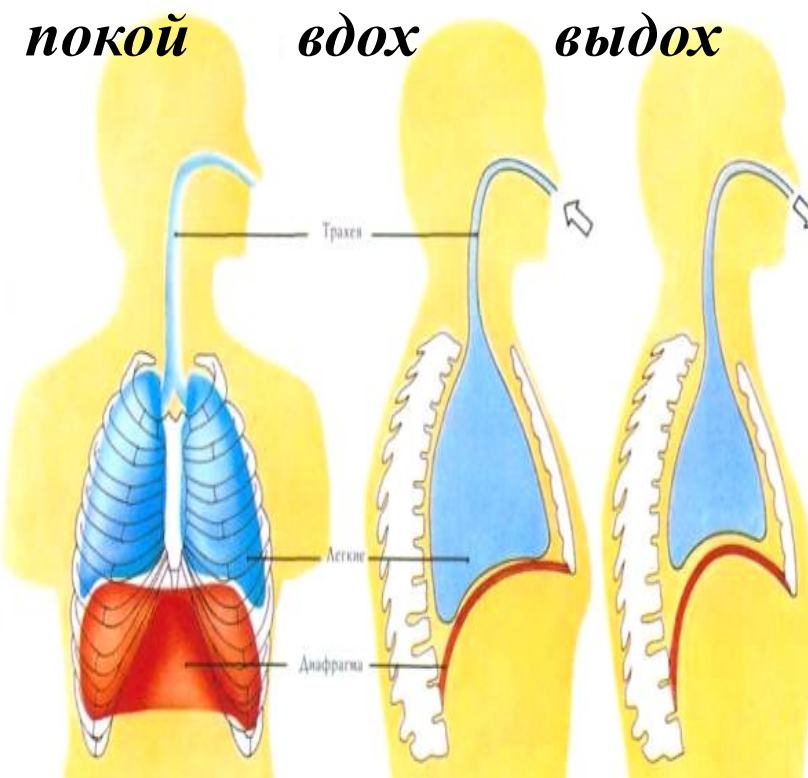
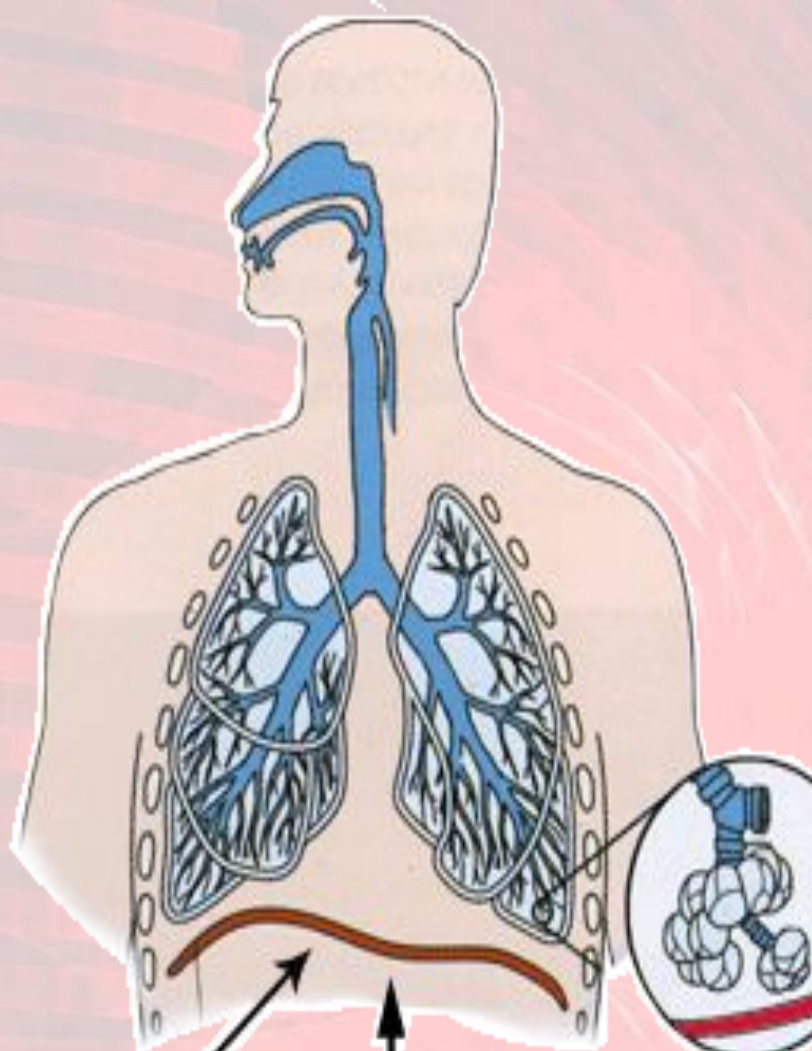
МЫШЦЫ ВЫДОХА

Внутренние межреберные мышцы

Мышцы «брюшного пресса»







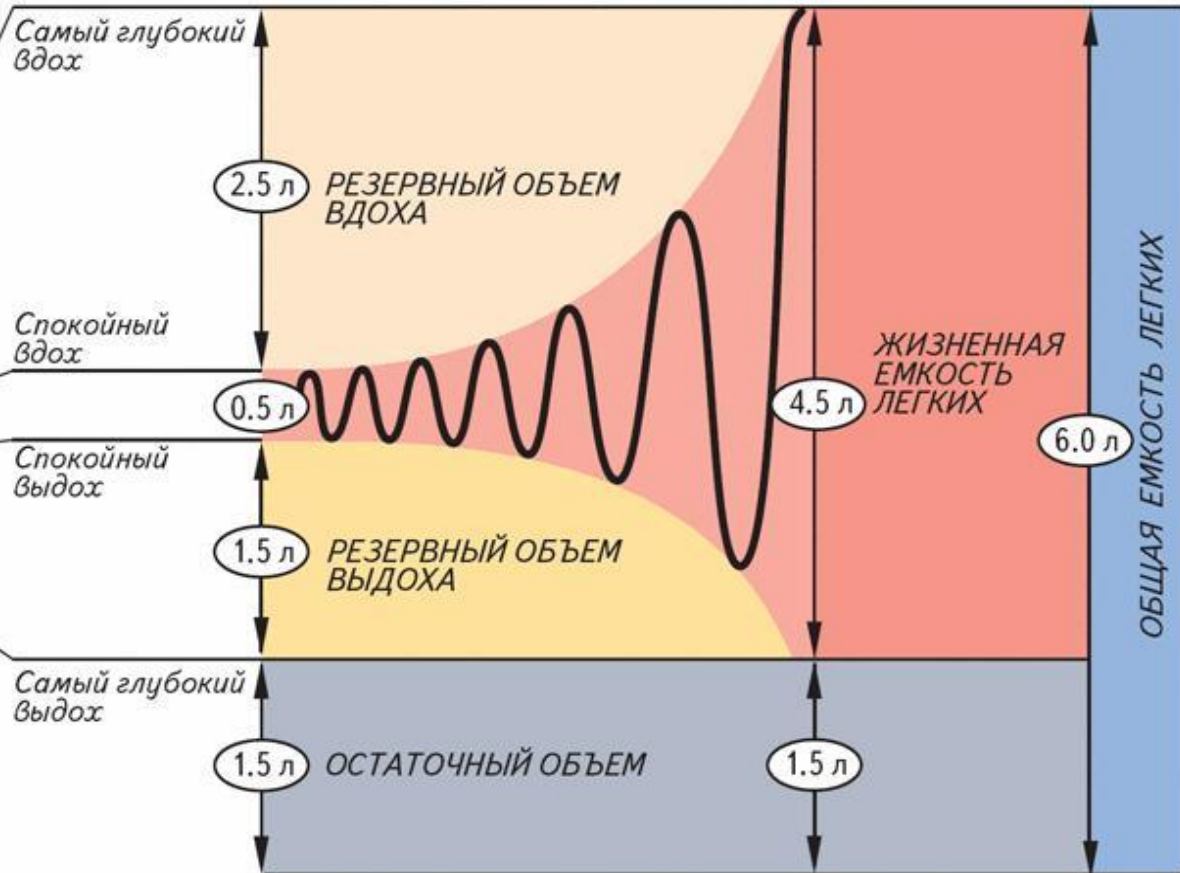
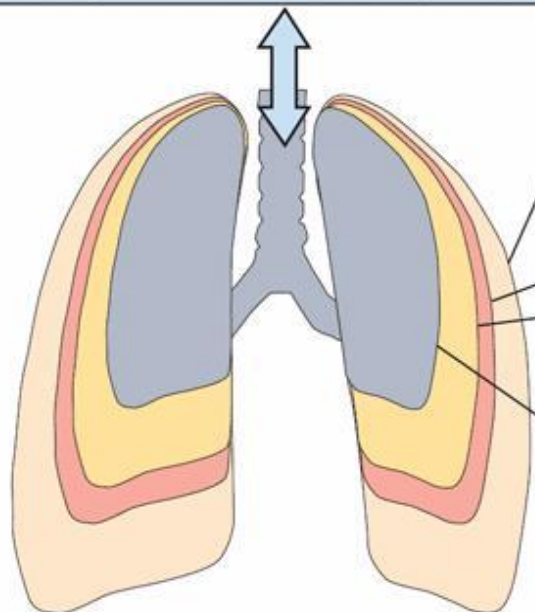
Капилляры в легких

**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

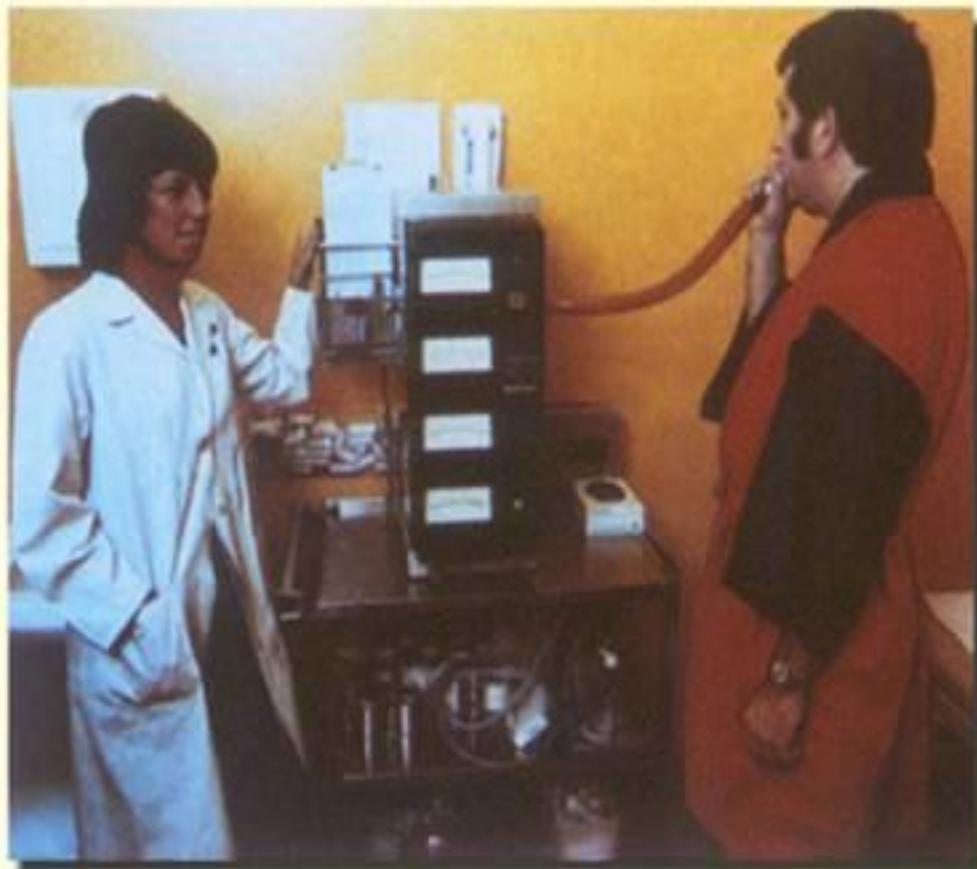
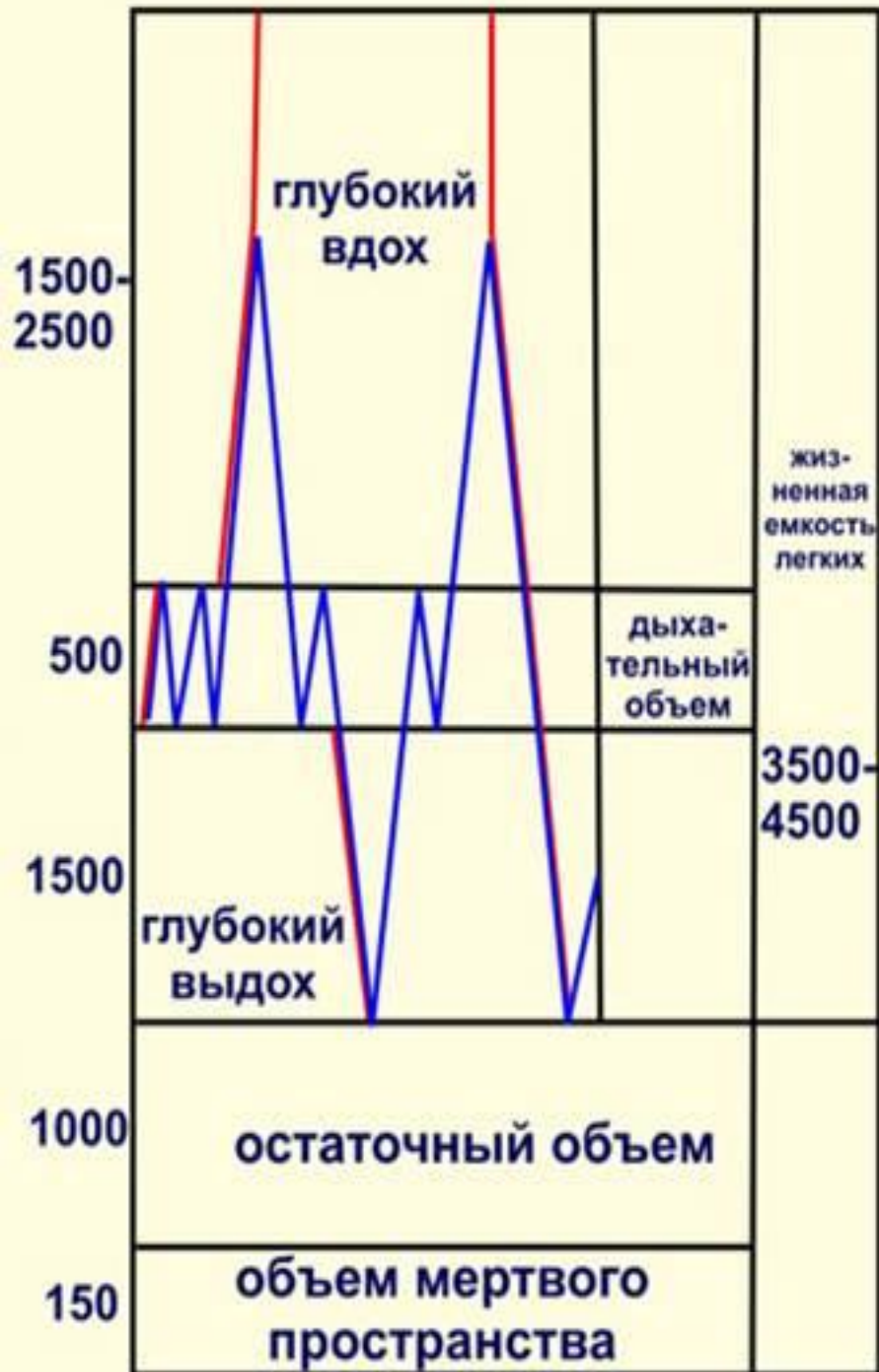
# Жизненная емкость легких

$$\begin{array}{l} \text{Дыхательный объем (0,5 л)} \\ \times \\ \text{Частота дыхания (16 раз / мин)} \\ \hline \text{Минутный объем дыхания (8,0 л / мин)} \end{array}$$

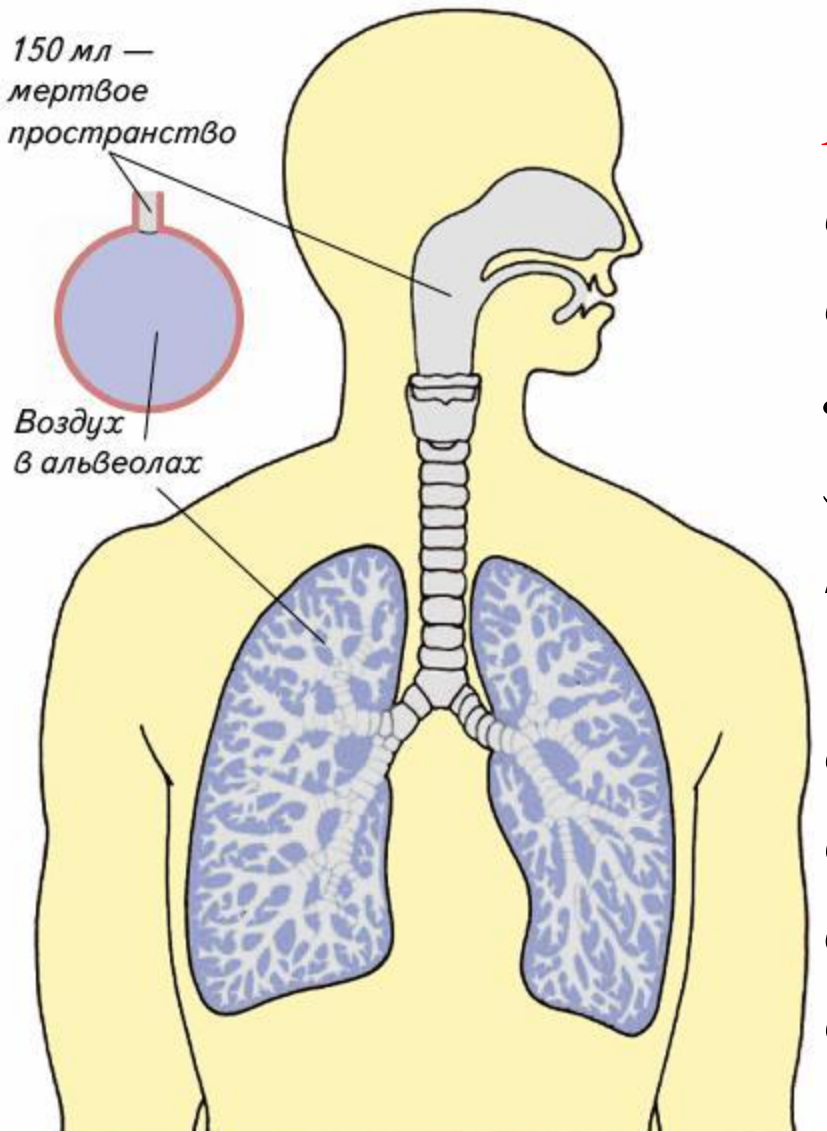


*При спокойном дыхании за один вдох в легкие входит 0,3- 0,5 л воздуха (дыхательный объем). При самом глубоком дыхании дыхательный объем может достигать 3-5 л (жизненная емкость легких). Но и тогда после выдоха в легких остается более 1 л воздуха (остаточный объем).*





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



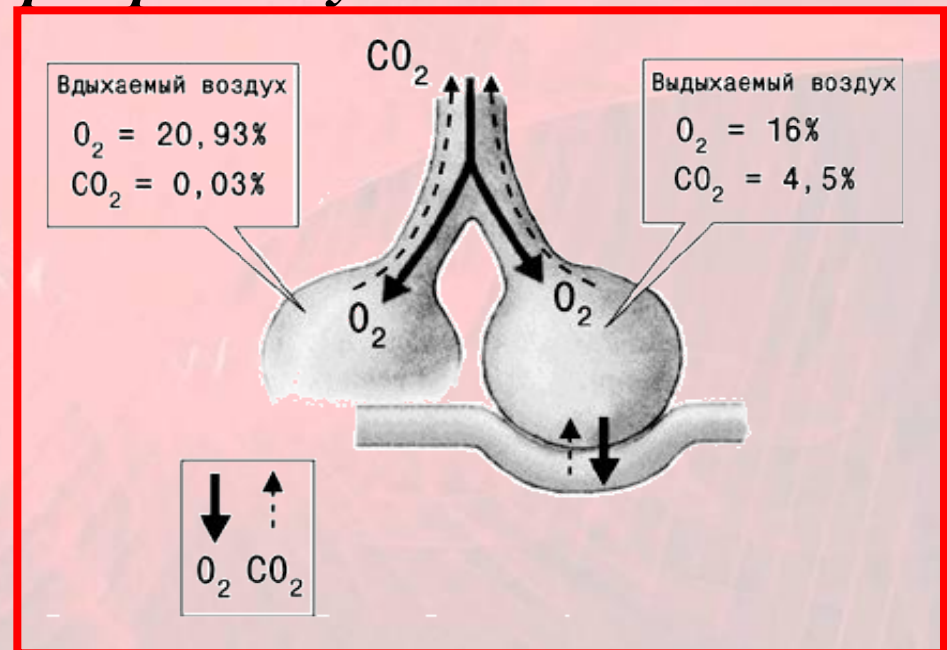
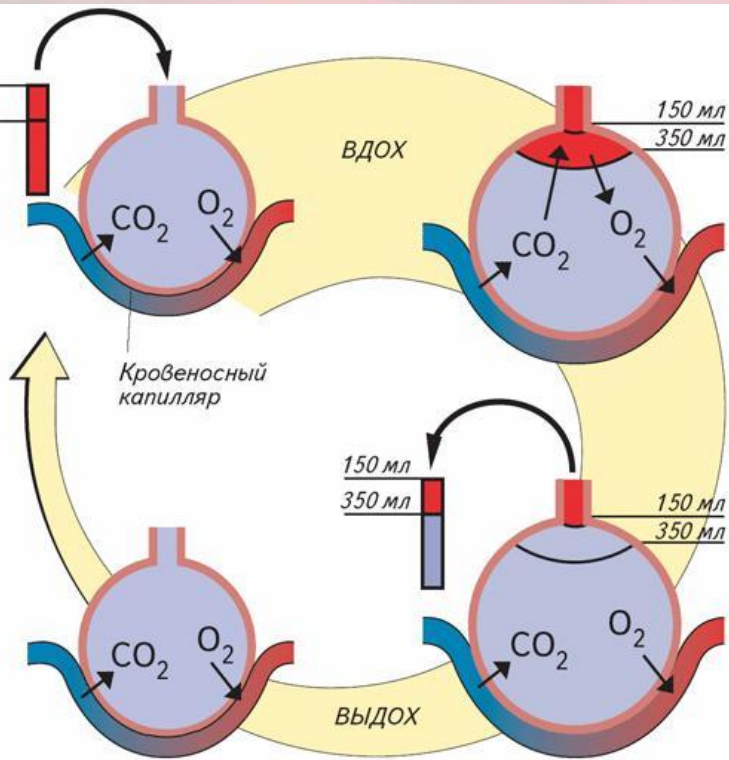
***Мертвое пространство*** образовано теми областями органов дыхания, где нет газообмена с кровью. В норме это внелёгочные дыхательные пути и большинство бронхов. Объем заключенного в них воздуха - около 150 мл, что составляет 30% дыхательного объема при спокойном дыхании.

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

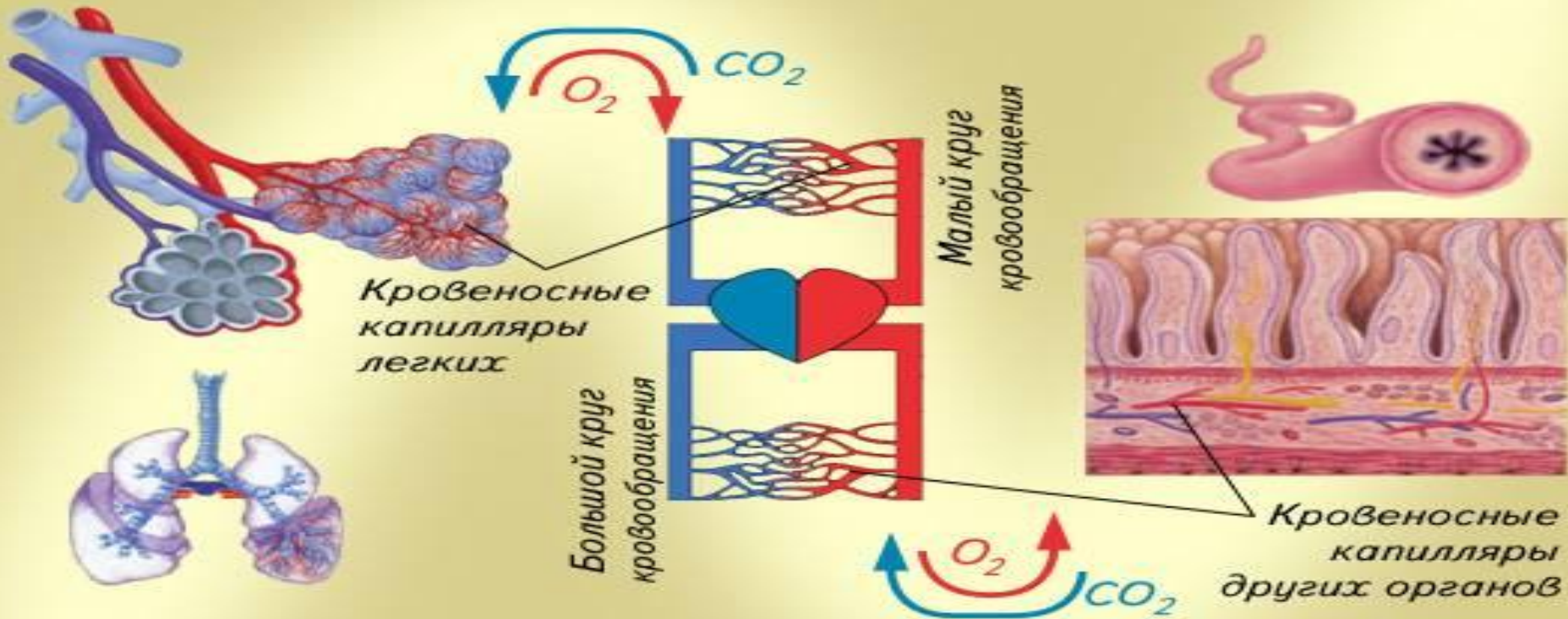


## 2. Лёгочное дыхание (газообмен в лёгких).

*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)

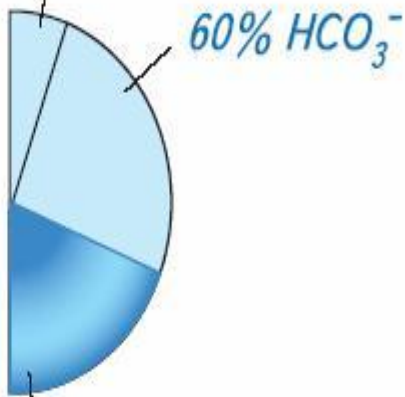


В эритроцитах  
98% —  $HbO_2$

## УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ

В плазме

10% —  $CO_2$   
(раствор)



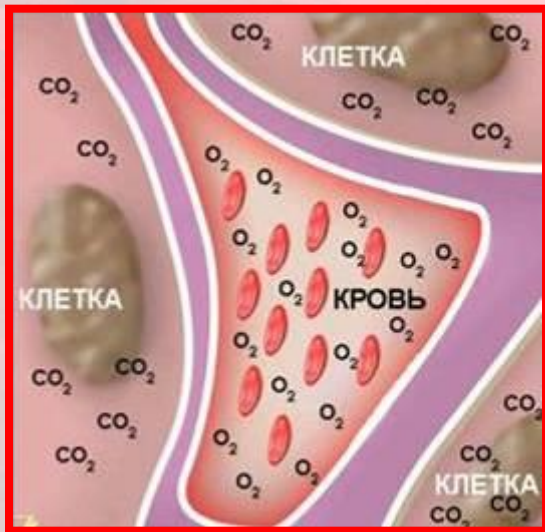
В эритроцитах  
30% —  $HbCO_2$

*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 ( $HbCO_2$ ).*

# Внутреннее дыхание

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

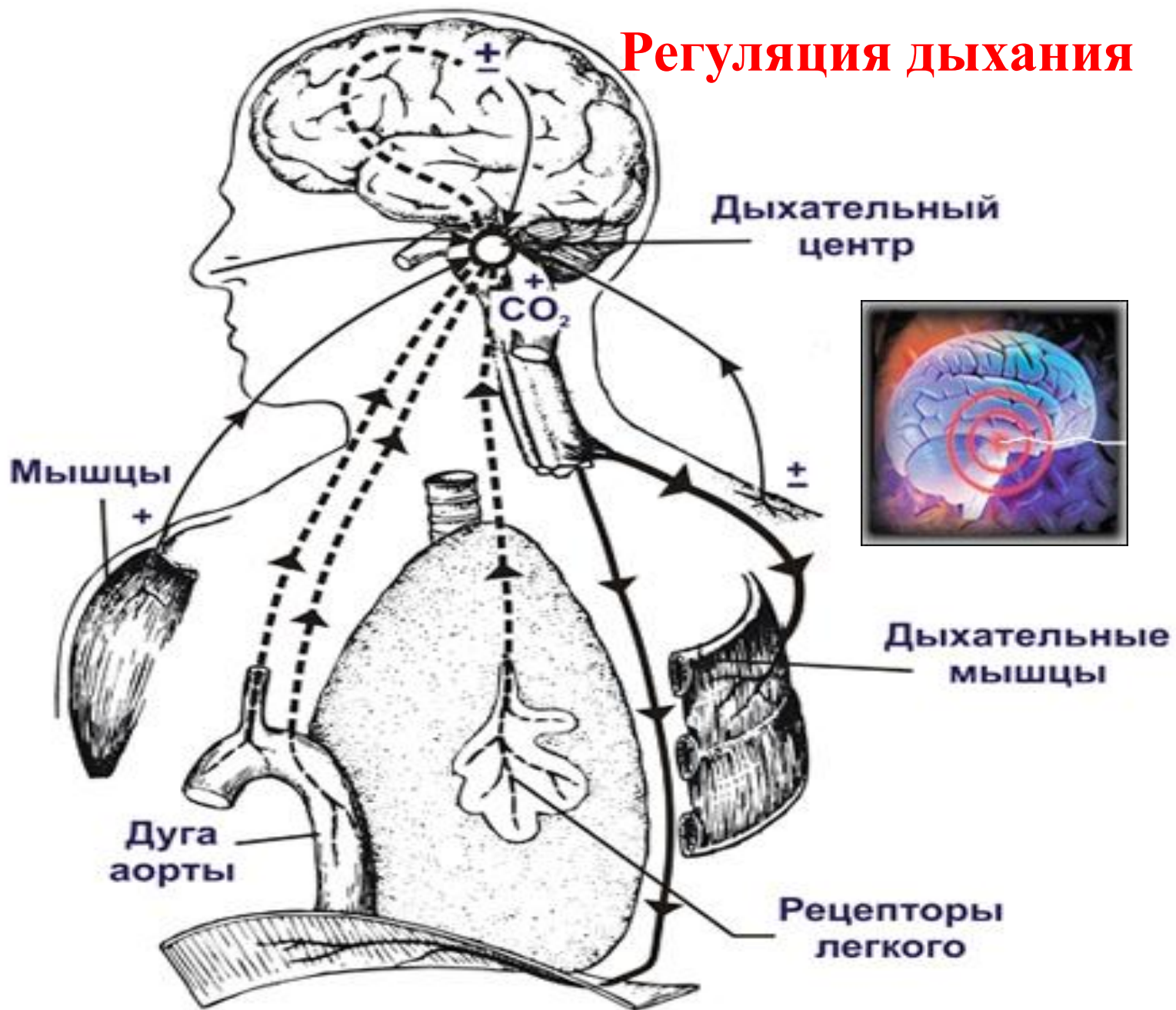


*В процессе клеточного дыхания постоянно потребляется кислород. Поэтому он диффундирует из плазмы крови в межклеточное вещество других тканей и далее - в клетки. Выделяемый клетками  $CO_2$ , наоборот, поступает в кровь, где частично связывается гемоглобином, а большей частью - с водой.*

*Артериальная кровь превращается в венозную.*



# Регуляция дыхания



# НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

```
graph TD; A[НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ] --> B[Непроизвольная регуляция частоты и глубины дыхания.]; A --> C[Произвольная регуляция частоты и глубины дыхания.]; B --> D[Дыхательным центром продолговатого мозга.]; C --> E[Корой больших полушарий.]; D --> F[Воздействие на холодовые, болевые и др. рецепторы может приостановить дыхание.]; E --> G[Мы можем произвольно ускорить или остановить дыхание.];
```

**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

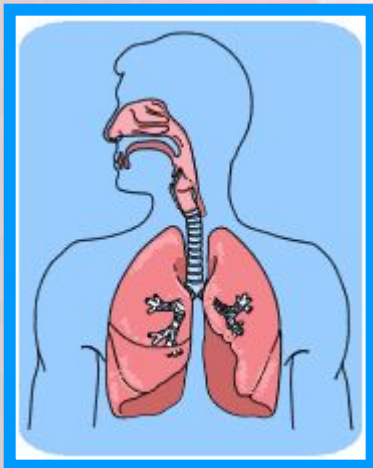
Частоту и глубину дыхания

*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.

**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.**