

Физиология дыхания

Внешнее дыхание
(Вентиляция легких)

Структура дыхательной системы.

1. Воздухопроводящая зона
2. Респираторная зона

Воздухопроводящая

зона

Верхние
дыхательные
пути.

носовые ходы,
носоглотка,
полость рта,
придаточные
пазухи
носа

Нижние
дыхательные
пути.

гортань,
трахея,
все бронхи

Функция

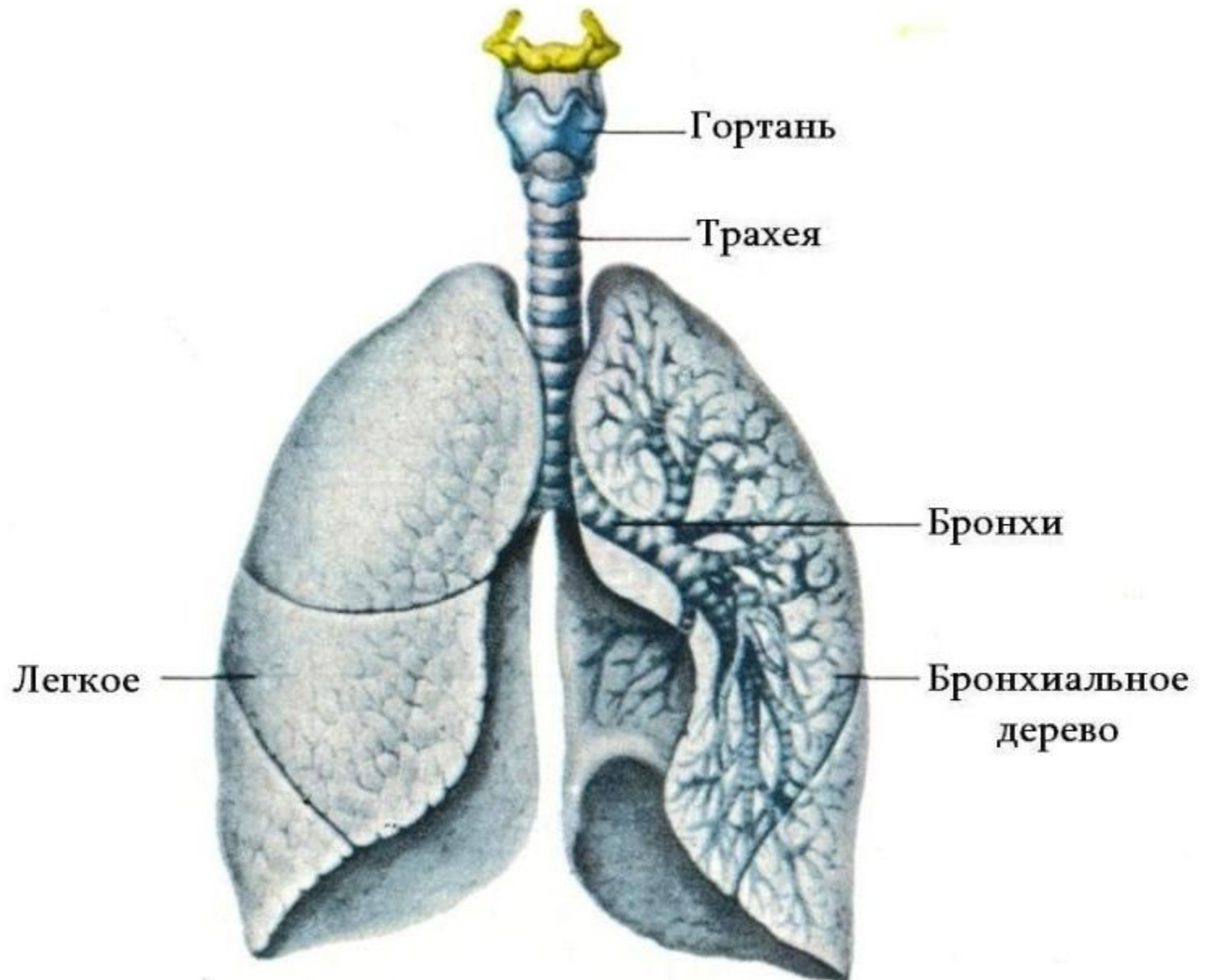
- 1) Увлажнение воздуха до 95-98%)
- 2) Согревание до 31 -32° С
• или охлаждение.
- 3) Очищение.

- Трахея и 16 генераций бронхов – анатомическое мертвое пространство.
- Отсутствует контакт с капиллярами.
- Незначительный газообмен происходит в бронхиолах 17, 18 и 19 генерации.

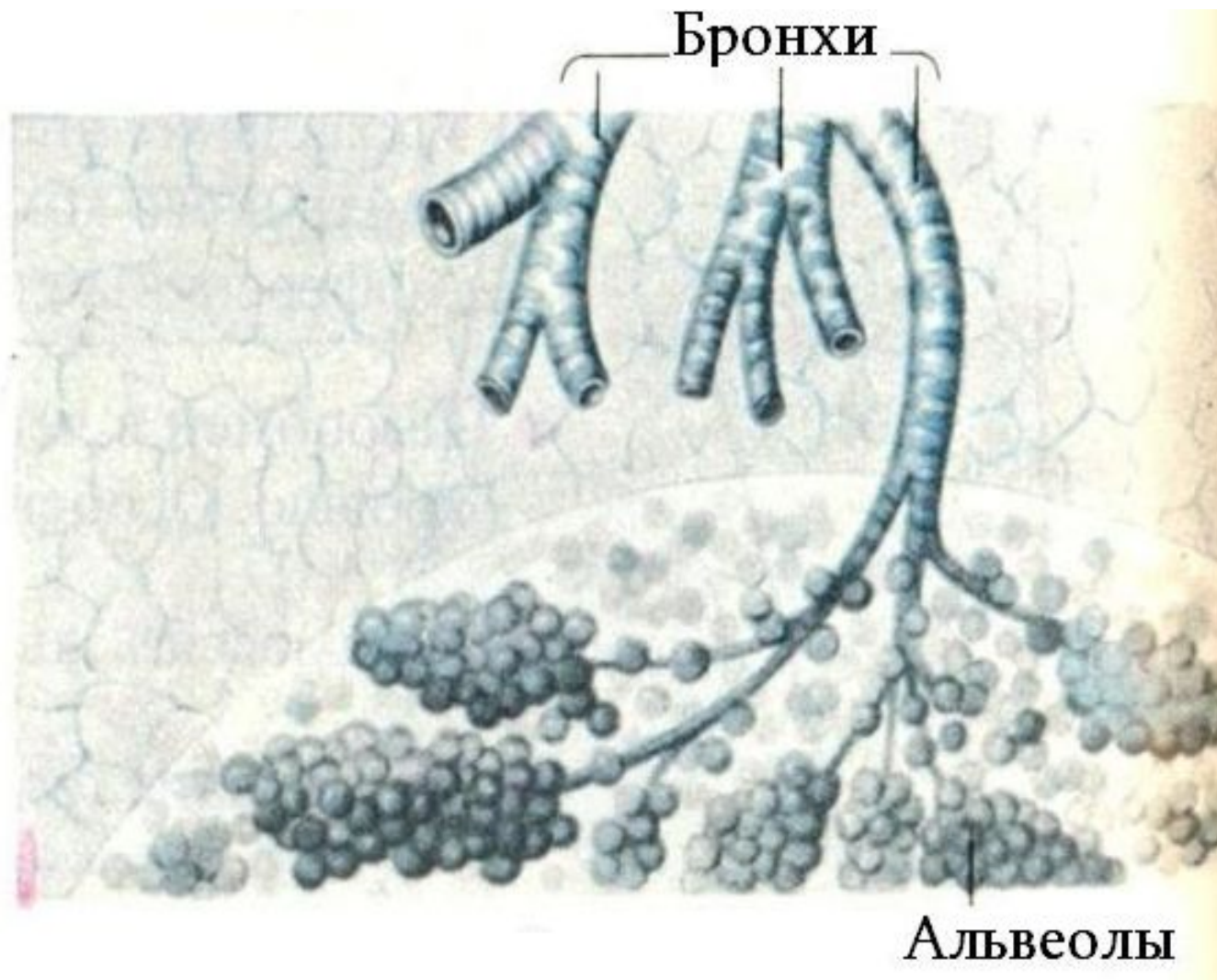
Респираторный отдел

- Последние 4 генерации бронхиол (20, 21, 22, 23)
- являются альвеолярными ходами и альвеолярными мешочками,
- которые переходят в альвеолы.
- Здесь происходит газообмен.

Воздухоносные пути и респираторные отделы



Долька легкого



Значение легких в физиологических процессах

1) Участвуют в регуляции содержания БАВ во внутренней среде организма:

- а) переводят АТ – I в АТ – II;
- б) ингибируют:
- норадреналин на 30%,
- брадикинин на 80%,
- простагландины;

- в) при патологии выделяют:
- серотонин,
- брадикинин,
- гистамин
- и вызывают нежелательные реакции.

2) Защитная функция легких заключается:

- а) в очищении воздуха в воздухоносных путях (60% пыли задерживается в носовых ходах);
- б) в выработке Ig A и выделении его в бронхиальную слизь;

- в) в рефлекторных актах,
- предупреждающие попадание веществ
- в дыхательные пути
- (например, рефлекс ныряльщика,
- задержка дыхания при действии резко пахнущих веществ);

- г) рефлексы изгнания веществ – (кашель, чихание);

- 3) Осуществляют регуляцию ОЦК и АД путем депонирования крови в малом круге кровообращения.
- 4) Легкие участвуют в терморегуляции.

- 5). Поддержание РН крови путем выведения CO_2
- 6) Участвуют в регуляции уровня липидов в крови:
- ГИСТИОЦИТЫ ЛЕГКИХ – ДЕПО ДЛЯ ЛИПИДОВ.

Главная функция легких –
дыхательная.

- Дыхание – совокупность процессов,
- в результате которых происходит потребление O_2 ,
- выделение CO_2
- и преобразование энергии химических веществ
- в биологически полезные формы.

Этапы дыхания

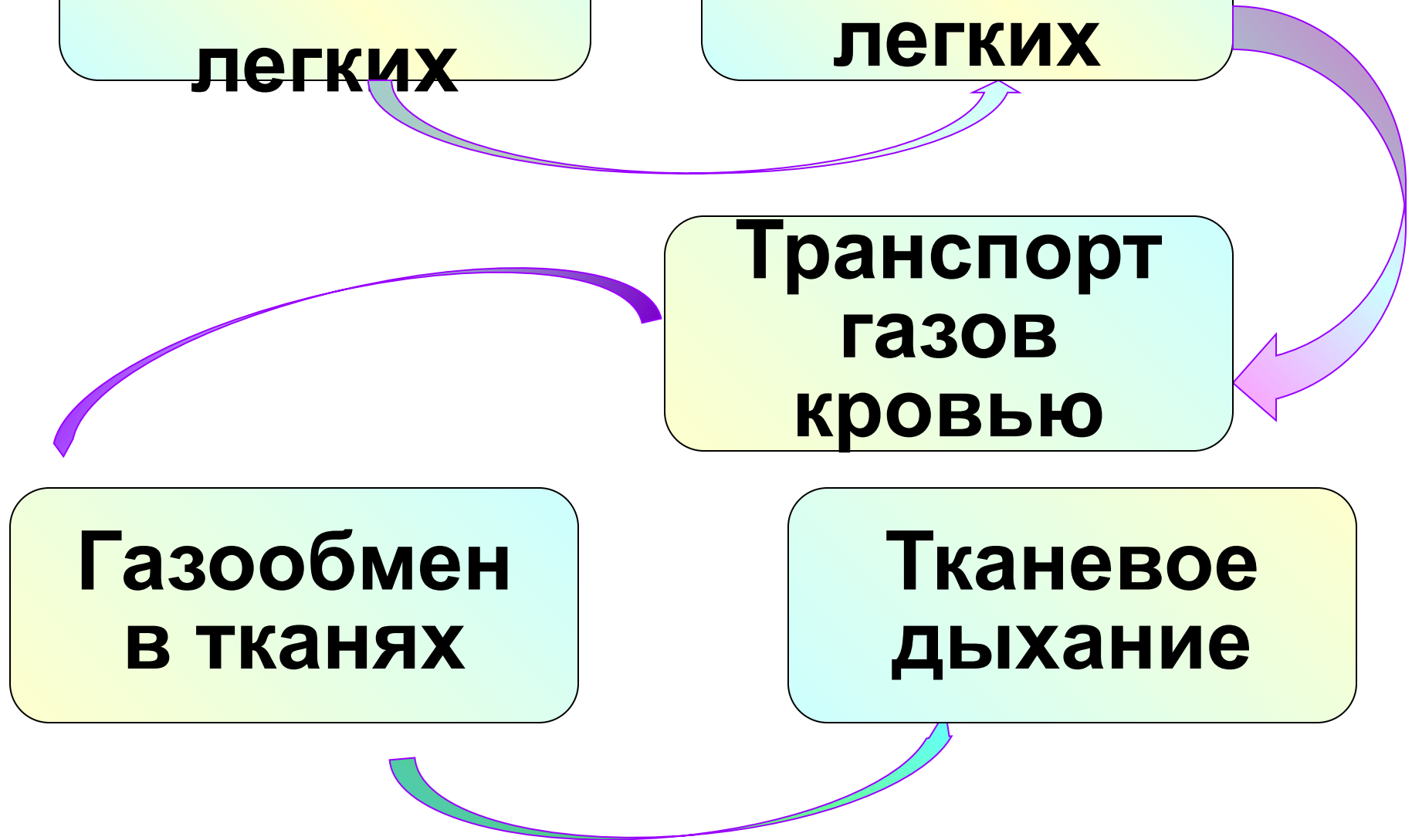
**Вентиляция
я
легких**

**Диффузия
газов в
легких**

**Транспорт
газов
кровью**

**Газообмен
в тканях**

**Тканевое
дыхание**



Вентиляция легких.

- **Вентиляция легких** или внешнее дыхание - это газообмен между альвеолярным и атмосферным воздухом.
- Обеспечивается двумя процессами: **вдохом и выдохом.**

Биомеханика вдоха

- Вдох (инспирация) – активный процесс.
- Осуществляется сокращением наружных межреберных мышц и диафрагмы.
- При вдохе грудная клетка увеличивается в трех направлениях:

1) В вертикальном –

- за счет сокращения диафрагмы и опусканием ее сухожильного центра.
- При этом отодвигаются вниз внутренние органы;

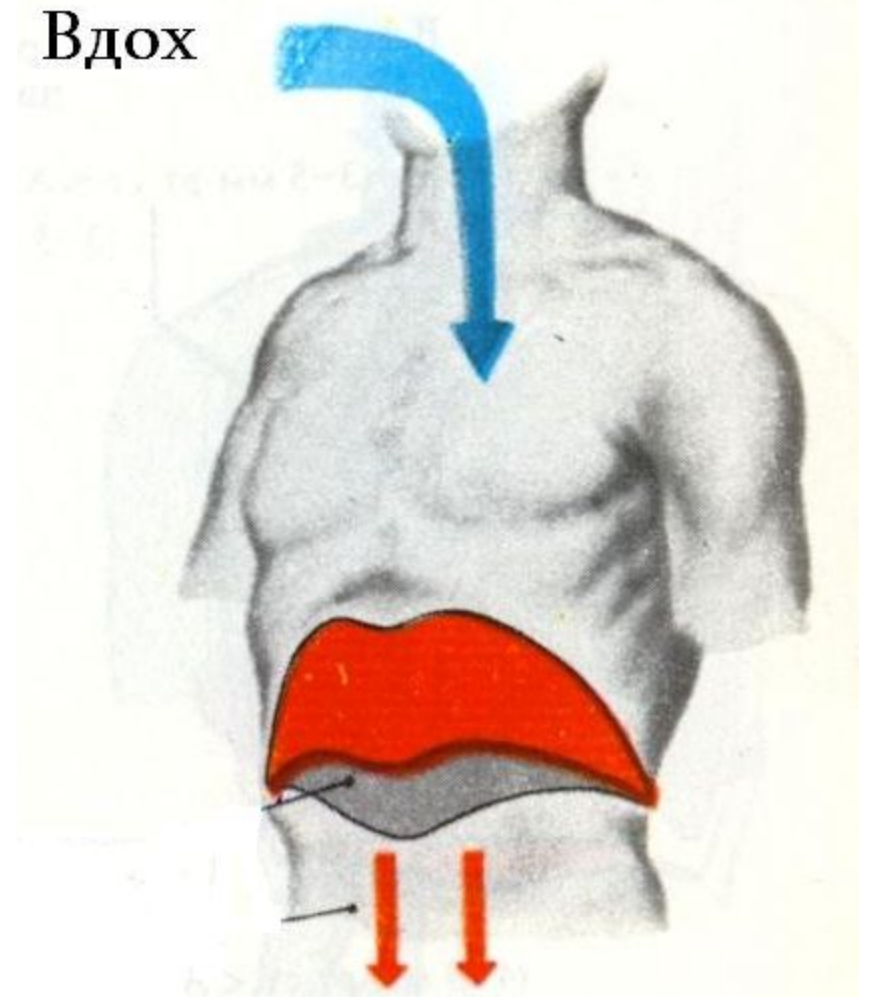
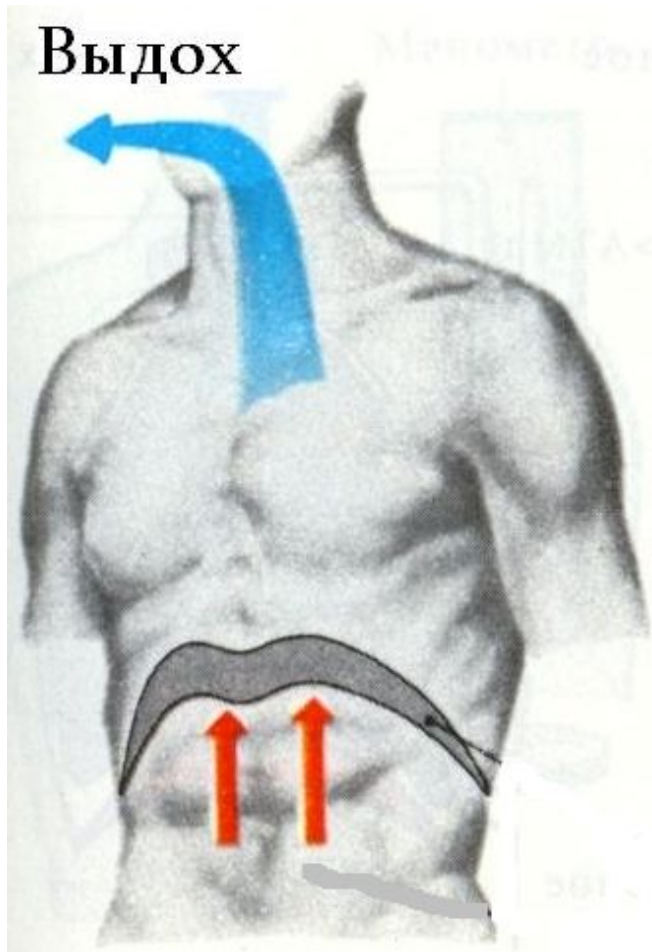
2) в сагиттальном

- связано с сокращением наружных межреберных мышц
- и отходом конца грудины вперед;

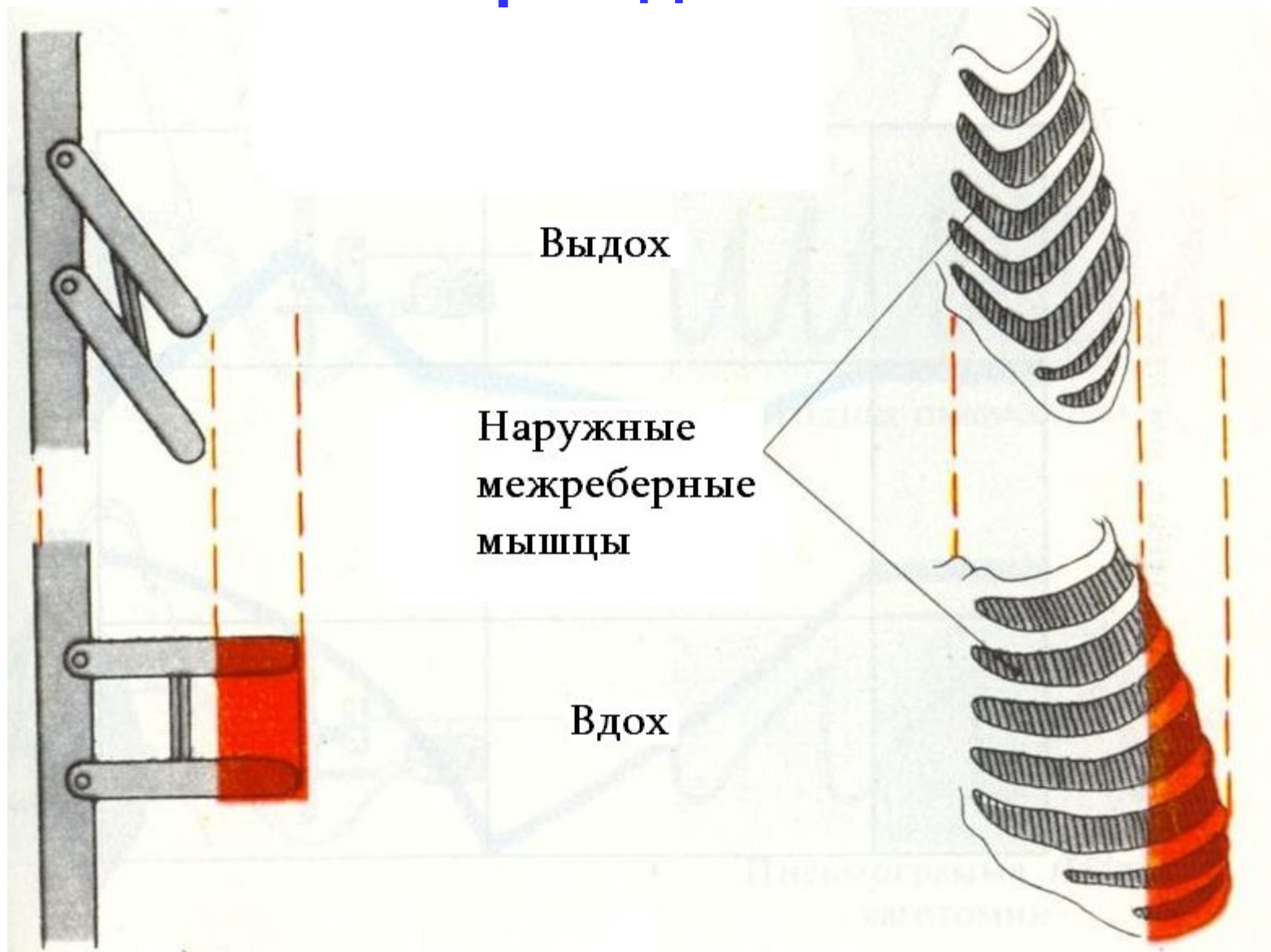
3) во фронтальном

- ребра перемещаются
вверх и наружу
- за счет сокращения
наружных межреберных
- и межхрящевых мышц.

Положение диафрагмы при дыхании



Работа наружных межреберных мышц при вдохе



- При вдохе преодолеваются силы:
- 1) эластического сопротивления мышц и легочной ткани

2) неэластического сопротивления:

- а) силы трения при перемещении ребер,
- б) сопротивление внутренних органов диафрагме,
- в) тяжесть ребер,
- г) сопротивление движению воздуха в бронхах среднего диаметра.

- Величина сопротивления зависит от тонуса бронхиальных мышц.
- В норме составляет 10–20 мм рт. ст. у взрослых, здоровых людей.
- Может увеличиться до 100 мм при бронхоспазме, гипоксии.

Форсированный вдох.

- 1) Обеспечивается усиленным сокращением
- инспираторных мышц
- (наружных межреберных и диафрагмы).

2) Сокращением вспомогательных мышц:

- а) разгибающих грудной
отдел позвоночника**
- и фиксирующих и
отводящих**
- плечевой пояс назад,**

б) поднимающих ребра :

- трапециевидной,
- ромбовидной,
- поднимающей лопатку,
- малых и больших грудных,
- передних зубчатых мышц;

Давление в плевральной щели

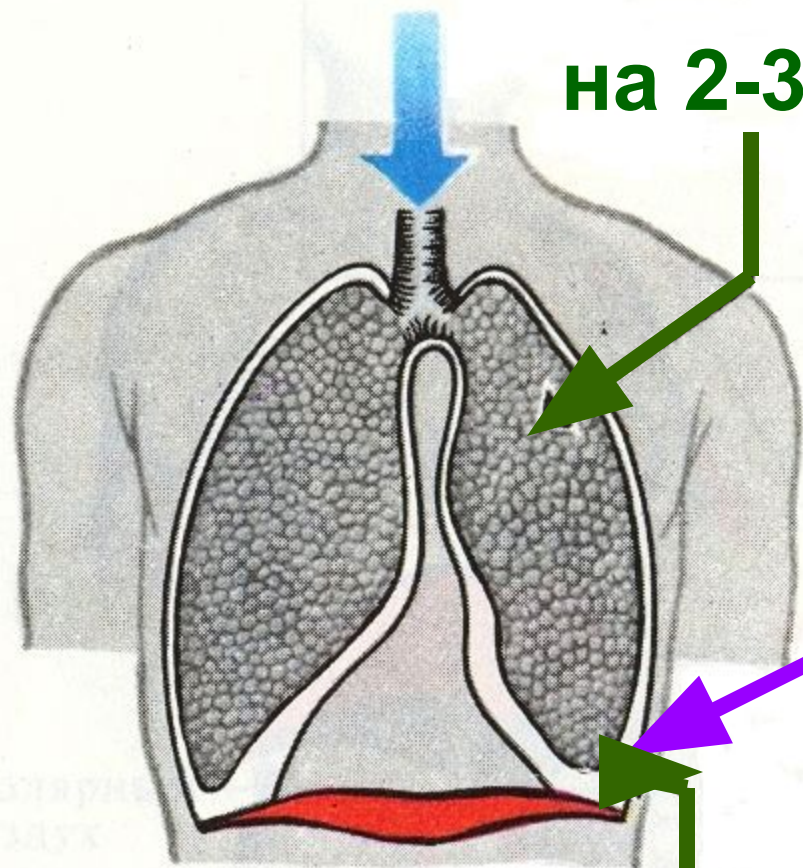
**Это отрицательное
давление
(т. е. ниже атмосферного).**

- При вдохе увеличивается объем грудной клетки, давление в плевральной щели
- с - 6 мм рт. ст. увеличивается до – 9,
- а при глубоком вдохе – до 15 – 20мм рт. ст.

- При этом легкие пассивно расправляются,
- давление в них становится на 2 – 3мм ниже атмосферного
- и воздух поступает в легкие.
- Происходит вдох.

Вдох

Внутрилегочное давление



на 2-3 мм рт. ст. ниже Атм.

Внутриплевральное
давление

на 6-9 мм рт. ст. ниже Атм.

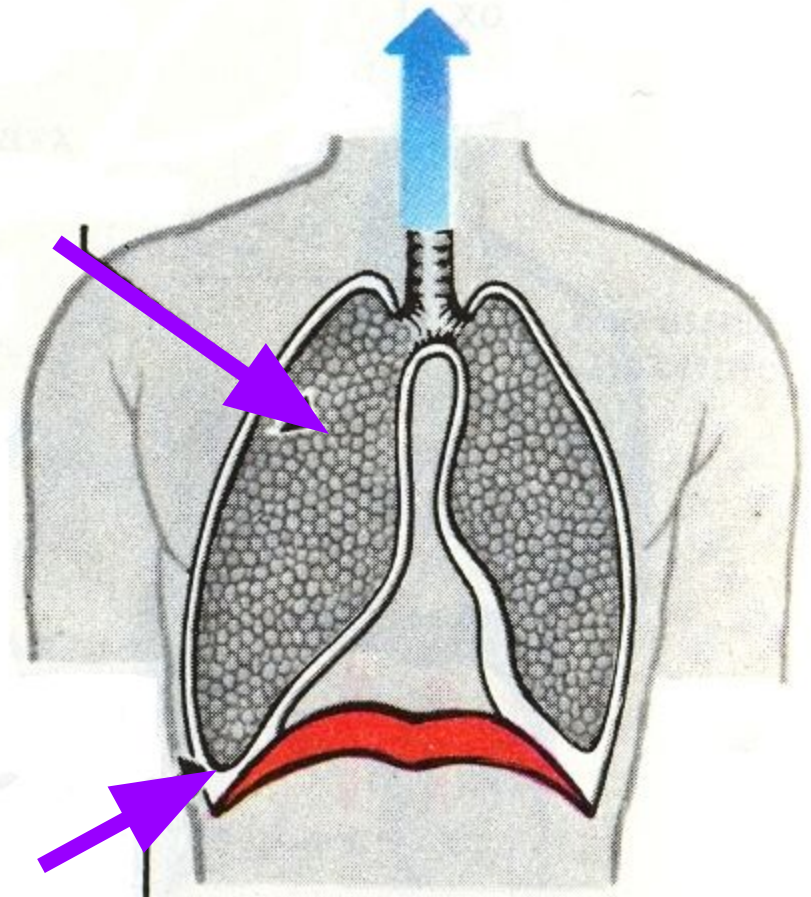
Биомеханика выдоха.

- **Пассивный процесс.**
- **Осуществляется за счет потенциальной энергии,**
- **накопленной при вдохе.**
- **Когда вдох окончен,**
- **дыхательные мышцы расслабляются.**
- **Под влиянием силы тяжести ребра опускаются.**

- Внутренние органы, сдавленные при вдохе, возвращают диафрагму на место.
- Объем грудной клетки уменьшается. Легкие сжимаются.
- Давление в легких становится на 3 – 4мм выше атмосферного.
- Происходит пассивный выдох.

Выдох

Внутрилегочное
давление
на 3-5 мм рт.ст.
выше Атм.

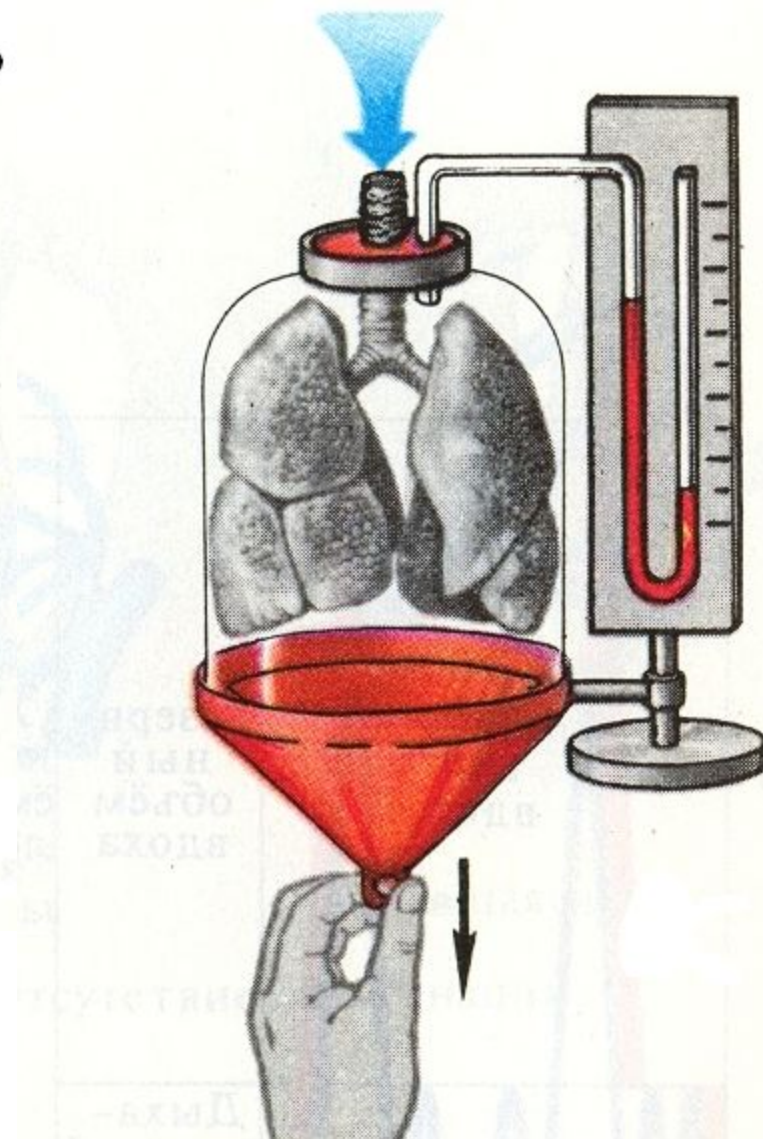


Внутриплевральное давление
на 2-4 мм рт. ст. ниже Атм.

Форсированный выдох

- Обеспечивается сокращением:
- внутренних межреберные МЫШЦЫ,
- МЫШЦ, сгибающих ПОЗВОНОЧНИК,
- МЫШЦ ЖИВОТА.

**Модель механизма
экскурсии легких (опыт
Дондерса)**



Роль сурфактанта.

- Это фосфолипидное вещество,
- вырабатываемое гранулярными пневмоцитами.
- Стимулом к его выработке являются глубокие вздохи.

- **Во время вдоха сурфактант**
- **распределяется по поверхности альвеол**
- **пленкой толщиной 10 – 20 МКМ.**

- Во время выдоха сурфактант препятствует спаданию альвеол (ателектазу),
- так как уменьшает силы поверхностного натяжения слоя жидкости, выстилающей альвеолы.
- На вдохе –увеличивает их.

Пневмоторакс

- – попадание воздуха в плевральную щель.
- В зависимости от вида пневмоторакса
- отрицательное давление в плевральной щели снижается или исчезает.
- Легкие при этом спадаются частично или полностью.

Виды пневмоторакса.

- - ОТКРЫТЫЙ;
- - ЗАКРЫТЫЙ;
- - ОДНОСТОРОННИЙ;
- - ДВУХСТОРОННИЙ.

Типы дыхания

- **Грудной тип** –
- преимущественно за счет
- наружных межреберных мышц (у женщин).
- **Брюшной тип** –
- преимущественно за счет
- диафрагмы (у мужчин).

- Эффективнее **брюшной**
ТИП дыхания,
- так как при этом
повышается
- внутрибрюшное
давление,
- что способствует
увеличению венозного
возврата крови к сердцу.

Первичные легочные объемы

1. Дыхательный объем (ДО).

- Количество воздуха,
- которое можно вдохнуть и выдохнуть
- при спокойном дыхании
- (300 – 800 мл.)

2. Резервный объем вдоха (РОВд).

- Количество воздуха,
- которое можно вдохнуть
- после спокойного вдоха
- до Зл.

3. Резервный объем выдоха (РОВЫД).

- Количество воздуха,
- которое можно выдохнуть
- после спокойного выдоха
- (до 1,5л).

Остаточный объем (ОО).

- **Количество воздуха,**
- **которое остается в легких**
- **после самого глубокого выдоха (1,0 – 1,2 л.)**

Остаточный объем



Минимальный
200 мл

Коллапсный
800 - 100мл

Легочные емкости

1. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)

- $\text{ЖЕЛ} = \text{ДО} + \text{РОВд} + \text{РОВыд}$
- (от 2,8 л. до 5,0 л.)

2. Должная жизненная емкость легких (ДЖЕЛ)

- зависит от роста, возраста и пола.
- Расхождения ЖЕЛ и ДЖЕЛ
- должны находиться
- в пределах $\pm 10\%$.

Альвеолярный объем

- или функциональная остаточная емкость легких (ФОЕ).
- $ФОЕ = РОВ_{\text{выд}} + ОО$.
- ФОЕ при расчетах принимают равной 2,5 л

Показатели вентиляции легких

Минутный объем дыхания (МОД)

- $1. \text{МОД} = \text{ЧД} \cdot \text{ДО}$
- $\text{ЧД} = 12 - 18 / \text{мин}, (16)$
- $\text{ДО} = 300 - 800 \text{ мл} (500)$
- $\text{МОД} \approx 8 \text{ л}$

Минутная альвеолярная вентиляция (МАВ)

- Это количество воздуха,
- которое доходит до альвеол
- за минуту.
- $МАВ = (ДО - АМП) \cdot ЧД$
- $МАВ = (500 - 150) \cdot 16 = 5,6 \text{ л}$

Коэффициент альвеолярной вентиляции (КАВ)

- Второе название
коэффициент вентиляции
легких (КВЛ)

$$\text{КВЛ} = \frac{\text{ДО} - \text{АМП}}{\text{(РОВЫД} = + \text{ОО)}}$$

- В норме КВЛ = 1/7 альвеолярного объема

- **Наиболее эффективным**
- **является глубокое**
- **и редкое дыхание**

Изменение вентиляции легких

Гипервентиляция

- – увеличение коэффициента вентиляции легких
- при глубоком дыхании.
- Это приводит к повышению парциального давления O_2 в альвеолярном воздухе.

- **Но смысла в этом особого нет,**
- **т.к. и при нормальном дыхании**
- **гемоглобин насыщен кислородом на 98%.**

- Суть гипервентиляции-
- вымывание из крови CO_2 ,
- что приводит к задержке вдоха

Гиповентиляция

- Возникает при снижении:
- **ДО и ЧД;**
- количества вентилируемых альвеол (при болезнях дыхательной системы);
- при уменьшении легочного кровотока (болезни системы кровообращения).

- Гиповентиляция ведет
- к задержке CO_2 в организме
- и респираторному алкалозу.

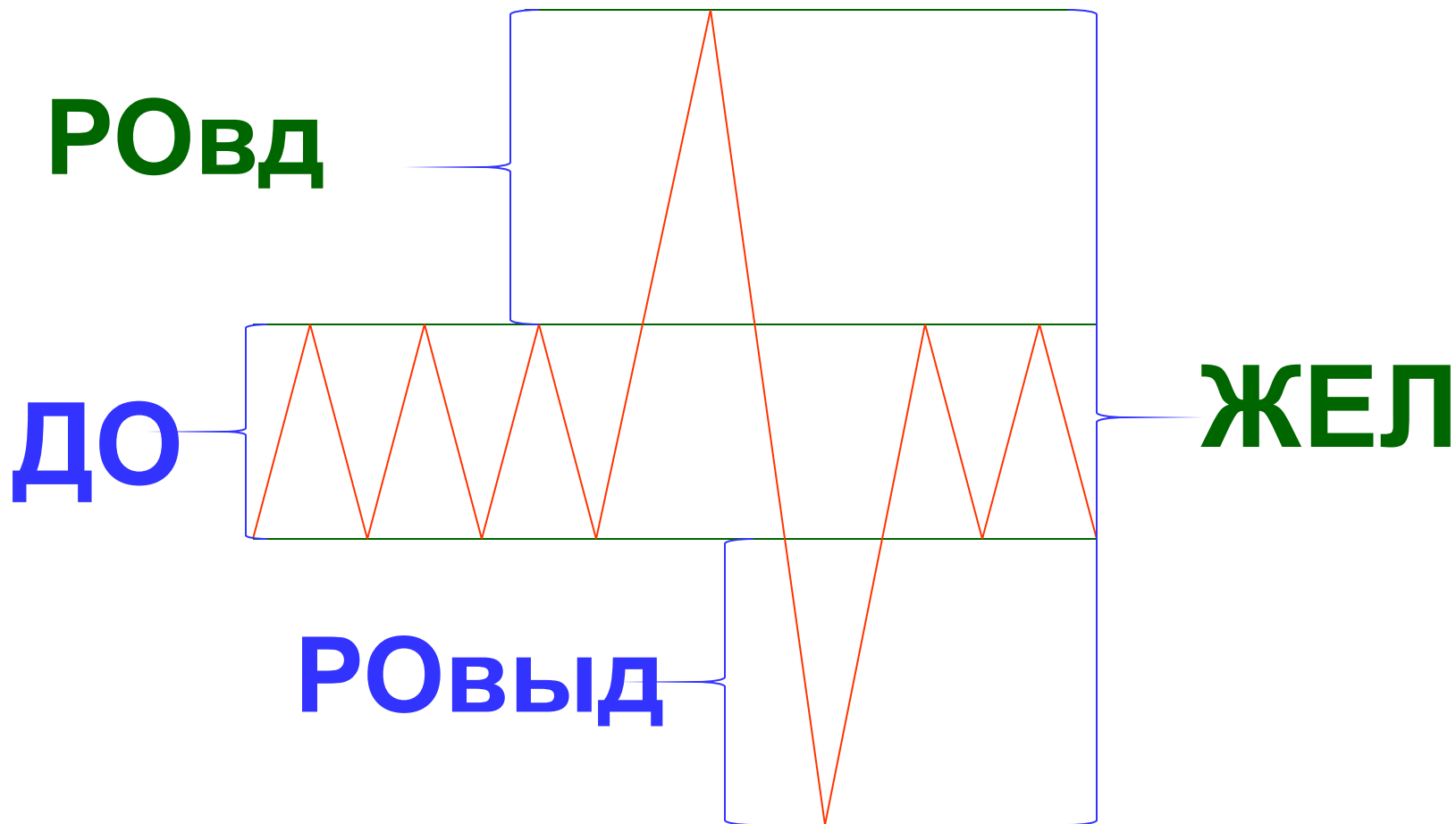
Методы оценки вентиляции легких

- **1. Спирометрия** - позволяет измерить легочные объемы и емкости.
- Для этого используют водяные и суховоздушные спирометры

2. Спирография

- - позволяет записать
- дыхательные движения
- и измерить легочные объемы и емкости
- при различных условиях.

Спирограмма



Дыхательные пробы

- 1. Объем форсированного выдоха (ОФВ)
- (тест Тиффно).

- Это объем воздуха,
- удаляемого из легких
- за единицу времени
- (обычно за одну секунду)
- при форсированном выдохе.

- Служит хорошим показателем
- обструктивных нарушений
- вентиляции легких,
- которые обусловлены сужением воздухоносных путей
- и повышением их аэродинамического сопротивления.

2. Определение максимальной вентиляции легких (МВЛ).

- Это объем воздуха,
- проходящий через легкие
- за определенный промежуток времени
- при дыхании с максимально возможной
- частотой и глубиной.

- Отражает резервы дыхательной системы.
- МВЛ зависит от возраста, пола и размеров тела.
- В норме у молодых мужчин она составляет 120 – 170 л/мин

Коррекция легочной вентиляции

- Искусственное дыхание.
- Гипербарическая оксигенация.
- Это насыщение крови кислородом
- при повышенном его давлении.

