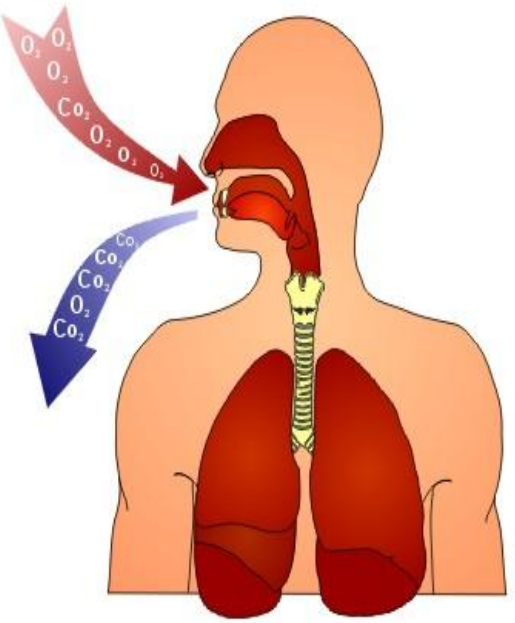
МЕДИЦИНСКИЙ КОЛЛЕДЖ
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»

6.3. Физиология дыхания

Крючкова Татьяна Сергеевна

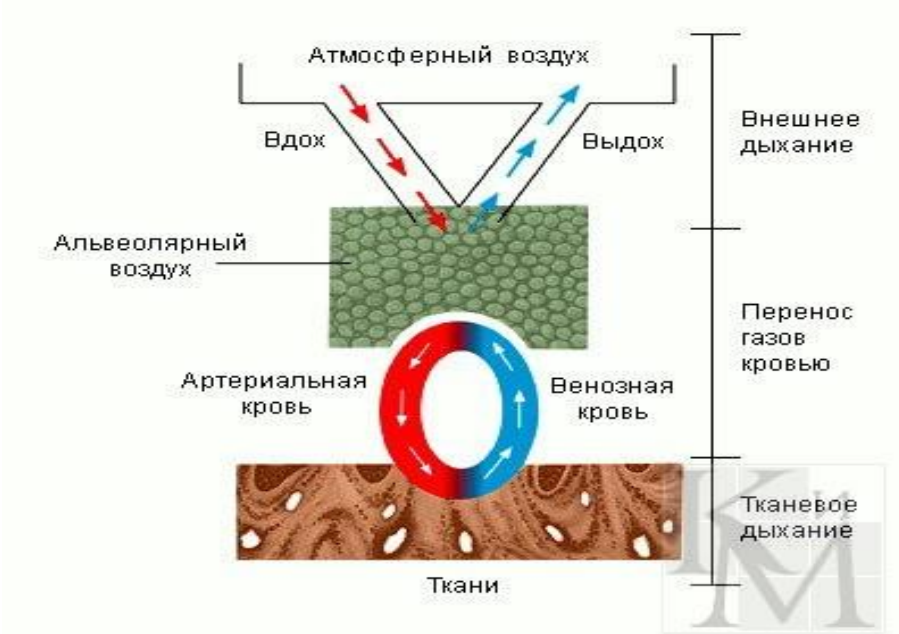
2020 г.

Дыхание – это жизненно необходимый процесс постоянного обмена газами между организмом и окружающей его средой.



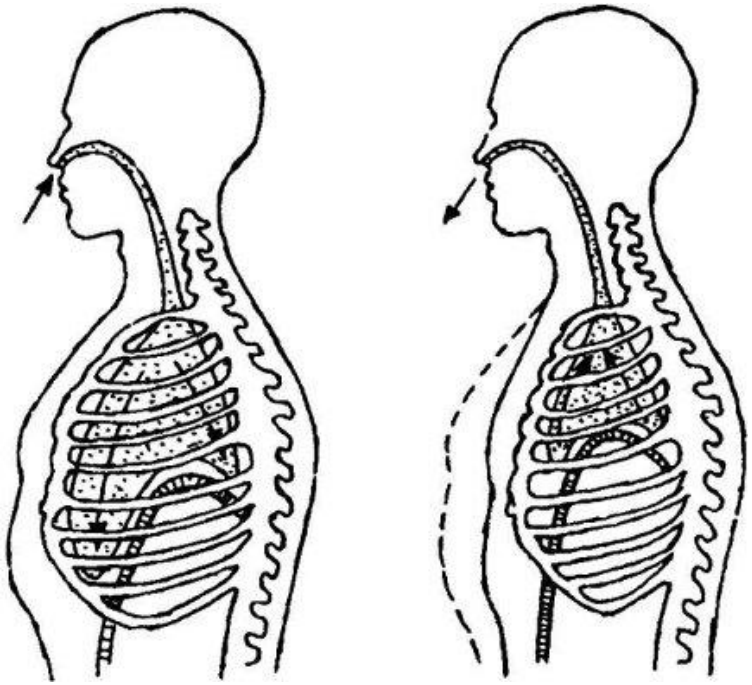
Этапы дыхания.

- **1.Внешнее (легочное) дыхание -** газообмен между легкими и окружающей средой.
- **2.Транспорт газов кровью -** перенос кислорода к тканям и углекислого газа от них.
- **3.Внутреннее, или тканевое, дыхание -** газообмен между тканями и кровью.



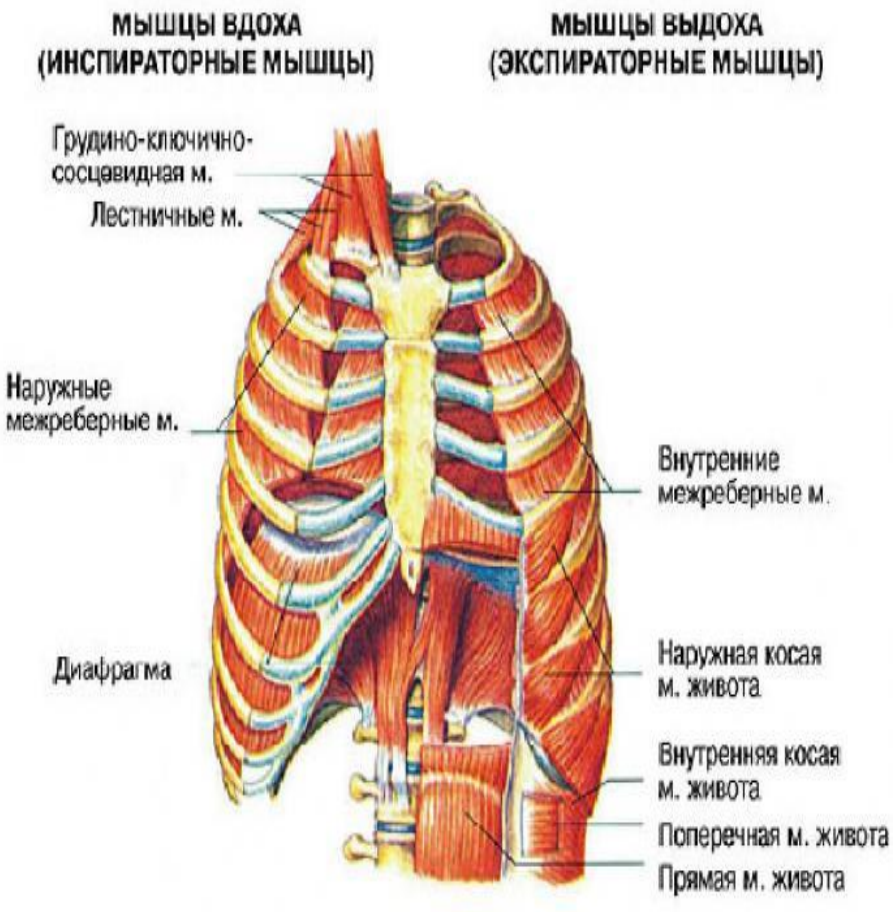
Дыхательный цикл состоит из *3 фаз*:

1. **Вдох (инспирация),** *осуществляется вследствие увеличения объёма грудной клетки за счёт сокращения дыхательных мышц.*
   Продолжительность 0,9-4,7 с.
2. **Выдох (экспирация),** *осуществляется в результате расслабления наружных межрёберных мышц и поднятия купола диафрагмы.*
   Продолжительность 1,2-6 с.
3. **Дыхательная пауза** - *непостоянный компонент и может отсутствовать при изменении частоты и продолжительности фаз дыхательного цикла.*



Дыхательные движения

Вдох и выдох осуществляется дыхательным аппаратом. Активная роль в акте вдоха и выдоха принадлежит дыхательным мышцам: межрёберные и диафрагма. Движение грудной клетки обеспечивает вентиляцию легких, наполнение их атмосферным воздухом (вдох, инспирация) и изгнание из легких атмосферного воздуха (выдох, экспирация).



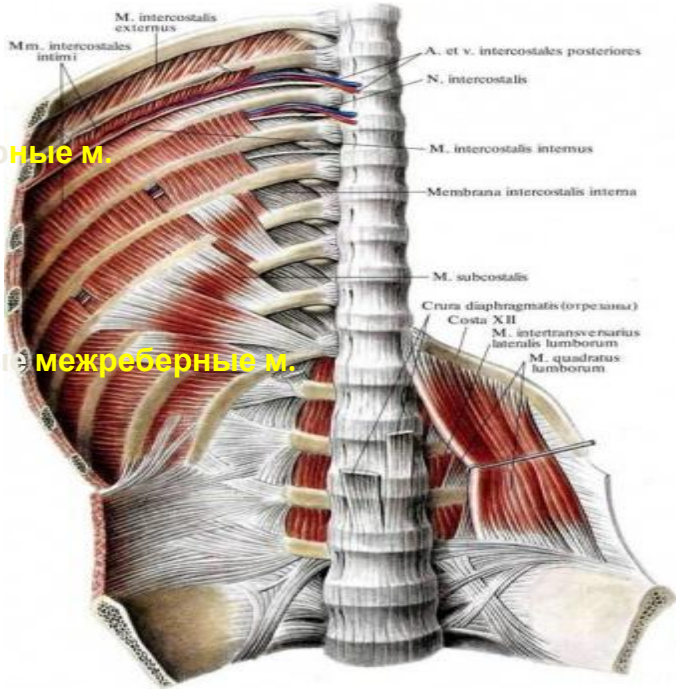
Главные и вспомогательные дыхательные мышцы (диафрагма, межреберные мышцы, мышцы шеи, груди)

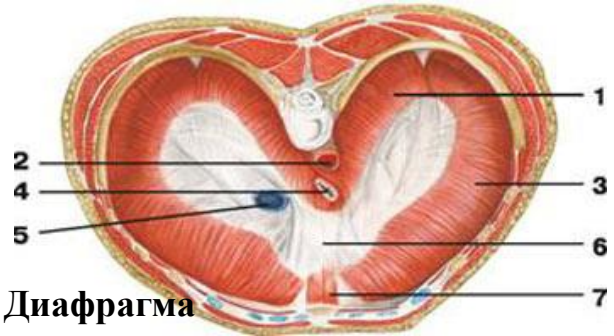
Главные дыхательные мышцы:

- диафрагма,
- наружные межреберные мышцы,
- внутренние межреберные мышцы.

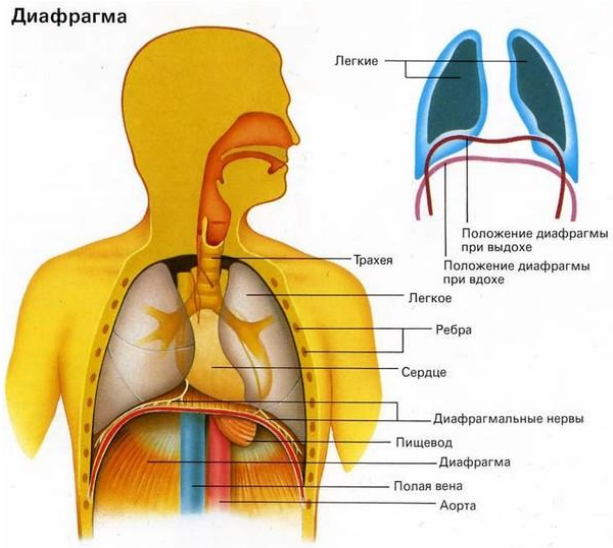
Вспомогательные дыхательные мышцы:

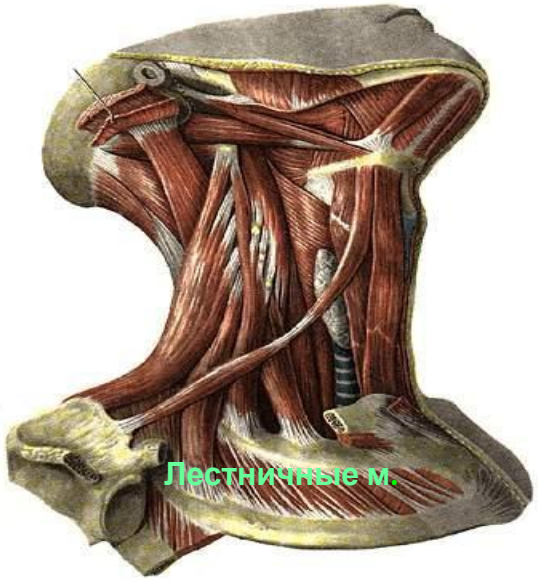
- лестничные (передняя, средняя, задняя),
- большая и малая грудные,
- передняя зубчатая,
- мышцы, разгибающие грудной отдел позвоночника,
- трапециевидная,
- ромбовидные,
- мышца, поднимающая лопатку,
- мышцы брюшной стенки,
- мышцы, сгибающие позвоночник,





Диафрагма





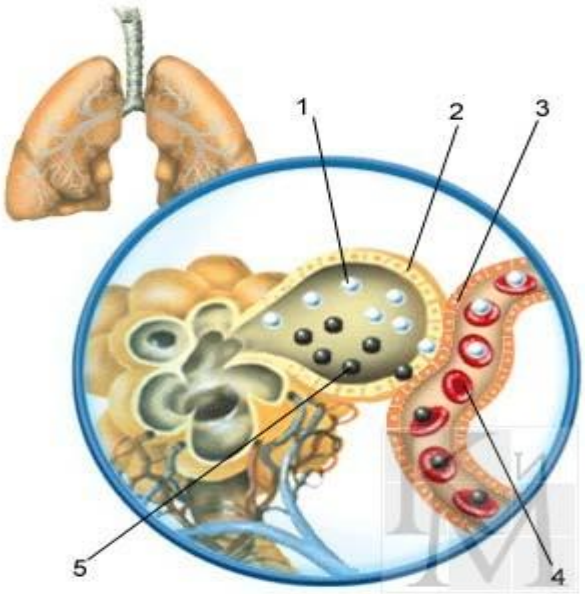
Особенности носового и ротового дыхания.

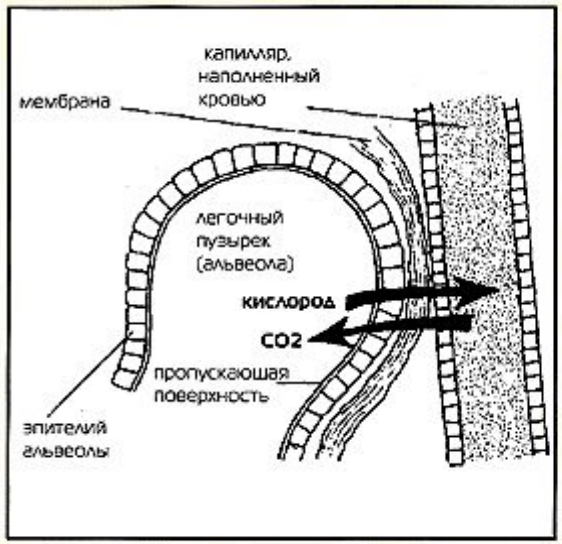
- При дыхании через нос воздух проходит с бОльшим сопротивлением, чем при дыхании через рот, поэтому при носовом дыхании работа дыхательных мышц возрастает и дыхание становится более глубоким. Атмосферный воздух, проходя через нос, согревается, увлажняется, очищается. Согревание происходит за счет тепла, отдаваемого кровью, протекающей по хорошо развитой системе кровеносных сосудов слизистой оболочки носа. Носовые ходы имеют сложно извилистое строение, что увеличивает площадь слизистой оболочки, с которой контактирует атмосферный воздух.
- В носу происходит очищение вдыхаемого воздуха, причем в полости носа захватываются частицы пыли размером больше 5-6 мкм в диаметре, а более мелкие проникают в нижележащие отделы. В полости носа выделяется 0,5-1 л слизи в сутки, которая движется в задних двух третях носовой полости со скоростью 8-10 мм/мин, а в передней трети – 1-2 мм/мин. Каждые 10 минут проходит новый слой слизи, которая содержит бактерицидные вещества (лизоцим, секреторный иммуноглобулин А).
- Ротовая полость наибольшее значение для дыхания имеет у низших животных (амфибий, рыб). У человека дыхание через рот появляется при напряженном разговоре, быстрой ходьбе, беге, при другой интенсивной физической нагрузке, когда потребность в воздухе велика; при заболеваниях носа и носоглотки.
- Дыхание через рот у детей первого полугодия жизни почти невозможно, так как большой язык оттесняет надгортанник кзади.

Основные принципы газообмена.

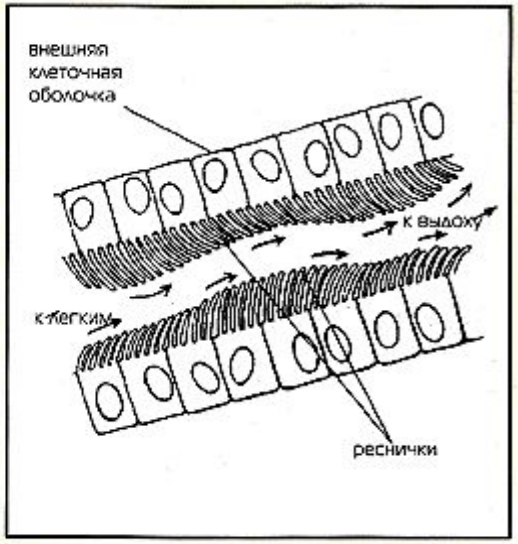
- Дыхательная поверхность легких составляет 90 м2 (при общем количестве альвеол 725 млн.), т. е. в 50 раз больше всей поверхности тела.
- Газообмен осуществляется с помощью **диффузии**: CO2 выделяется из крови в альвеолы, O2 поступает из альвеол в венозную кровь, пришедшую в легочные капилляры из всех органов и тканей организма.
- Процесс диффузии газов через альвеолярную мембрану зависит от следующих факторов:

  - градиента парциального давления газов по обе стороны мембраны;
  - толщины альвеолярно-капиллярной мембраны;
  - общей поверхности диффузии в легком.
- При прохождении каждого эритроцита через легочные капилляры время, в течение которого возможна диффузия (время контакта) относительно невелико (около 0,3 с). Однако этого времени вполне достаточно для того, чтобы напряжения дыхательных газов в крови и их парциальное давление в альвеолах практически сравнялись.





Прием кислорода капилляром из альвеолы в кракровяные тельца



Реснички дыхательных путей транспортируют чужеродные частицы волнообразными движениями наружу.

ГАЗООБМЕН В ЛЁГКИХ

- Газообмен осуществляется через аэрогематический барьер (воздушно-кровяной), который состоит из:

1. сурфактанта, выстилающего внутреннюю поверхность альвеол (плёнка фосфолипида);
2. Альвеолярного эпителия (однослойный плоский);
3. Интерстициональной соединительной ткани (придающей эластичность альвеолам);
4. Эндотелия капилляров;
5. Слоя плазмы.

ГАЗООБМЕН В ЛЁГКИХ

- Газообмен в лёгких осуществляется за счёт разности парциального давления.
- **ПАРЦИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ** –это часть общего давления, которая приходится на долю каждого газа в газовой смеси и зависит от процентного содержания газа в смеси.

ГАЗООБМЕН В ЛЁГКИХ

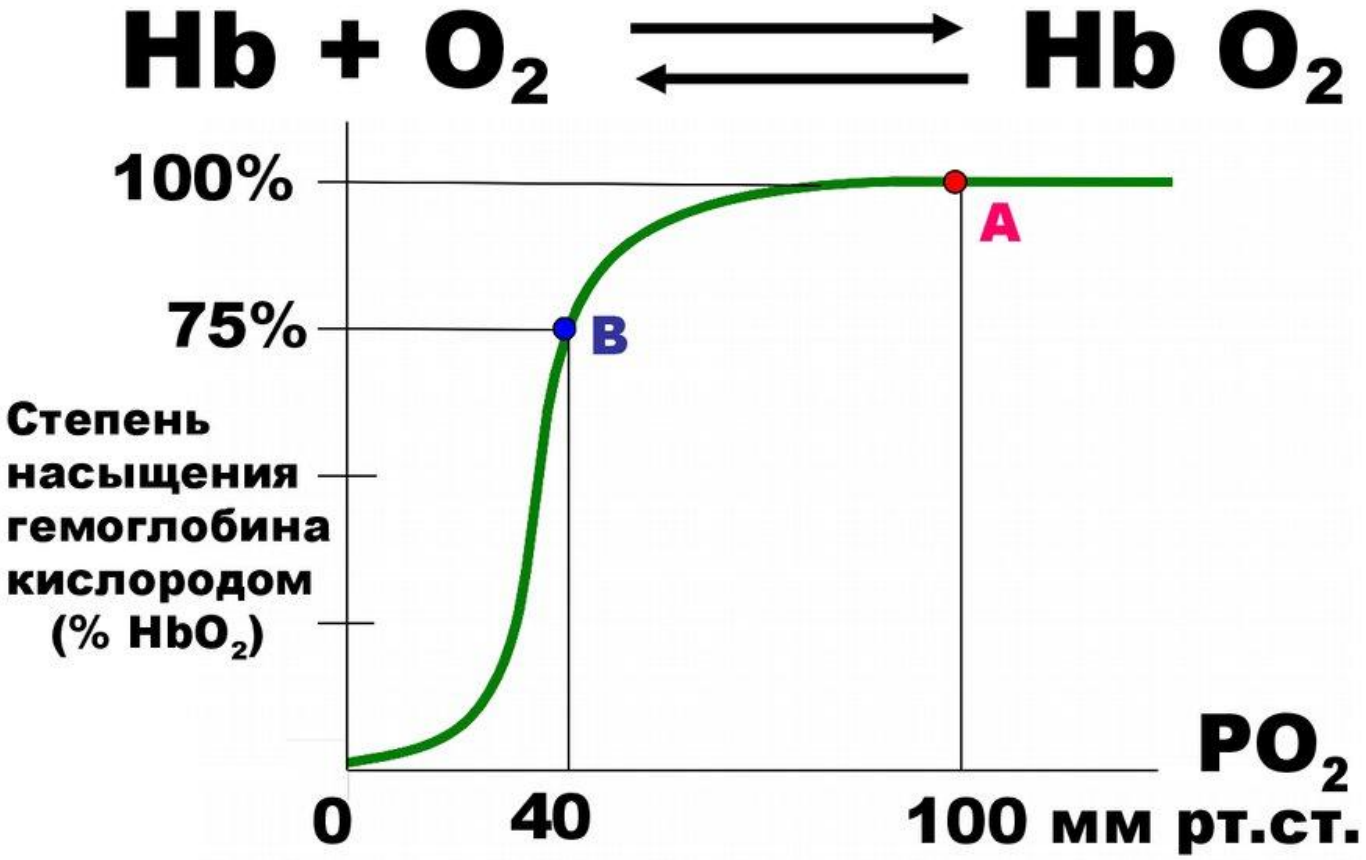
- Парциальное давление O_2 в альвеолярном воздухе (100 мм рт. ст.) больше, чем в притекающей венозной крови (40 мм рт. ст.), то O_2 диффундирует через альвеолы в капилляры.
- Напротив, парциальное давление CO_2 в венозной крови (46 мм рт. ст.) больше, чем в альвеолярном воздухе (40 мм рт. ст.), то CO_2 диффундирует в альвеолы.

Транспорт газов

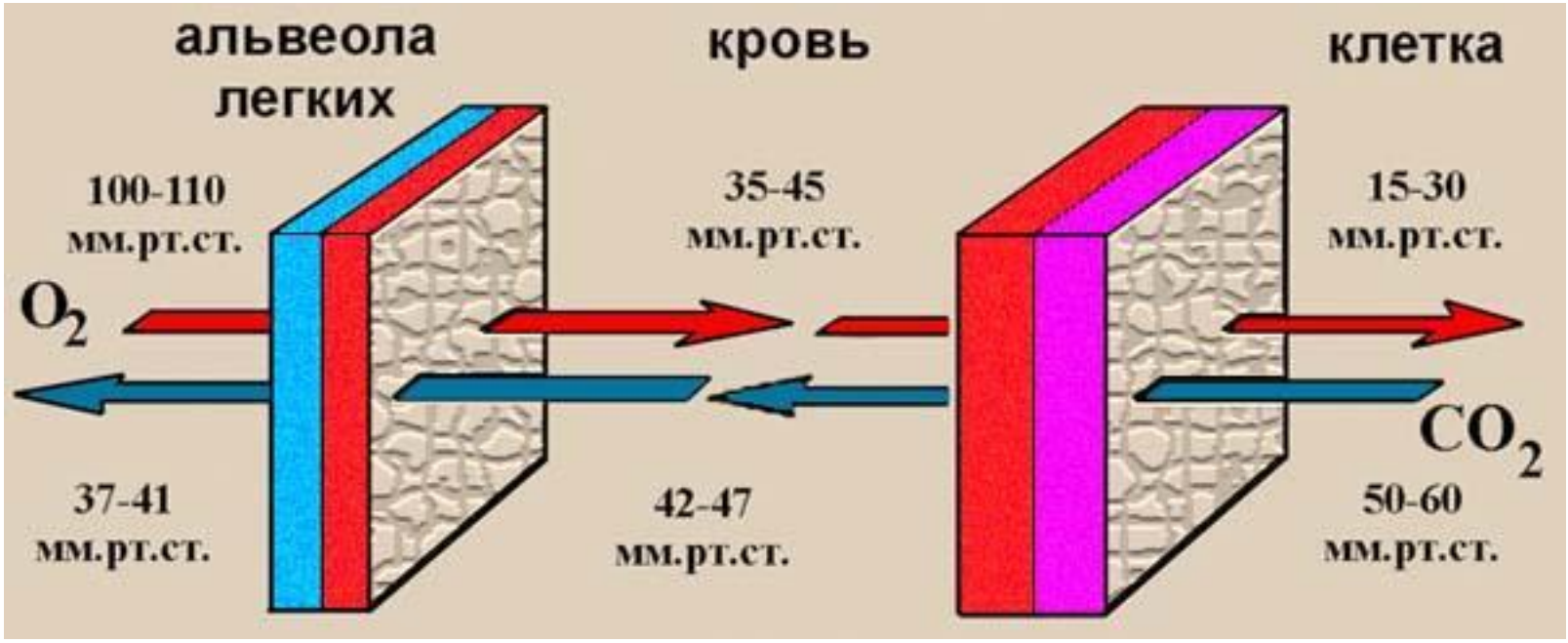
- O_2 попадая в кровь связывается и транспортируется гемоглобином. Молекула гемоглобина имеет 4 места связывания для кислорода, т. е. максимально может присоединить четыре молекулы кислорода. При этом происходит образования непрочного легко диссоциирующего соединения – оксигемоглобина. Транспортная функция гемоглобина, который способен переносить кислород от легких к тканям, осуществляется благодаря обратимым конформационным изменениям четвертичной структуры (формы) его молекул, что изменяет их сродство к кислороду.

- В дезоксигенированном состоянии гемоглобин имеет низкую сродство к кислороду, а в оксигенированном — высокую. На состояние молекулы гемоглобина (окси- или дезоксигенированное) оказывает влияние ряд внешних факторов. Наибольшее значение из них имеет парциальное давление кислорода PO_2. При относительно высоком PO_2 гемоглобин имеет гораздо большее сродство к кислороду, чем при относительно низком.

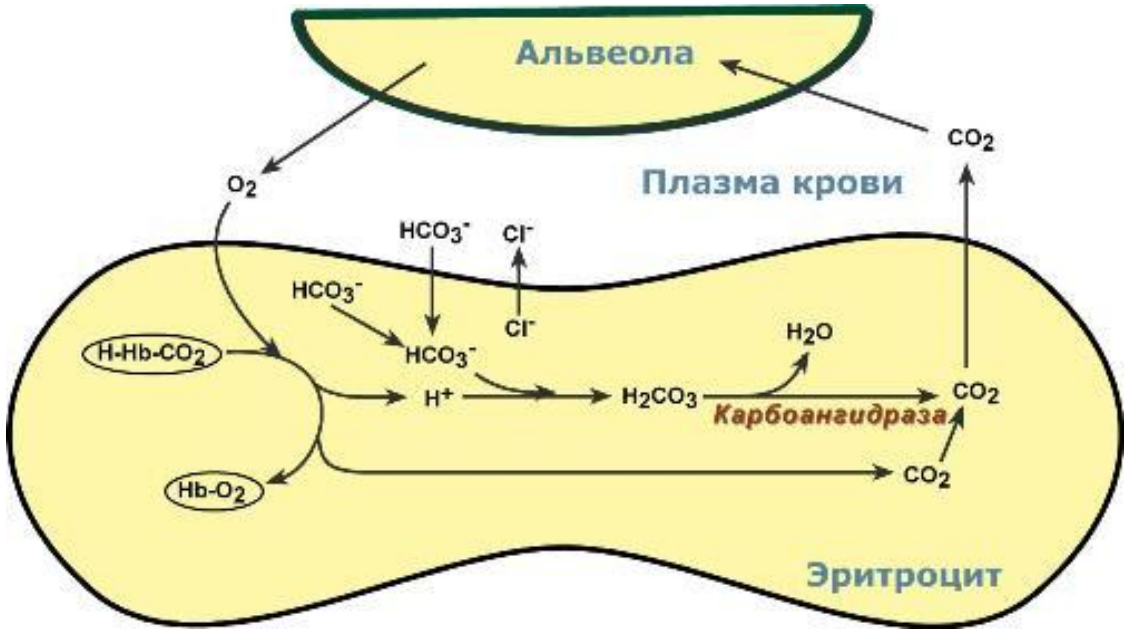
КРИВАЯ ДИССОЦИАЦИИ ОКСИГЕМОГЛОБИНА



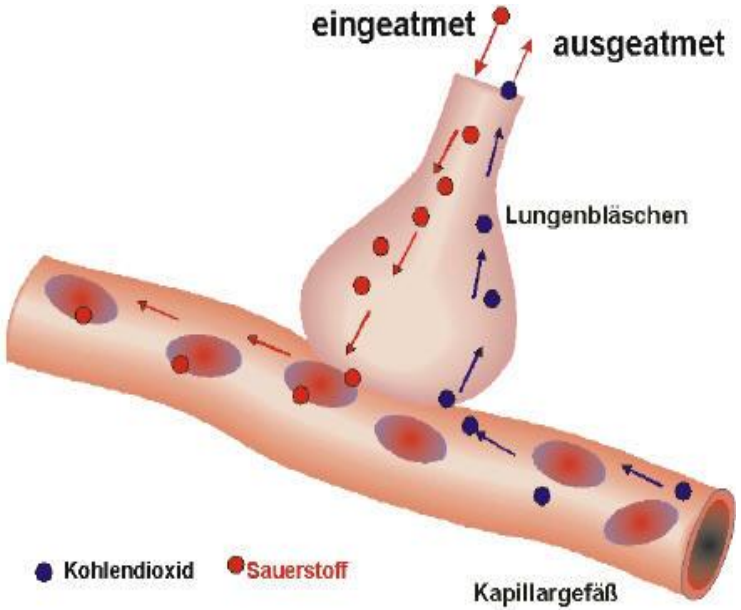
Кислород проникает из крови в клетки тканей путем диффузии, обусловленной разностью его парциальных давлений по обе стороны. Происходит диссоциация оксигемоглобина и переход кислорода из крови в ткани. На диссоциацию оксигемоглобина влияет напряжение кислорода в тканях. В тканях, в которых процессы обмена веществ протекают интенсивно, концентрация углекислого газа и ионов водорода увеличивается, а температура повышается. Это ускоряет и облегчает «отдачу» гемоглобином кислорода и облегчает течение обменных процессов.



Образующийся в тканях CO_2 вследствие разности напряжения диффундирует в межтканевую жидкость, плазму крови, а из неё в эритроциты. В эритроцитах углекислый газ (10%) соединяется с гемоглобином, образуя карбогемоглобин. Остальная часть соединяется с водой и превращается в угольную кислоту. В легочных капиллярах напряжение углекислого газа низкое, при этом происходит активация карбоангидразы(фермент). Она расщепляет угольную кислоту на воду и CO_2, который диффундирует в альвеолярный воздух.



- Гемоглобин, связанный с CO_2, называется ***карбгемоглобином***.
- Гемоглобин, связанный с O_2, называется ***оксигемоглобином.***
- Гемоглобин, связанный с угарным газом, называется ***карбоксигемоглобином***.



Критерии оценки процесса дыхания

1. **Определение экскурсии грудной клетки при дыхании.**
2. **Подсчет частоты дыхательных движений в 1 мин.**
3. **Определение частоты, ритма и глубины дыхания.**
4. **Вычисление дыхательных объемов.**

Определение частоты, ритма и глубины дыхания.

Типы дыхания: **грудной, брюшной и смешанный.** Если расширение грудной клетки при дыхании совершается благодаря сокращению межреберных мышц, то такой тип дыхания называется **грудным**, или **реберным**. Грудной тип дыхания свойствен преимущественно женщинам.

Если основное участие в расширении грудной клетки принимает диафрагма - такой тип дыхания называется **диафрагмальным**, или **брюшным.** Брюшной тип дыхания, или дыхание «животом», чаще встречается у мужчин.

Если дыхательные движения совершаются одновременно за счет сокращения межреберных мышц и диафрагмы, то такой тип дыхания называется **смешанным**. Смешанный тип дыхания отмечается у лиц пожилого возраста.

Частота дыхания.

Определяется при наблюдении за дыханием. С этой целью на эпигастральную область исследуемого накладывается ладонь и подсчитывается количество полных дыхательных циклов (дыхательных движений) в минуту по приподниманию подключичной области при каждом вдохе. Вдоху соответствует подъем ладони, выдоху — ее опускание. При шумном дыхании его частоту можно определить и на расстоянии от пациента. Лучше всего, если он не догадывается о том, что у него сосчитывается дыхание, иначе он может невольно изменить его частоту. Для отвлечения внимания обследуемого можно одновременно положить пальцы другой руки на лучевую артерию для имитации прощупывания пульса или имитировать определение частоты пульса и в то же время следить глазами за дыхательными движениями грудной клетки. Для точного определения подсчитывать частоту дыхания следует не менее 1 минуты.

Число дыханий в минуту у здорового человека в состоянии покоя колеблется от **12 до 18**, составляя в **среднем 16 дыхательных движений**. Значительные изменения частоты дыхания могут выразиться либо **учащением (тахипноэ**), либо **урежением (брадипноэ).** В физиологических условиях резкое учащение дыхания возникает при нервном возбуждении, во время и тотчас же после физических напряжений. Однако такое учащение как правило кратковременно и быстро проходит после устранения вызвавшей его причины.

При исследовании необходимо обращать внимание на **соотношение между частотой дыхания и частотой пульса. Обычно оно равно 1:4.**

Глубина и ритм дыхания.

Глубина дыхания определяется по объему вдыхаемого и выдыхаемого воздуха в спокойном состоянии. У взрослых людей в физиологических условиях объем, дыхательного воздуха колеблется от 300 до 900 мл, составляя в среднем 500 мл. Изменение частоты дыхания обычно комбинируется с изменением его глубины. Учащенное дыхание, как правило, поверхностное, так как вдох и выдох становятся короче. Замедленное дыхание, наоборот, является обычно глубоким.

Ритм дыхания у здорового человека правильный, что выражается в одинаковой продолжительности и одинаковой глубине каждого дыхательного движения — вдоха и выдоха. Пауза практически не определяется. Исключением может быть незначительная аритмия дыхания у здоровых людей во время сна.

Оценка состояния легких

Спирография – это метод оценки состояния легких путем измерения объема и скорости выдыхаемого воздуха. Оценка результатов записывается в виде спирограммы. Она иллюстрирует основные легочные объемы и емкости легких. Эта процедура безболезненна, не связана с введением в организм пациента каких-либо медицинских инструментов, может проводиться в амбулаторных исследованиях и минут.

Легочные объемы:

1. Дыхательный объем: объем воздуха, вдыхаемый (или выдыхаемый) при одном вдохе (выдохе). В норме при спокойном дыхании — до 500 мл;

2. Резервный объем вдоха: объем воздуха, который можно дополнительно вдохнуть после спокойного вдоха. В норме — 1000—1500 мл;

3. Резервный объем выдоха: объем воздуха, который можно дополнительно выдохнуть после спокойного выдоха. В норме — около 1000—1500 мл;

4. Остаточный объем легких: объем воздуха, который остается в легких после максимального выдоха. В норме — около 1000—1500 мл.

Легочные емкости:

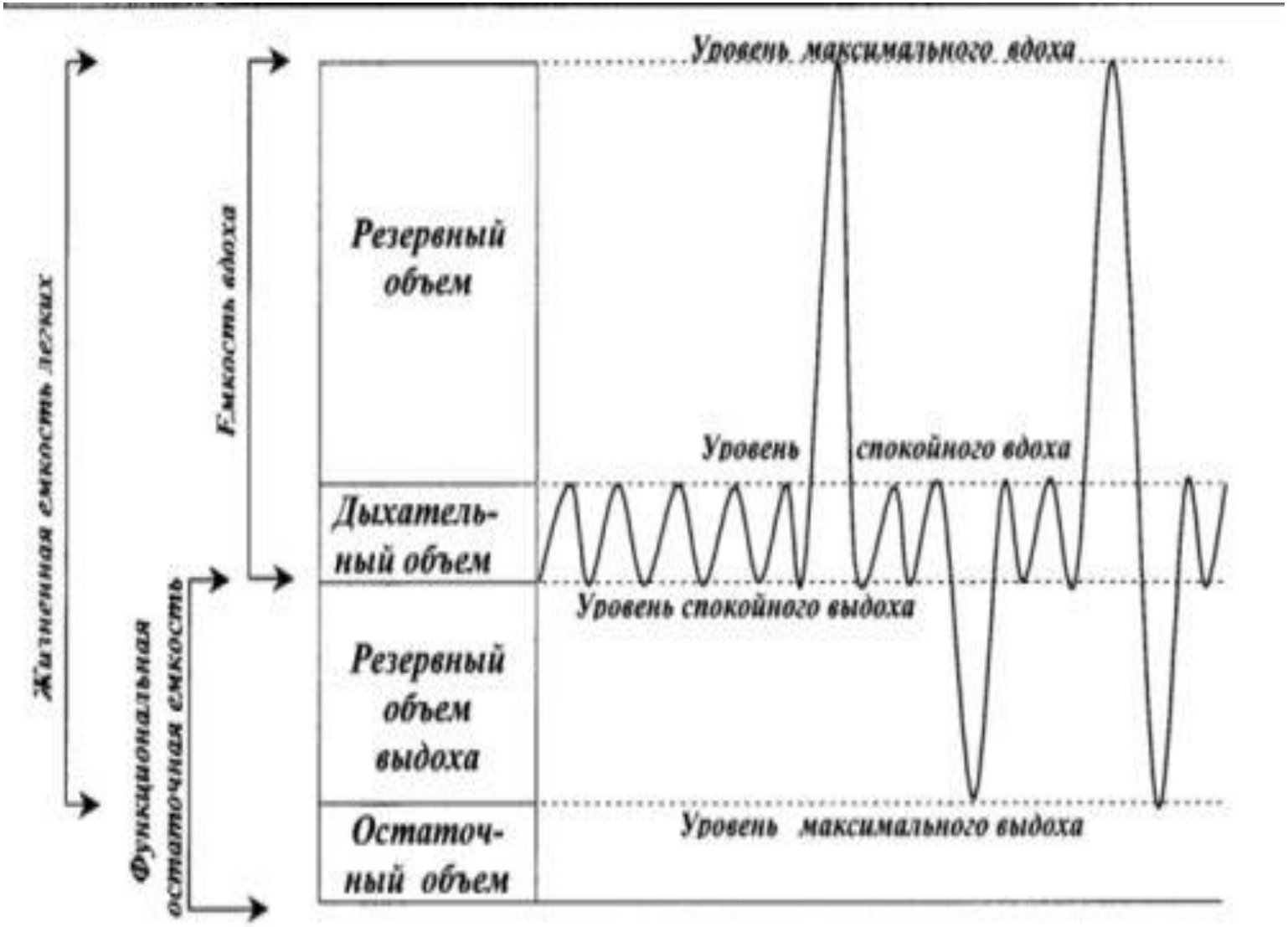
- **Общая емкость легких (ОЕЛ)** – количество воздуха, находящегося в легких после максимального вдоха. Равна сумме – остаточный объем + жизненная емкость легких.
- **Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)** – наибольшее количество воздуха, которое можно выдохнуть после максимального вдоха. ЖЕЛ = дыхательный объем + резервный объем вдоха + резервный объем выдоха. У мужчин ростом 180 см ЖЕЛ ~ 4,5 л. У пловцов и гребцов до 8,0 л.
- **Резерв вдоха** – максимальное количество воздуха, которое можно вдохнуть после спокойного выдоха. Равен сумме – дыхательный объем + резервный объем вдоха.
- **Функциональная остаточная емкость (ФОЕ)** – количество воздуха, остающееся в легких после спокойного выдоха. Равен сумме – резервный объем выдоха + остаточный объем. У молодых – 2,4 л и около 3,4 у пожилых.
- *Ключевыми показателями являются – ДО, ЖЕЛ, ФОЕ*. У женщин эти показатели, как правило, на 25 % ниже, чем у мужчин.
- При спокойном дыхании ФОЕ обновляется примерно на 1/7 часть. За счет этого процентное содержание кислорода и углекислого газа (парциальное давление этих газов) сохраняется на постоянном уровне. Задача всех регуляторных механизмов дыхания - поддерживать постоянство парциального давления кислорода и углекислого газа в альвеолярном пространстве.

Динамические показатели (при форсированном дыхании)

- Форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ) – объем воздуха, который человек может выдохнуть при максимально быстром интенсивном выдохе.
- Объем форсированного выдоха (ОФВ1) – объем воздуха, который человек может выдохнуть за 1-ю секунду форсированного выдоха.
- ОФВ1/ФЖЕЛ – индекс Тиффно (должен бать равен или больше 0,8, или 80%)

- **Нормовентиляция** – парциальное давление углекислого газа в альвеолах поддерживается в пределах 40 мм рт.ст.
- **Гипервентиляция** – усиленная вентиляция, превышающая метаболические потребности организма. Парциальное давление углекислого газа меньше 40 мм рт.ст.
- **Гиповентиляция** сниженная вентиляция по сравнению с метаболическими потребностями организма. Парциальное давление CO_2 больше 40 мм рт.ст.
- **Повышенная вентиляция** – любое увеличение альвеолярной вентиляции по сравнению с уровнем покоя независимо от парциального давления газов в альвеолах (например: при мышечной работе).
- **Эйпноэ** – нормальная вентиляция в покое, сопровождающаяся субъективным чувством комфорта.
- **Гиперпноэ** – увеличение глубины дыхания, независимо от того, повышена или снижена частота дыхания.
- **Тахипноэ** – увеличение частоты дыхания.
- **Брадипноэ** – снижение частоты дыхания.
- **Апноэ** – остановка дыхания, обусловленная отсутствием стимуляции дыхательного центра (например: при гипокапнии).
- **Диспноэ** – неприятное субъективное ощущение недостаточности дыхания или затрудненного дыхания (одышка).
- **Ортопноэ** – выраженная одышка, связанная с застоем крови в легочных капиллярах в результате сердечной недостаточности. В горизонтальном положении это состояние усугубляется и поэтому лежать таким больным тяжело.
- **Асфиксия** – остановка или угнетение дыхания, связанные главным образом с параличом дыхательного центра. Газообмен при этом резко нарушен: наблюдается гипоксия и гиперкапния.

Спирограмма, иллюстрирующая легочные объемы и емкости легких.



Регуляция дыхания

Эту жизненно важную функцию регулирует сеть многочисленных взаимосвязанных нейронов ЦНС, расположенных в нескольких отделах мозга и объединяемых в комплексное понятие **"дыхательный центр".** При воздействии на его структуры нервных и гуморальных стимулов происходит приспособление функции дыхания к меняющимся условиям внешней среды.

Дыхательный центр управляет двумя основными функциями: **двигательной**, которая проявляется в виде сокращения дыхательных мышц, и **гомеостатической,** связанной с поддержанием постоянства внутренней среды организма при сдвигах в ней содержания 0_2 и CO_2.

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 другие рецепторы может приостановить дыхание

↓

Мы можем произвольно ускорить или остановить дыхание

Схемо

Гуморальная регуляция

↓

Частоту и глубину дыхания

ускоряет

Избыток CO_2

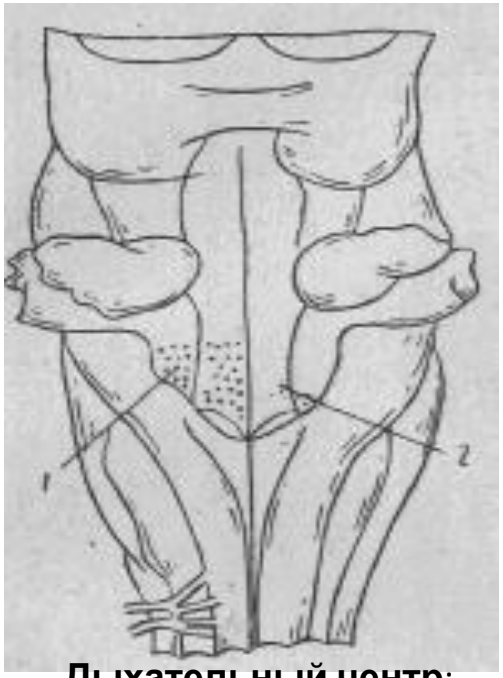
замедляет

Недостаток CO_2

В результате усиления вентиляции легких дыхание приостанавливается, т.к. концентрация CO_2 в крови снижается

- В **продолговатом мозге** были обнаружены скопления нейронов, отвечающих за частоту, глубину и длительность вдоха и выдоха – ***дыхательный центр***. Его делят на **3 области** по преобладанию нейронов, выполняющих специфические функции.
- ***«Центр вдоха»*** - здесь располагаются инспираторные нейроны, которые разряжаются незадолго до вдоха и во время его. Они обладают автоматией, очень чувствительны к возбуждению и углекислому газу.
- ***«Центр выдоха» -*** обнаружены экспираторные нейроны.

- Ритмическое чередование вдоха и выдоха связано с попеременными разрядами инспираторных и экспираторных нейронов.



Дыхательный центр:
1 - центр выдоха;
2 - центр вдоха

Рефлекторная регуляция дыхания

Нейроны дыхательного центра имеют связи с многочисленными механорецепторами дыхательных путей , альвеол легких и рецепторов сосудистых рефлексогенных зон. Благодаря этим связям осуществляется рефлекторная регуляция дыхания и ее координация с другими функциями организма.

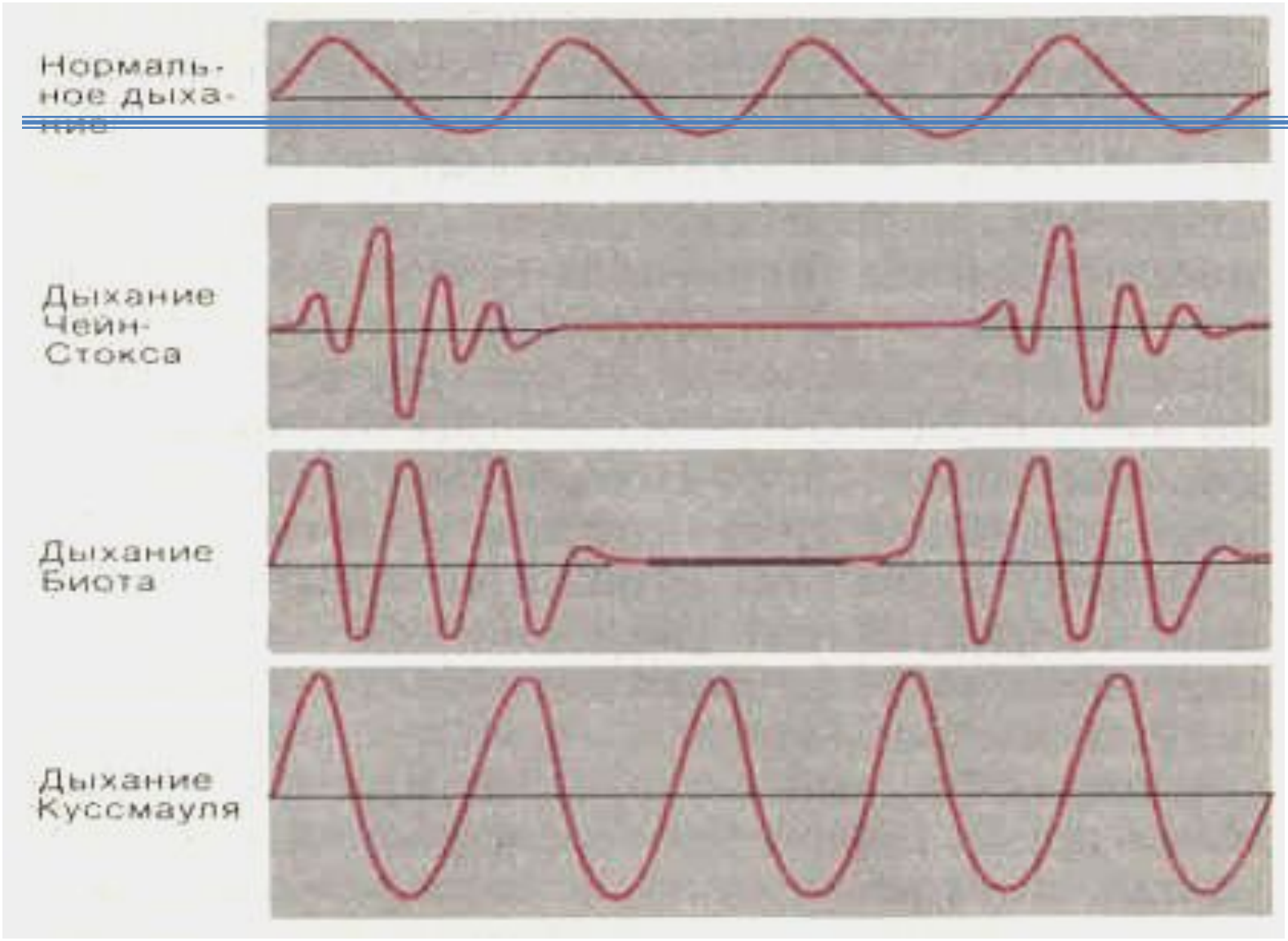
Рефлекторная регуляция дыхания

От мышечных веретен и сухожильных рецепторов, расположенных в межреберных мышцах и мышцах живота, импульсы поступают в соответствующие сегменты спинного мозга, затем в продолговатый мозг, центры головного мозга, контролирующие состояние скелетных мышц. В результате происходит регуляция силы сокращений в зависимости от исходной длины мышц и оказываемого им сопротивления дыхательной системы.

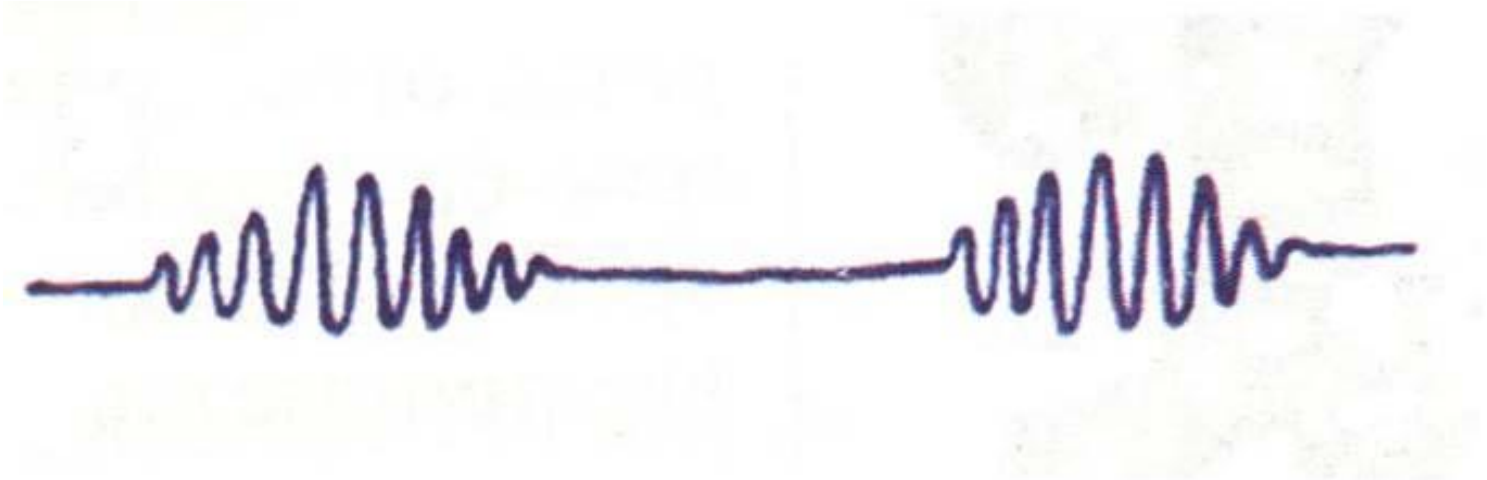
Гуморальная регуляция дыхания

Главным физиологическим стимулом дыхательных центров является двуокись углерода. Регуляция дыхания обусловливает поддержание нормального содержания CO_2 в альвеолярном воздухе и артериальной крови. Деятельность дыхательного центра зависит от состава крови, поступающей в мозг по общим сонным артериям.

Нарушения и патологические типы дыхания



Дыхание Чейна-Стокса

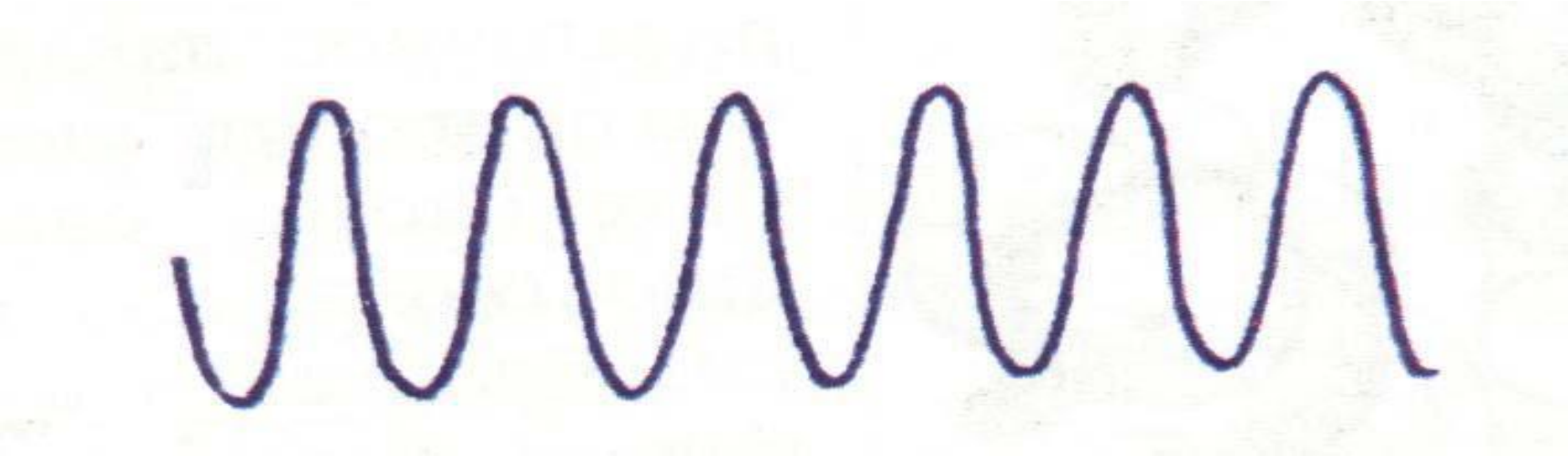


- После продолжительной дыхательной паузы появляется бесшумное поверхностное дыхание, нарастающее по глубине, становится шумным, затем убывает в той же последовательности, заканчивающееся кратковременной паузой

Дыхание Биота

- Оно характеризуется ритмичными, но глубокими дыхательными движениями, чередующиеся через равные отрезки времени с продолжительными паузами.

Дыхание Куссмауля



- Это глубокое, относительно редкое, шумное дыхание.

Спасибо за внимание!