

# Анатомия и физиология человека

Учебный модуль VII. Внутренние органы

Тема 4. Процесс дыхания

Преподаватель Соколова Е.А.

# II. ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

## 1. Этапы дыхательной функции

- Процесс дыхания имеет этапы:
  - **внешнее** или лёгочное дыхание
  - **газообмен** между альвеолярным воздухом и кровью лёгочных капилляров
  - **транспорт** газов кровью
  - **внутреннее** дыхание – газообмен между кровью и тканями

- Внешнее дыхание осуществляется благодаря **аппарату внешнего дыхания**, главная функция которого: обеспечение организма кислородом и освобождение его от углекислого газа

- **Аппарат внешнего дыхания:**

- дыхательные пути
- лёгкие
- плевра
- скелет грудной клетки
- мышцы грудной клетк
- диафрагма

• **Дыхательный цикл.** Дыхательный цикл состоит :

• из вдоха

• выдоха

• дыхательной паузы

• Длительность **вдоха** у взрослого человека с оставляет 0,9-4,7с

• Длительность **выдоха** 1,2-6с

• Дыхательная **пауза** – непостоянна и может отсутствовать

- Важным показателем внешнего дыхания является **ритм и частота** дыхательных движений грудной клетки в минуту
- **Частота дыхательных** движений составляет 12-18 в минуту
- У детей внешнее дыхание чаще
- **Вдох** (инспирация) происходит вследствие **увеличения объёма грудной** клетки

- Изменение размеров грудной клетки происходит благодаря **сокращению дыхательных мышц** (межрёберных, диафрагмы), под действием **импульсов дыхательного центра**
- **Есть вспомогательные мышцы вдоха:**
  - **большие и малые грудные**
  - **лестничные**
  - **грудино-ключично-сосцевидные**
  - **передние зубчатые**

- Существуют типы дыхания:

- **грудное** (рёберное)- преобладает у женщин

- **брюшное** (диафрагмальное)- преобладает у мужчин

- При вдохе:

- **лёгкие** пассивно следуют за расширяющейся грудной клеткой

- **давление** в лёгких **снижается** (на 2 мм рт. ст. ниже атмосферного)

- **увеличивается объём** плевральной полости

- **давление** в плевральной полости уменьшилось и становится **отрицательным** (на 9 мм рт. ст. ниже атмосферного)

- **в лёгкие** поступает **воздух**

- **во время вдоха** преодолевается эластическая тяга **лёгких**

- давление в плевральной полости уменьшилось и становится отрицательным (на 9 мм рт. ст. ниже атмосферного)**
- в лёгкие поступает воздух**
- во время вдоха преодолевается эластическая тяга лёгких**
- На высоте вдоха расширенные альвеолы полностью заполняются воздухом**



- **При выдохе** (экспирация):

- расслабляются **внешние межрёберные** мышцы

- рёбра **опускаются**

- **поднимается** купол диафрагмы

- грудная клетка **возвращается в своё положение**

- **лёгкие** уменьшают объём

- **Вспомогательными мышцами выдоха** являются

- **мышцы живота**

- В начале выдоха **давление в лёгких становится на 3-4 мм рт.ст., а это выше атмосферного**
- Это **обеспечивает выдох** воздуха из лёгких в окружающую среду
- Уменьшение объёма лёгких **помогает их эластическая тяга**

## **2.Лёгочные объёмы и вентиляция**

- **Объём лёгких определяется приборами-спирометром и спирографом**
- **Этот метод регистрирует объём лёгких графически**
- **В состоянии покоя человек вдыхает и выдыхает около 500мл воздуха**
- **Причём не весь этот объём достигает альвеол**

- **Часть этого воздуха -140мл, остаётся в дыхательных путях**
- **После спокойного вдоха человек может вдохнуть ещё 1500-2000мл – это резервный объём вдоха лёгких**
- **После спокойного выдоха – выдохнуть ещё 1500мл воздуха – резервный объём выдоха лёгких**
- **Совокупность дыхательных объёмов, резервных объёмов выдоха и вдоха – это Жизненная ёмкость лёгких - в среднем 4000-5000мл**

- **После максимально глубокого выдоха в лёгких остаётся 1000-1500мл воздуха – это остаточный объём**
- **Общая ёмкость лёгких состоит из жизненной ёмкости лёгких и остаточного объёма воздуха**
- **В покое частота дыхательных движений человека составляет 16-20 в минуту, а дыхательный объём лёгких - 0,5л**

- **Количество воздуха, который обменивается в минуту - это лёгочная вентиляция**
- **У взрослого человека составляет в покое – 6-8 л/мин, при тяжёлой физической работе – 120-150 л/мин**
- **Существуют разные виды вентиляции:**
  - **гипервентиляция** - усиленная вентиляция
  - **гиповентиляция** - - пониженная вентиляция

- **повышенная вентиляция** – любое увеличение альвеолярной вентиляции

- **гиперпноэ** – увеличение глубины дыхания

- **тахипноэ** -увеличение частоты дыхания

- **апноэ** – остановка дыхания

- **Человек дышит атмосферным воздухом:**

- 20, 94% кислорода

- 0,03% углекислого газа

- 79.03% азота

- **В выдыхаемом воздухе:**

- 16.3% кислорода

- 4% углекислого газа

- 79,7% азота



- **Выдыхаемый воздух по составу не постоянен, зависит от интенсивности обмена веществ**
- **В альвеолах происходит обмен газов между воздухом и кровью, при этом в кровь диффундирует кислород, а из крови – углекислый газ**
- **В результате в альвеолах уменьшается количество кислорода и возрастает количество углекислого газа**

- В альвеолярном воздухе:
  - 14,2 – 14,5% кислорода
  - 5,2 - 5,7% углекислого газа
  - 79,7 – 80% азота
  
- **В дыхательных путях газообмена не происходит, и состав воздуха не меняется**

### **3.Газообмен и транспорт газов.**

- Газообмен в лёгких.**
- Газообмен между альвеолярным воздухом и кровью лёгочных капилляров происходит вследствие разницы парциального давления:**
  - **кислорода и углекислого газа в альвеолах**
  - **напряжения этих газов в крови**
- Парциальное давление* – это часть общего давления в смеси газов, которое приходится на долю конкретного газа**

- Парциальное давление газа в жидкости называют ***напряжением***
- Парциальное давление кислорода ***в альвеолярном воздухе превышает*** таковое в крови ***лёгочных капилляров*** – поэтому кислород ***диффундирует*** в капилляры
- ***Углекислый газ диффундирует*** в альвеолы, в сторону ***меньшего давления***, т.к. напряжение углекислого газа в крови капилляров больше, чем в альвеолах

- Важно знать, что диффузия углекислого газа через стенки альвеол в 20-25 раз выше скорости диффузии кислорода
- Поэтому обмен углекислого газа происходит **полно**, а кислорода – **частично**
- Таким образом, **парциальное давление кислорода** в крови, **оттекающей от лёгких**, на 6 мм.рт.ст. меньше, чем в **альвеолярном воздухе**

- **Транспорт газов.**
- Этот процесс осуществляется кровью
- Транспорт газов обеспечивается **разностью парциального** давления (напряжения) газов по пути их следования:
  - кислорода - от **лёгких** к тканям
  - углекислого газа – от **клеток** к **лёгким**
- Кислород **плохо растворим** в плазме крови, поэтому основную роль в его транспорте выполняет **гемоглобин эритроцитов**

- **Углекислый газ** транспортируется к лёгким в растворённом виде – угольной кислоты, бикарбоната натрия, бикарбоната калия
- Только 25-30%  $\text{CO}_2$  соединяется с гемоглобином эритроцитов
- Таким образом, при транспорте  $\frac{2}{3}$  - $\text{CO}_2$  находятся в плазме крови и  $\frac{1}{3}$  - в эритроцитах (соединение с гемоглобином)

- **Газообмен между кровью и тканями.**
- **Пониженное парциальное давление кислорода в тканях и высокое парциальное давление кислорода в атмосферном воздухе, обеспечивает проникновение кислорода в ткани организма**
- **А вот с углекислым газом всё наоборот**
- **В тканях парциальное давление углекислого газа – высокое, а в атмосферном воздухе – низкое, что обеспечивает активное удаление углекислого газа из тканей**



- **На интенсивность газообмена влияют:**
  - кислотность среды
  - температура тела человека
  - скорость кровотока
- **Чем интенсивнее обмен веществ в ткани, тем плотнее в ней сеть кровеносных капилляров**
- **Потребность органов в кислороде очень отличается:**
  - в миокарде и коре больших полушарий, печени и почках - **очень велика**
  - в мышцах и белом веществе головного мозга - **уменьшена**

- В мышцах существуют небольшие запасы ***миоглобина***, что является депо кислорода, и используется *миокардом*
- Такого кислорода мало и **необходимо глубина и частота дыхания**, чтобы было **оптимальное содержания  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$  в альвеолярном воздухе и крови лёгочных капилляров**
- **Гипоксия** - *снижение* парциального давления кислорода в тканях
- **Аноксия** – состояние, при котором парциальное давление кислорода в ткани *равно нулю*

- **Снабжение** тканей кислородом и **удаление** углекислого газа обеспечивается:
  - **кровеносной** системой
  - **сердечно-сосудистой** системой
  - **дыхательной** системой

## 4. Дыхательный центр и регуляция дыхания

- Регуляция процесса дыхания осуществляется элементами **спинного и головного мозга** (продолговатый мозг, мост, гипоталамус, кора больших полушарий)
- Ведущая роль принадлежит **продолговатому мозгу** – он включает
  - ***центр вдоха*** (инспираторные нейроны)
  - ***центр выдоха*** (экспираторные нейроны)
- Здесь располагаются нейроны обеспечивающие **ритмичность вдоха и выдоха и автоматизм работы центра**

- **Автоматизм изменяться в зависимости:**
  - от гуморальных факторов
  - нервных импульсов, поступающих по центростремительным нейронам
  - от вышестоящих отделов
- **Регулируют дыхание как гуморальные, так и рефлекторные механизмы, и нервные импульсы из вышестоящих отделов головного мозга**

- **Гуморальные механизмы.**

- Специфический регулятор – ***углекислый газ***, непосредственно возбуждает инспираторные клетки дыхательного центра

- В области сонных синусов и дуги аорты находятся **хеморецепторы**, которые реагируют на **концентрацию углекислого газа в крови**

- **Избыток** углекислого газа в крови вызывает **одышку**

- **Недостаток** в крови **кислорода** – углубляет дыхание

- **Повышение напряжения кислорода** в крови – **тормозит** работу центра

- **Рефлекторные механизмы.**

- Существуют **постоянные и непостоянные рефлекторные влияния на функцию дыхательного центра**

- **Постоянные рефлекторные влияния возникают в результате раздражения рецепторов:**

- альвеол корня лёгкого

- плевры

- хеморецепторов дуги аорты

- хеморецепторов сонных синусов

- **Непостоянные** рефлекторные влияния на активность дыхательных нейронов связаны с возбуждением разнообразных экстерорецепторов и интерорецепторов
- При этом вызывается - задержка дыхания, чихание, кашель, спазм



# Уровни регуляции процесса дыхания

- I уровень – СПИННОЙ МОЗГ

- Здесь расположены:

- центры диафрагмальных нервов

- центры межрёберных нервов

- Эти центры обуславливают **сокращение дыхательных мышц**, но не обеспечивают ритмическую смену фаз дыхательного аппарата

- **IIуровнь – продолговатый мозг.**
- Здесь находится дыхательный центр, который перерабатывает **разнообразные афферентные импульсы**, идущие:
  - от дыхательного аппарата
  - основных рефлексогенных сосудистых зон
- Этот **уровень** регуляции **обеспечивает**:
  - ритмическую смену фаз дыхания
  - активность спинномозговых двигательных нейронов, иннервирующих дыхательные мышцы

- **III уровень – верхние отделы головного мозга и корковые нейроны**
- Этот уровень регуляции **обеспечивает адекватное приспособление системы органов дыхания к изменяющимся условиям окружающей среды**

# Домашняя работа

- 1. Хорошо знать т.3 и 4
- 2. Подготовиться к лабораторной раб, и семинару по Т.3 и Т.4.