

\*

Газообмен в лёгких.  
Показатели сердечной  
деятельности.

# Этапы газообмена в легких

---

1. **Внешнее, или легочное дыхание** – процесс обмена газами  $O_2$  и  $CO_2$  между легкими и атмосферой.
2. **Транспортировка газов кровью.**
3. **Тканевое дыхание** – газообмен в тканях, в результате чего потребляется кислород, образуется аденозинтрифосфат (АТФ) и углекислый газ.

*Иногда выделяют еще один, самый начальный этап дыхания – вентиляцию, т.е. движение газов между атмосферой и дыхательной поверхностью легких.*

# Парциальное давление газа

---

это часть общего давления, которая приходится на долю газа в газовой смеси.

## *К сведению:*

При вдохе легкие заполняются воздухом, который содержит:

- 79 % азота
- 21 % кислорода
- 0,03 % углекислого газа

# Задача 1.

---

- Рассчитайте парциальное давление кислорода, азота и углекислого газа, зная что атмосферное давление составляет 760 мм. р.с. и концентрацию газов.

Решение:

1) парциальное давление азота 79%, тогда

$$760 \cdot 79 : 100 = 600,4 \text{ мм рт.ст.}$$

2) парциальное давление кислорода 21%, тогда

$$760 \cdot 21 : 100 = 159,6 \text{ мм рт.ст.}$$

3) парциальное давление углекислого газа 0,03%, тогда

$$760 \cdot 0,03 : 100 = 0,228 \text{ мм рт.ст.}$$

# Жизненная емкость легких. (ЖЕЛ)

**Жизненная емкость легких** – максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть, после максимального вдоха.

**Жизненная емкость легких** – емкость легких, соответствующая максимальному объему воздуха, вдыхаемого или выдыхаемого данным человеком одновременно.

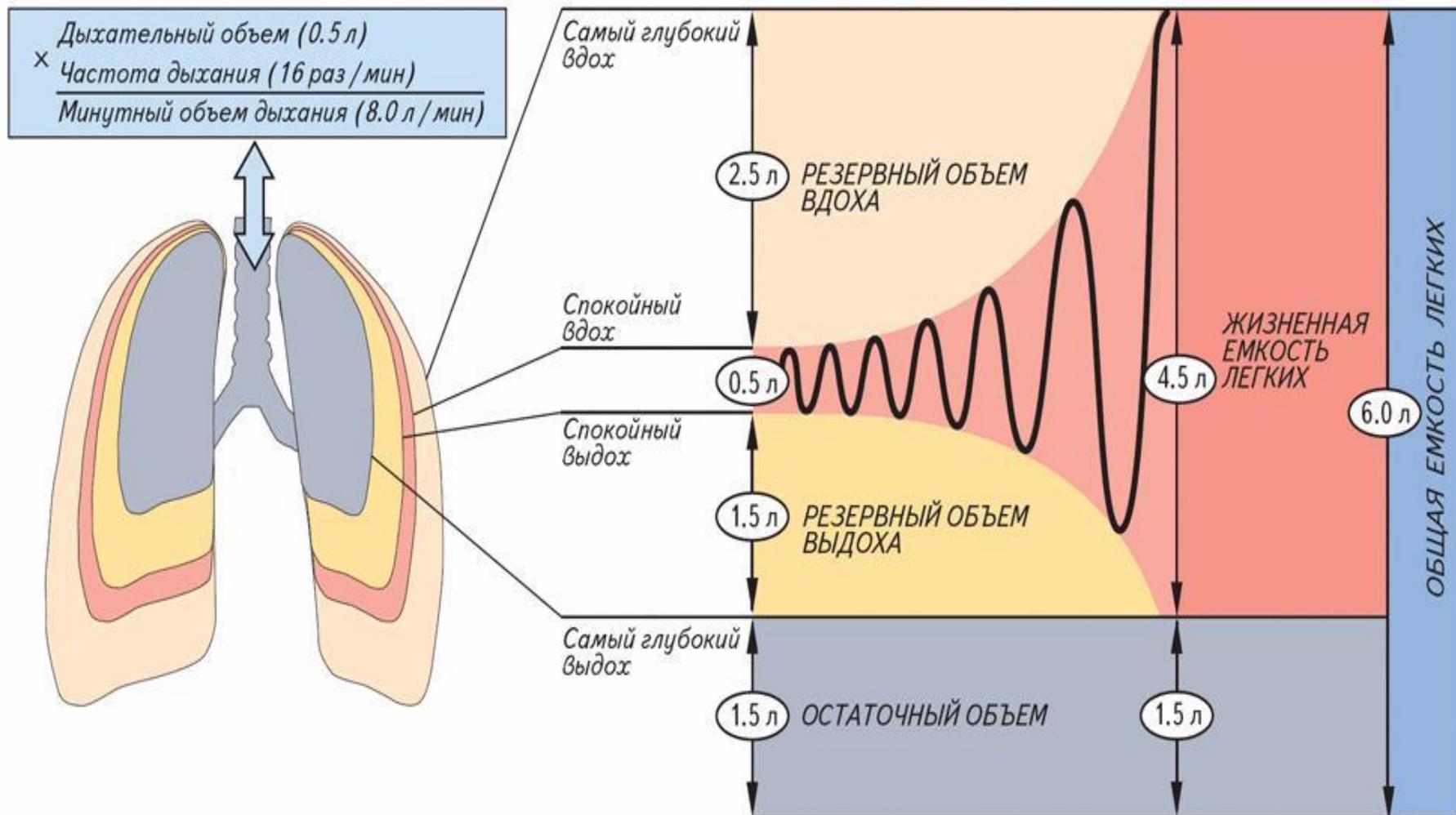
К сведению:

Мы делаем:

- 1000 вдохов в час;
- 24 000 за сутки;
- 9 000 000 – за год.
- около 650 миллионов – на протяжении жизни в среднем

**ЖЕЛ** является показателем «растяжимости» легких и грудной клетки.

# Жизненная емкость легких



# Измерение жизненной емкости легких. (ЖЕЛ)

---

- Обследуемый предварительно 2-3 раза делает глубокий вдох и выдох, а затем, сделав максимальный вдох, плотно берет в рот мундштук спирометра и, зажав свободной рукой нос, равномерно выдыхает воздух до отказа.
- Измерение проводится три раза, учитывается наибольший показатель.
- **ЖЕЛ** зависит от пола, возраста, размеров тела, состояния тренированности.

# Величина ЖЕЛ.



- У мужчин 3,5 – 5,0 л.
- У женщин 2,5 – 4,0 л.
- У спортсменов:
  - мужчин 7,0 л и более,
  - женщин 5,0 л и более.
- При нагрузке может увеличиваться за счет различных механизмов, в частности за счет повышения тонуса мышц, участвующих в акте дыхания.
- ЖЕЛ – измеряется с помощью спирометра.

Существует вычислительный метод определения должной «нормальной» жизненной емкости легких, который заключается в следующем:

---

1. Измерьте свой рост без обуви и массу без одежды (если масса измерена в одежде, то ее следует уменьшить на 2 кг – для мужчин, и 1,5 кг – для женщин, летом эта величина уменьшается примерно в два раза)
2. Полученные значения подставьте в соответствующую формулу, рассчитайте теоретический объем - ЖЕЛ

# Формулы для расчета ЖЕЛ

## (I - способ)

Мальчики 13–16 лет	$\text{ДЖЕЛ}_{\text{л}} = \text{Рост}_{\text{см}} \cdot 0,052 - \text{Возраст}_{\text{лет}} \cdot 0,022 - 4,2$
Девочки 8-16 лет	$\text{ДЖЕЛ}_{\text{л}} = \text{Рост}_{\text{см}} \cdot 0,041 - \text{Возраст}_{\text{лет}} \cdot 0,018 - 3,7$
Взрослые мужчины	$\text{ДЖЕЛ}_{\text{л}} = \text{Рост}_{\text{см}} \cdot 0,052 - \text{Возраст}_{\text{лет}} \cdot 0,022 - 3,6$
Взрослые женщины	$\text{ДЖЕЛ}_{\text{л}} = \text{Рост}_{\text{см}} \cdot 0,041 - \text{Возраст}_{\text{лет}} \cdot 0,018 - 2,68$

# При исследовании деятельности дыхательной системы различают дыхание **внешнее** и **внутренне**.

---

■ Под ним понимают происходящий через легочные капилляры газообмен между кровью и наружным воздухом

■ Под ним понимают процессы, обеспечивающие газообмен между кровью и тканями организма, а также окислительные процессы, идущие в тканях.

# Для изучения дыхания используют такие методики:

---

1. **Пневмография** – запись дыхательных движений (оценка их ритма, частоты, амплитуды).
2. **Спирометрия** – определение объема легочного воздуха.
3. **Измерение газообмена** – определение величины поглощения организмом кислорода и выделения углекислоты, т.е. легочный газообмен.
4. **Оксигемометрия** – определение степени насыщения артериальной крови кислородом, т.е. степени артериализации крови, показателем которой является количество гемоглобина в крови, находящегося там в виде оксигемоглобина.

# Показатели внешнего дыхания:

---

- ритм,
- частота,
- глубина дыхательных движений,
- минутный объем дыхания,
- легочная вентиляция,
- жизненная емкость легких.

Рассмотрим метод спирометрии получения таких данных.

# Классификация объемов легочного воздуха (метод Гутчинсона):

- **Дыхательный воздух** (*дыхательный объем ДО*) – объем воздуха, вдыхаемого и выдыхаемого при нормальных вдохе и выдохе; его величина составляет **300-900 мл**, этот объем является мерой глубины дыхания;
- **Дополнительный воздух** (*резервный объем вдоха,  $PO_{вд}$* ) – объем воздуха, вдыхаемого при максимально глубоком вдохе; его величина составляет **1500-2000 мл**;

# Классификация объемов легочного воздуха (метод Гутчинсона):

- **Резервный воздух** (*резервный объем выдоха*,  $PO_{\text{выд}}$ ) – объем воздуха, выдыхаемого пр максимально глубоком выдохе; его величина составляет **1500-2000 мл**, резервный воздух поддерживает легкие в определенной степени расширения;
- **Остаточный воздух** (*остаточный объем легких*, **ООЛ**) – объем воздуха, остающегося в легких после максимального выдоха. Его объем у здорового мужчины среднего возраста составляет **1000-1500 мл**, возрастая к старости до **2000-2500 мл**.

# Расчетная формула для ЖЕЛ (II - способ)

$$ЖЕЛ = ДО + РО_{вд} + РО_{выд}$$

Общая емкость легкого **ОЕЛ** – характеризует степень анатомического развития органа.

$$ОЕЛ = ЖЕЛ + ООЛ$$

# Расчетная формула для ЖЕЛ (III - способ)

Ориентировочно должные величины ЖЕЛ<sub>мл</sub>  
можно получить

- для мужчин:  $\text{ЖЕЛ}_{\text{мл}} = \text{Рост} \cdot 25$
- для женщин:  $\text{ЖЕЛ}_{\text{мл}} = \text{Рост} \cdot 20$

# Минутный объем дыхания – МОД.

$$МОД = ДО \cdot ЧД$$

где ЧД – частота дыхания

(количество вдохов/выдохов в минуту)

- Частота дыхания у здорового человека варьируется от 8 до 28 циклов в минуту, возрастая при работе до 40.
- При относительном покое взрослый человек совершает примерно 16 дыхательных движений в 1 минуту.

# Процентный состав выдыхаемого воздуха:

---

- Кислорода остается около 16 %
- Количество углекислого газа возрастает до 4 %
- Подсчет дыхательных движений производится путем визуального наблюдения за дыхательными экскурсиями грудной клетки.
- МОД в покое у взрослого человека составляет 5 - 9 л.

# Ударный объем крови – УОК.

$$УОК = 90,97 + (0,54 \cdot (САД - ДАД)) - (0,57 \cdot ДАД) - (0,61 \cdot \text{возраст})$$

**САД** – систолическое артериальное давление

**ДАД** – диастолическое артериальное давление

**УОК** – объем крови, поступающий в аорту при одном сокращении сердца (систоле)

# Минутный объем крови – МОК.

---

$$МОК = УОК \cdot ЧСС$$

**ЧСС** – частота сердечных сокращений (пульс)

**МОК** – количество крови, перекачиваемое сердцем за 1 минуту.

Для взрослого человека приблизительно равен 5 л.