

Дыхани

Живой здоровый организм из атмосферы берет кислород, при участие которого происходят окислительно-восстановительные процессы, обеспечивающие обмен веществ и энергии в организме, и выделяет окружающую среду углекислый газ. Это явление осуществляется с помощью дыхательной системы.

В процессе дыхания различают: обмен воздуха между внешней средой и альвеолами (внешнее дыхание или вентиляция легких), перенос газов кровью, потребление кислорода клетками и выделение ими углекислого газа (клеточное дыхание).

Эволюция дыхания.

У одноклеточных организмов газы непосредственно проникают через оболочку клетки - диффузное дыхание. У низших многоклеточных например червей, низших насекомых, обмен газами происходит через клетки поверхностных покровов - кожное дыхание.

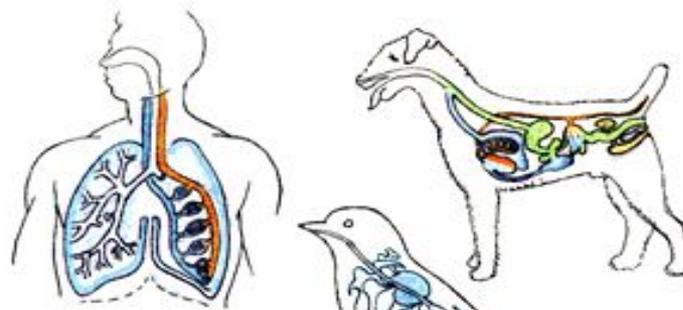
У низших позвоночных - рыб, амфибий, пресмыкающихся - уже есть специальные органы дыхания. У рыб органами дыхания служат жабры разнообразного строения - жаберное дыхание, у некоторых рыб, кроме жабр, имеется еще кожное и кишечное дыхание, из кишечной трубки образован плавательный пузырь, клетки которого активно поглощают кислород.

У большинства насекомых снабжение организма кислородом осуществляется через тончайшие сети ветвей трахеи.

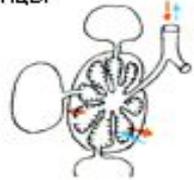
У птиц, как и у рептилий, трахея делится на два бронха, которые, проходя сквозь легкие, открываются в воздушные мешки. Диафрагма у этих животных отсутствует. Воздухоносные мешки как резервуары воздуха улучшают воздухообмен в легких, поддерживают тело птицы в полете, на воде, способствуют его охлаждению (рис. 1).

Лёгочное дыхание

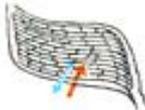
Млекопитающие



Птицы

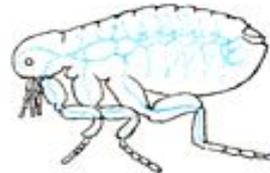


Пауки

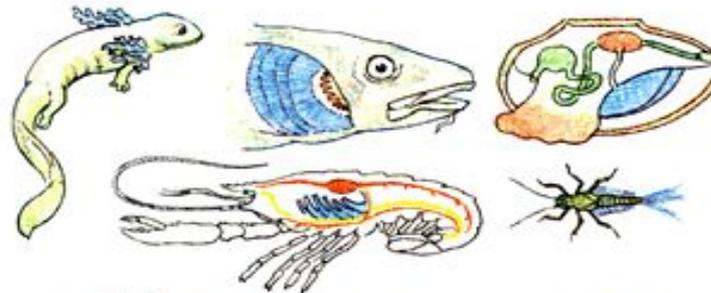
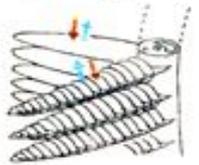


Трахейное дыхание

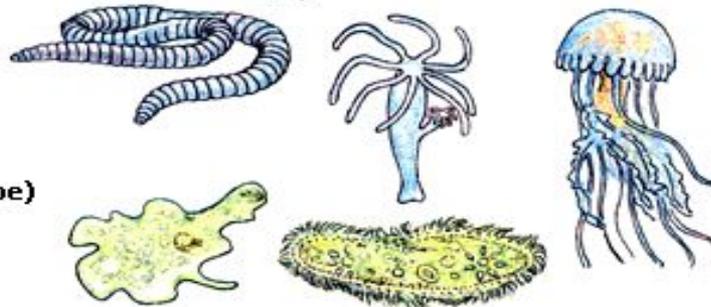
Насекомые



Жабренное дыхание



Кожное дыхание



Клеточное (диффузное) дыхание

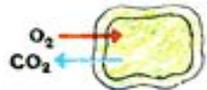
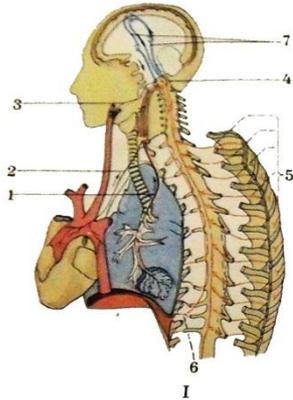
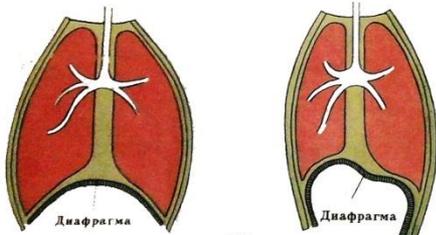


Рис. 1 Эволюция дыхания.

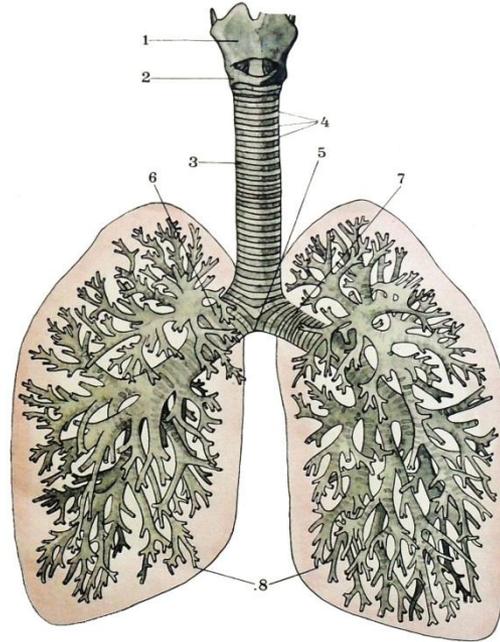
ДЫХАНИЕ



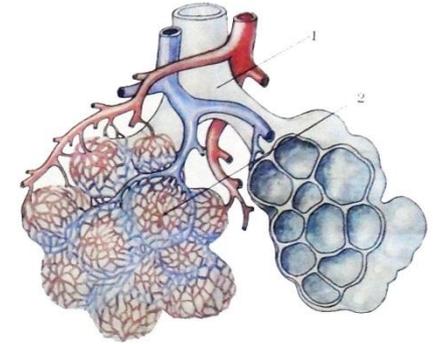
I



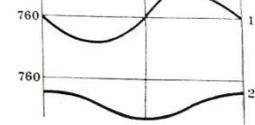
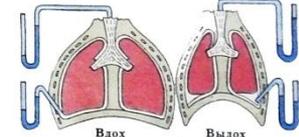
IV



II



III



V



VI

I. РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ:

1 — центробежные волокна блуждающего нерва от легких; 2 и 3 — центробежные нервы от дуги Борни и Лувена сонной артерии; 4 — дыхательный центр; 5 — мозжечковый нерв; 6 — диафрагмальный нерв; 7 — восходящие и спускающиеся пути спинного мозга.

II. ГОРТАНЬ, ТРАХЕЯ И БРОНХИ (СПЕРЕДИ):

1 — гортанный хрящ; 2 — перстневидный хрящ; 3 — трахея; 4 — трахея; 5 — бифуркация трахеи; 6 — правый бронх; 7 — левый бронх; 8 — бронхиальные артерии.

III. БРОНХОЛИТЫ И ЛЕГочные АЛЬВЕОЛЫ:

1 — бронхиолы; 2 — бронхиолы (альвеолы); 3 — альвеолы; 4 — капилляры.

IV. ПОЛОЖЕНИЕ ДИАФРАГМЫ И ОБЪЕМ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ ПРИ ВДОХЕ (СЛЕВА) И ВЫДОХЕ (СПРАВА):

1 — диафрагма; 2 — диафрагмальный нерв; 3 — диафрагма; 4 — диафрагма; 5 — диафрагма; 6 — диафрагма; 7 — диафрагма; 8 — диафрагма.

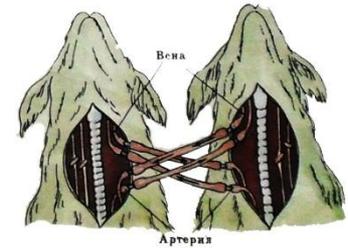
V. ИЗМЕНЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ В ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЯХ И В ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ ВО ВРЕМЯ ВДОХА И ВЫДОХА:

1 — давление в дыхательных путях; 2 — давление в плевральной полости.

VI. СООТНОШЕНИЕ ОБЪЕМОВ ВОЗДУХА, НАХОДЯЩЕГОСЯ В ЛЕГКИХ.

1 — резервный воздух; 2 — дыхательный воздух; 3 — резервный воздух; 4 — дыхательный воздух; 5 — резервный воздух; 6 — дыхательный воздух; 7 — резервный воздух; 8 — дыхательный воздух.

VII. ПЕРЕКРЕСТНОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ.



У млекопитающих газообмен почти полностью совершается в легких. Через кожу и пищеварительный тракт он осуществляется только в пределах 1 - 2 %. У лошадей во время напряженной работы кожное дыхание возрастает до 8 %.

Дыхательная система состоит :

носовой полости, носоглотки, *гортани, трахеи, бронхов, лёгких (бронхиолы и альвеолы)* .

Весь процесс газообмена протекает в легочных - альвеолах, тесно соприкасающихся с сосудистыми капиллярами и эритроцитами.

Воздухоносные пути (гортань, трахея, бронхи, бронхиолы) не участвуют в газообмене, поэтому их называют **вредным пространством**. Однако они имеют большое значение в процессе дыхания. В слизистой оболочке носовых ходов и верхних дыхательных путях имеются серозно-слизистые клетки и мерцательный эпителий. Слизь улавливает пыль, увлажняет и согревает воздух. Мерцательный эпителий движениями своих волосков способствует удалению слизи с частицами пыли в область носоглотки, откуда она выбрасывается. В верхних дыхательных путях находится множество чувствительных рецепторов, раздражение которых вызывает защитные рефлексы - кашель, чихание.

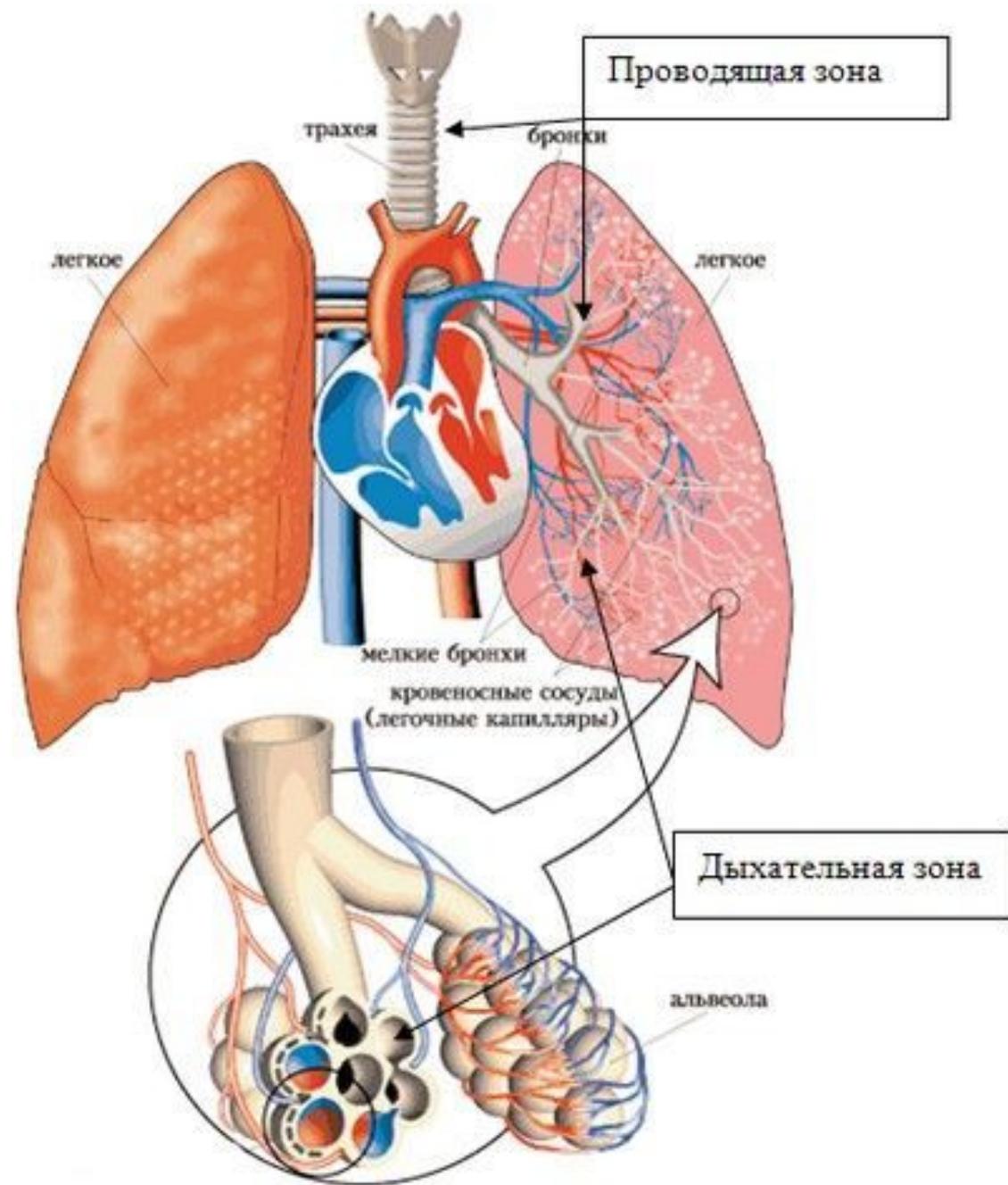


Рис. 2 Структура легких

Механизм вдоха и выдоха. Процесс дыхания обусловлен расширением грудной клетки и растяжением легких. При спокойном дыхании при вдохе (инспирации) вдыхательная мускулатура сокращается, грудная клетка расширяется, диафрагма становится конусовидной, осуществляется акт вдоха.

Прекращение вдоха создает предпосылки для выдоха (экспирации): сокращаются внутренние межреберные мышцы и грудная клетка в силу собственной тяжести возвращается в исходное положение, купол диафрагмы становится выпуклым. Выдох осуществляется обычно пассивно.

Изнутри грудная полость покрыта плеврой, состоящей из двух мембран. Одна мембрана прилегает к грудной клетке, другая - к легким. Между мембран имеется плевральная полость, заполненная плевральной жидкостью, где создается отрицательное давление. Увеличение объема грудной полости приводит пассивному расширению легких и наоборот.

Это явление хорошо демонстрирует модель, предложенная Дондерсом (рис.4).

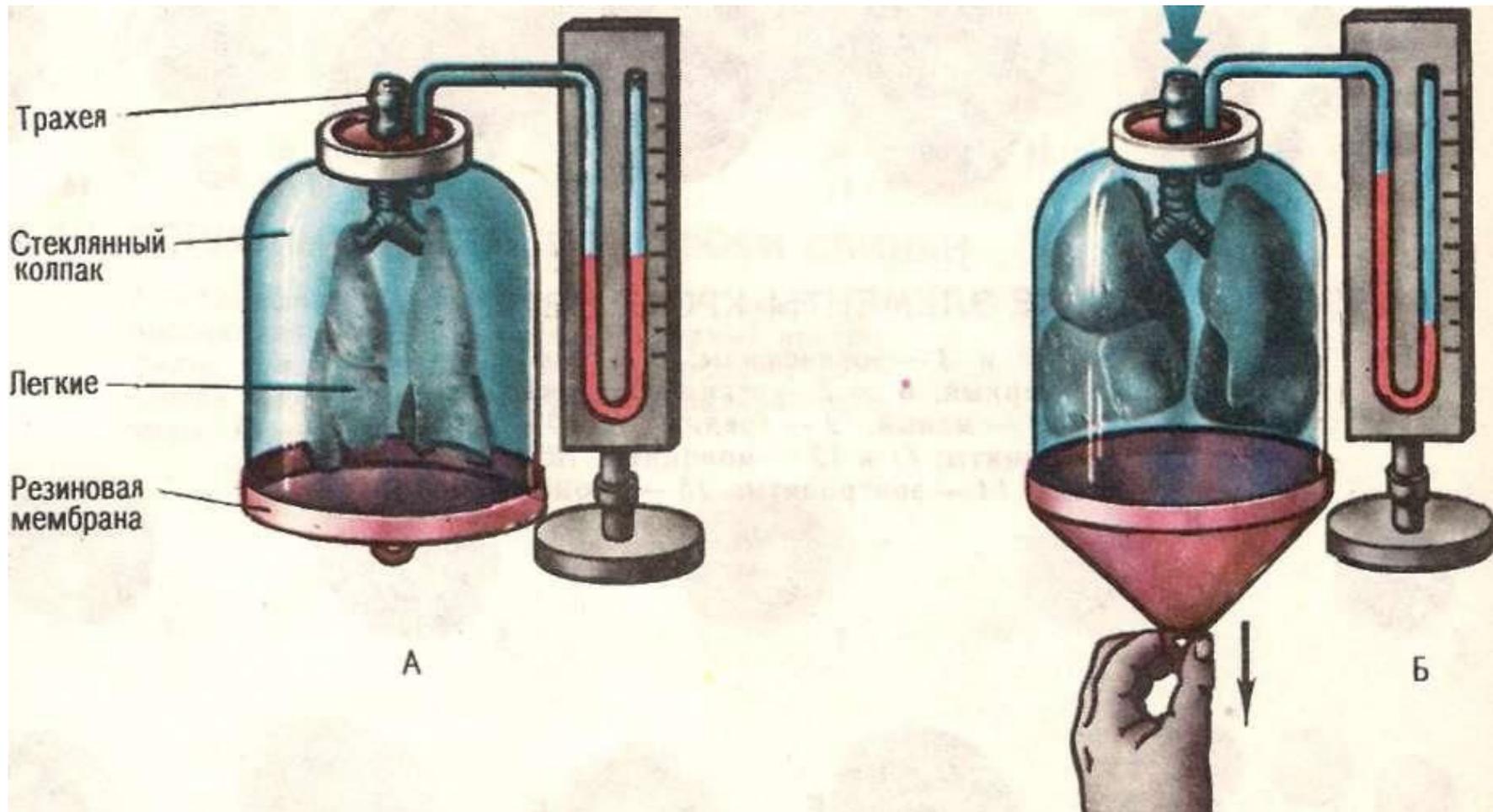


Рис. 4 Аппарат Дондерса.

Типы дыхания.

У животных различают три типа дыхания:

реберный (грудной) – характеризуется при вдохе преобладающим сокращением наружных межреберных мышц;

диафрагмальный (брюшной) – расширение грудной клетки происходит преимущественно за счет сокращения диафрагмы;

реберно-брюшной – вдох обеспечивается в равной степени межреберными мышцами и диафрагмой.

Последний тип дыхания свойственен сельскохозяйственным животным. Изменение типа дыхания, может свидетельствовать о заболевании органов грудной или брюшной полости. Например, при заболевании органов брюшной полости преобладает реберный тип дыхания.

Жизненная ёмкость лёгких.

Определение жизненной емкости легких имеет большое значение для выяснения физиологического состояния организма в норме и при патологии. Ее можно определить с помощью специального аппарата, называемого водяным спирометром.

Жизненная ёмкость у животных составляет

у собак 1,5 – 3 л,

у лошадей 26 – 30 л,

у крупного рогатого скота - 30 - 35 л воздуха.

ЖЕ состоит из дыхательного, дополнительного и резервного объемов воздуха.

Дыхательный объем. Это объем воздуха при нормальном вдохе. В покое собаки выдыхают в среднем 0,3 - 0,5 л, лошади - 5 - 6 л воздуха.

Дополнительный объем. Сверх дыхательного объёма животные могут вдохнуть дополнительный объем воздуха: собаки и овцы - 0,5 - 1, а лошади - 10 - 12 л.

Резервный объем. После нормального выдоха животные могут выдохнуть приблизительно такое же количество воздуха – это резервный объем.

При максимальном выдохе в легких еще остается немного воздуха, этот объем называют остаточным. Жизненная емкость легких и остаточный воздух составляют общую емкость легких.

Состав атмосферного, вдыхаемого и альвеолярного воздуха

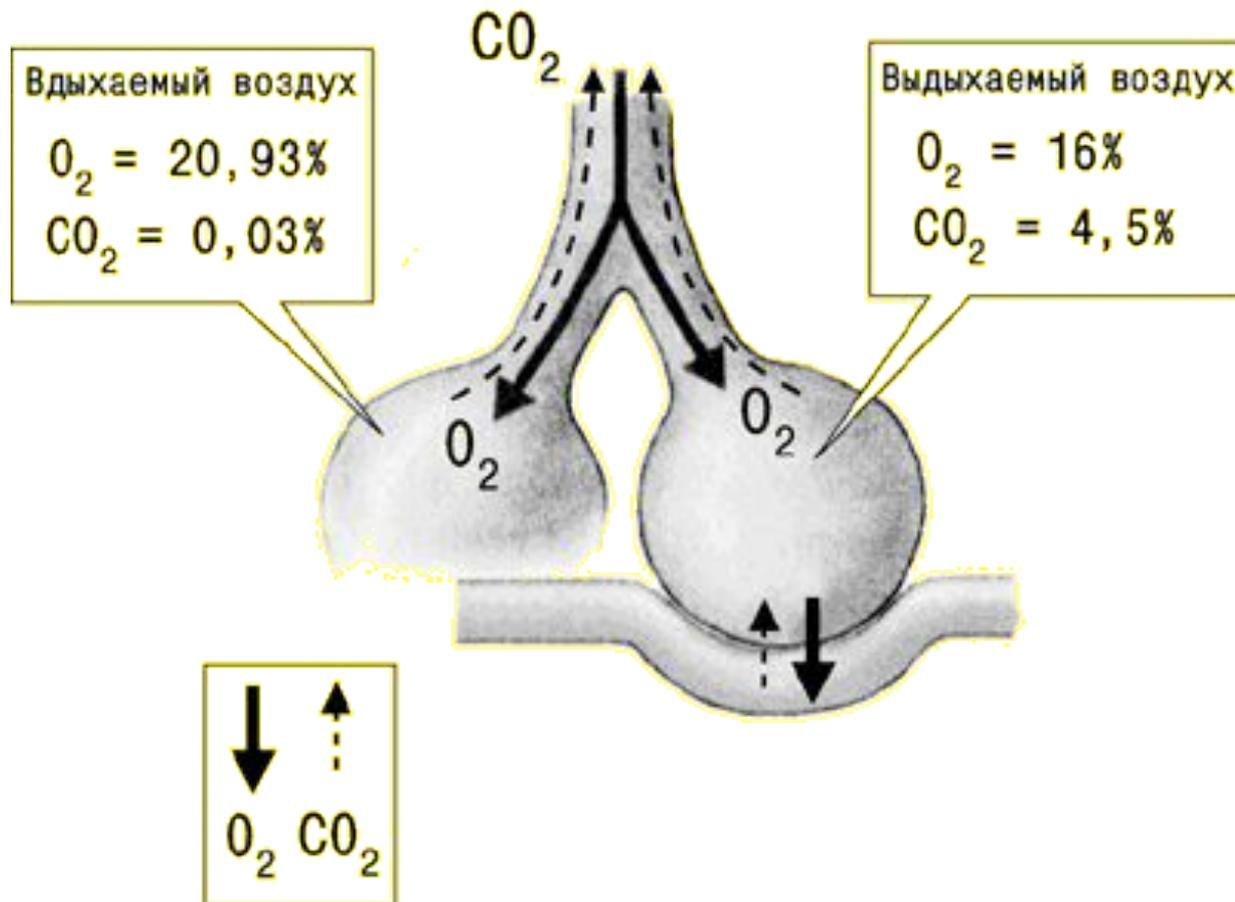
Атмосферный воздух содержит 20,82 % кислорода, 0,03 % двуокиси углерода и 79,03 % азота.

Выдыхаемый воздух содержит в среднем 16,3% кислорода, 4% двуокиси углерода, 79,7% азота.

Альвеолярный воздух отличается от выдыхаемого большим содержанием двуокиси углерода - 5,62 % и меньшим кислорода - в среднем 14,2-14,6, азота - 80,48 % (табл. 1).

Газы	Состав воздуха			Парциальное давление воздуха мм. рт. Ст.		
	вдыхаемый	выдыхаемый	альвеолярный			
Кислород	20,82	16,3	13,90	158,25	116,2	101,1
Двуокись углерод	0,03	4,0	5,62	0,30	28,5	40,0
азот	79,15	79,7	80,48	596,45	558,3	571,8
Водные пары приблизительно	От 0,5 во вдыхаемом до 6,5% в выдыхаемом и альвеолярном воздухе					

Газообмен в легких. Газообмен между альвеолярным воздухом и венозной кровью малого круга кровообращения происходит вследствие разницы парциальных давлений кислорода ($102 - 40 = 62$ мм рт. ст.) и двуокиси углерода ($47 - 40 = 7$ мм рт. ст.).



Связывание и перенос кислорода кровью.

Кислород, поступающий в кровь, в незначительном количестве поглощается плазмой, основная его часть переходит в эритроциты, где связывается с гемоглобином (Hb) и образует с кислородом легко диссоциирующее соединение - **оксигемоглобин** - HbO_2 . Венозная кровь превращается в артериальную.

СТРУКТУРА ГЕМОГЛОБИНА

МОДЕЛЬ МОЛЕКУЛЫ ГЕМОГЛОБИНА



Рис. 6 - структура глобина

Газообмен в тканях.

В тканях кровь отдает O_2 и поглощает CO_2 . Поскольку парциальное давление углекислого газа в тканях достигает 60 - 70 мм рт. ст., а в крови только 46 мм рт. ст., то он диффундирует из тканей в тканевую жидкость и далее в кровь, делая ее венозной. В результате соединения гемоглобина с углекислым газом образуется *карбогемоглобин* - $HbCO_2$.

ГАЗООБМЕН В ЛЕГКИХ И ТКАНЯХ

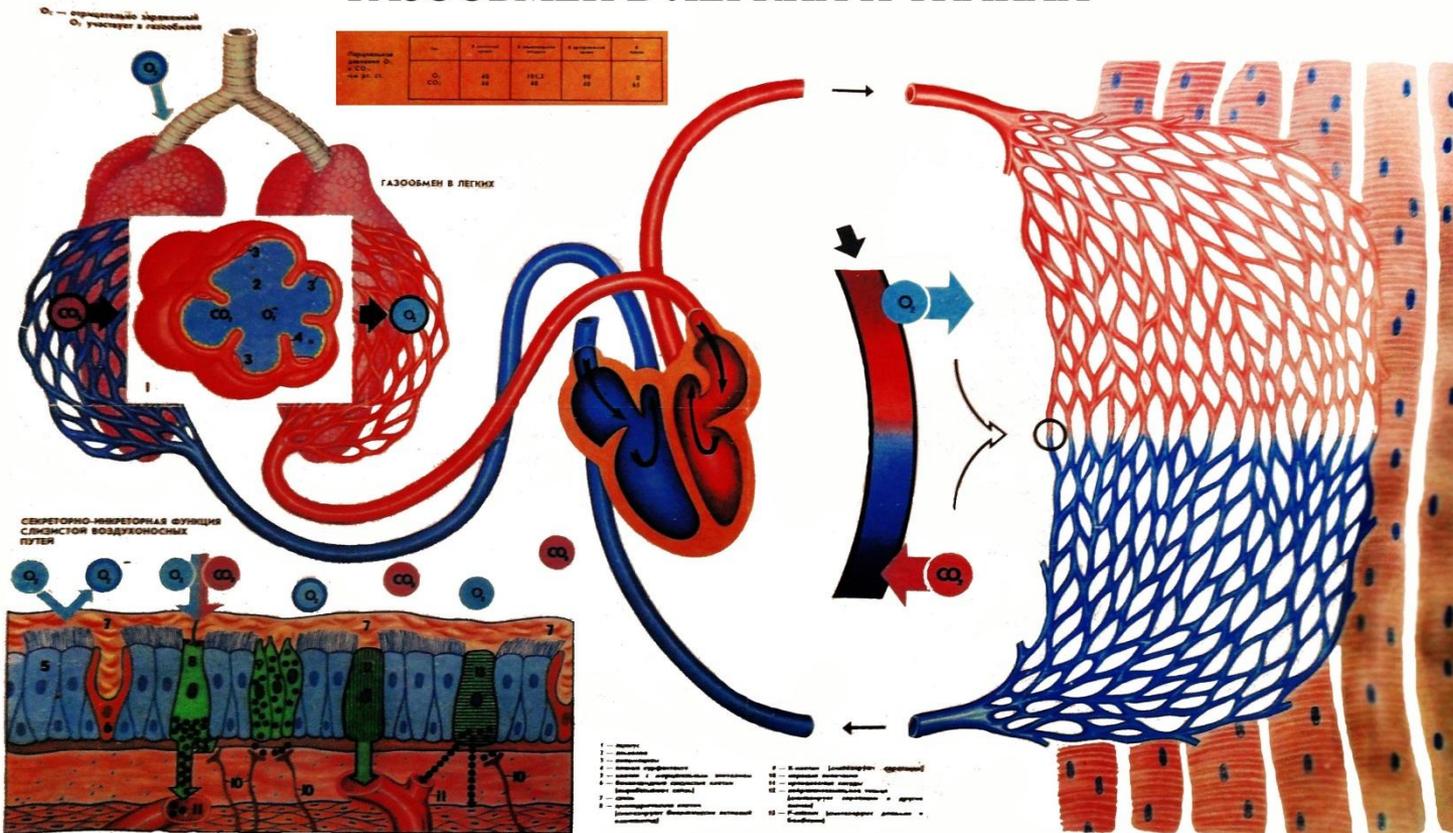


Рис. 7 - Газообмен в легких и тканях

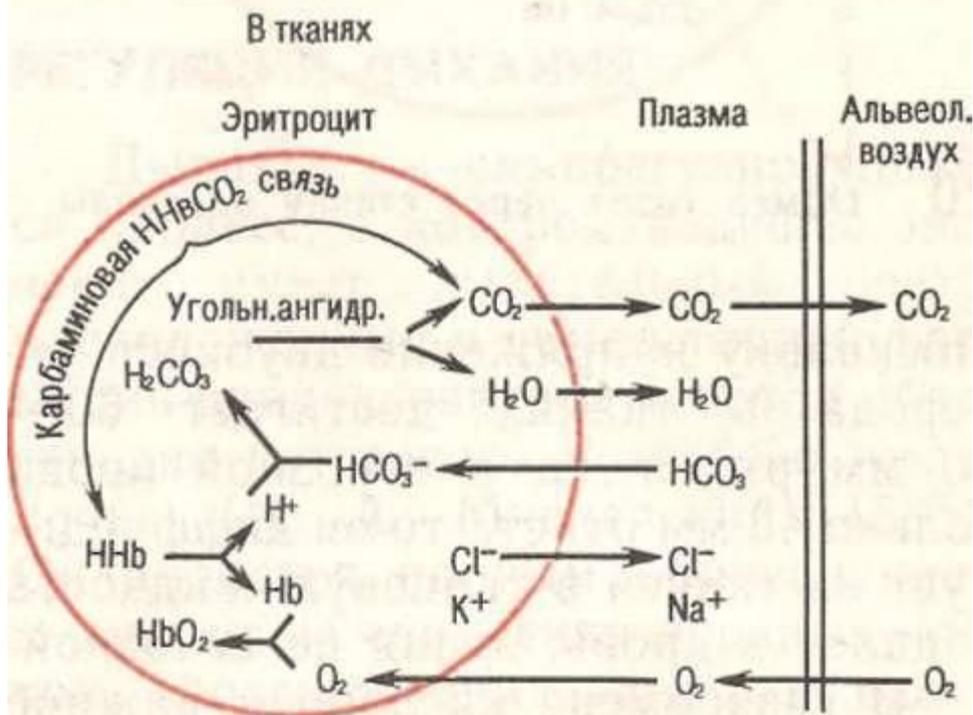
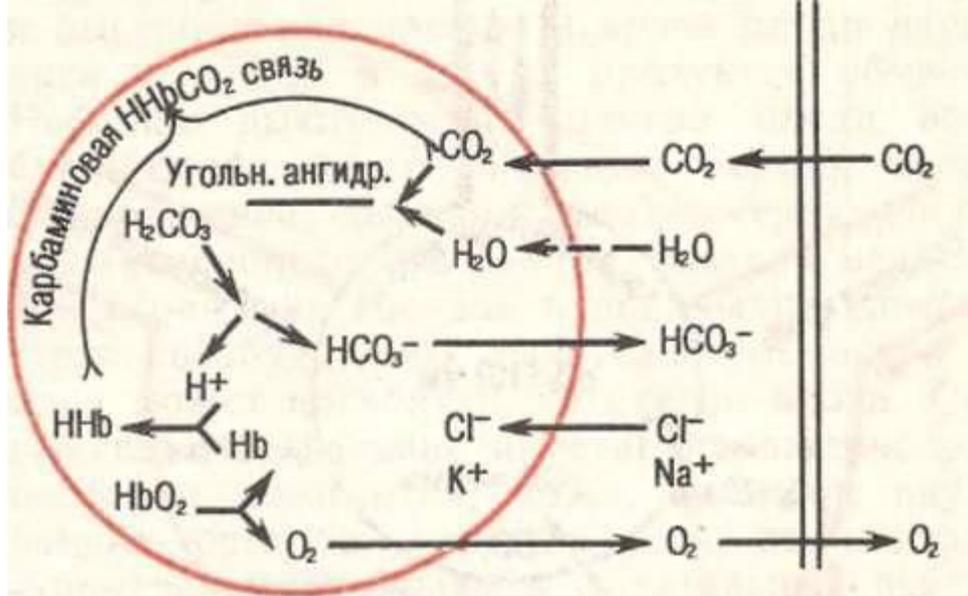


Рис. 8 - Схема процессов, происходящих в эритроцитах при поглощении и отдаче кровью кислорода и двуокиси углерода

Регуляция дыхания

Дыхание - саморегулирующийся процесс, в котором ведущее значение имеет дыхательный центр, расположенный в области дна четвертого мозгового желудочка (Н. А. Миславский, 1885). Он является парным образованием и состоит из скопления нервных клеток, формирующих центры вдоха (инспирация) и выдоха (экспирация). Точной границы между центрами вдоха и выдоха не существует. В верхней части варолиева моста находится центр пневмотаксии. Во время вдоха он вызывает возбуждение нейронов центра выдоха обеспечивая ритмичное чередование (пневмотаксис) вдохов и выдохов, что осуществляется с помощью дыхательных мышц, функции которых регулируются мотонейронами спинного мозга.

РЕГУЛЯЦИЯ ВДОХА И ВЫДОХА

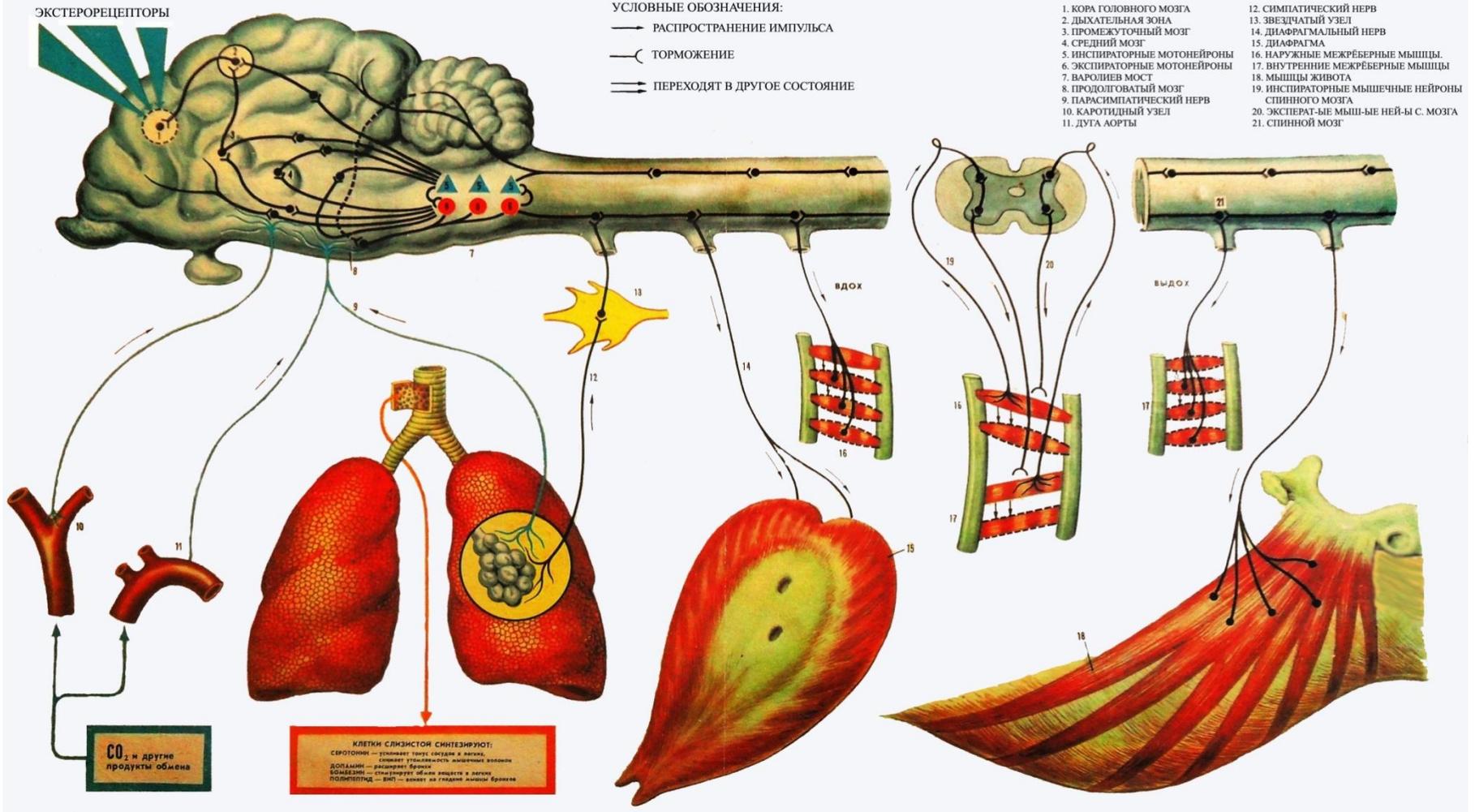
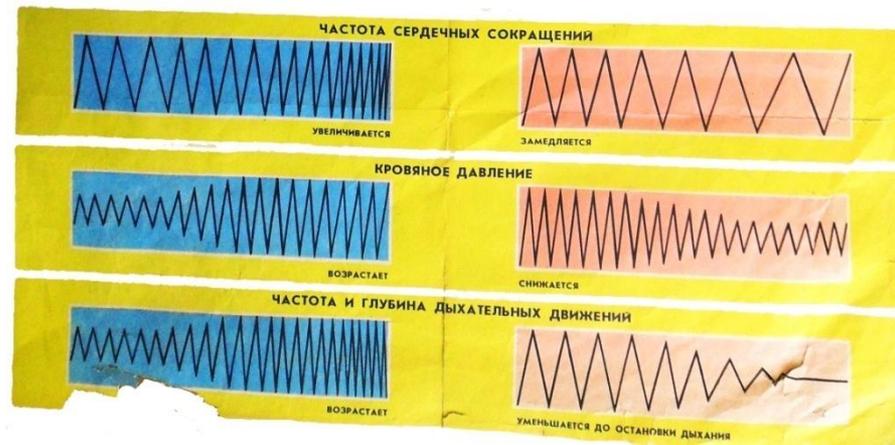
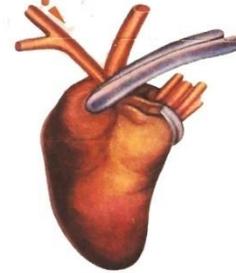
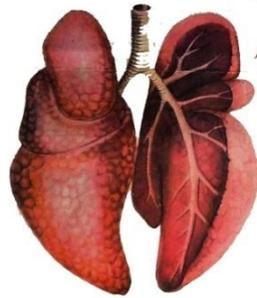
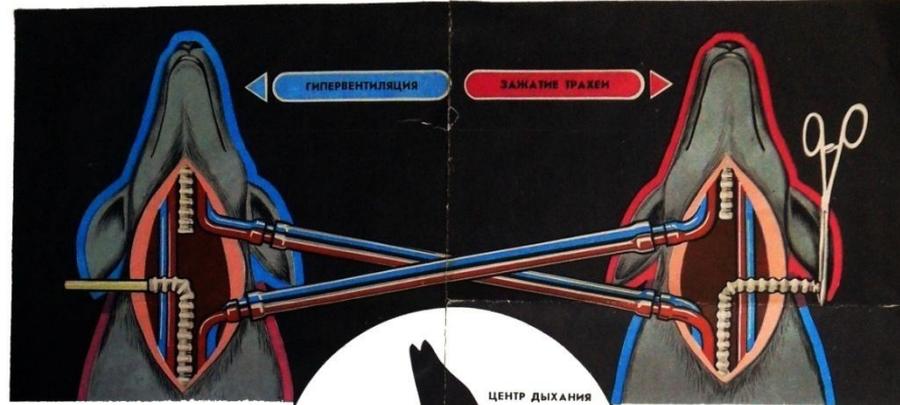


Рис. 9 – Регуляция вдоха и выдоха

Дыхательный центр функционирует по принципу рефлекса с обратной связью. Недостаток кислорода и накопление двуокиси углерода в крови приводят к возбуждению дыхательного центра и к ускорению ритма дыхания. Это гуморальная регуляция дыхания

Значение газового состава крови в регуляции дыхания было впервые доказано Л. Фредериком (1871) в опыте с «перекрестным кровообращением». Для этого у двух собак перерезали, а затем соединяли сонные артерии и яремные вены. В результате такого перекрестного соединения голова одной собаки снабжалась кровью из туловища другой собаки и наоборот. Когда у одной из собак зажимали трахею и производили удушье (апноэ), у другой собаки появлялась резко выраженная одышка (диспноэ). Это доказывает, что у первой собаки вследствие недостатка кислорода произошло накопление CO_2 в крови и, как следствие, возбуждение дыхательного центра, усиление вентиляции легких.

СХЕМА ПЕРЕКРЕСТНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ У ЖИВОТНЫХ



Особенности дыхания у птиц

Дыхание у птиц в морфофункциональном отношении отличается от дыхания у млекопитающих животных. У них относительно длинная трахея, легкие прочно прикреплены к ребрам и отсутствует диафрагма. У птиц, кроме легких, имеются хорошо развитые воздухоносные мешки, расположенные в грудной и брюшной полостях и проникающие в трубчатые кости. В воздухоносных мешках газообмен не происходит, но они выполняют роль резервуаров воздуха, облегчают полет птиц, предохраняют их от перегревания.

При вдохе реберная стенка смещается назад и вниз и передняя часть грудобрюшной полости увеличивается, воздух поступает в легкие и далее по мелким бронхам проникает в воздухоносные мешки. При выдохе грудная клетка сжимается и воздух из воздухоносных мешков проходит через легкие в обратном направлении. Таким образом, через альвеолы воздух проходит как во время вдоха, так и выдоха, дважды отдавая кислород в кровь. Особенно важную роль выполняют воздухоносные мешки во время полета птицы. В этот период грудная клетка остается неподвижной и воздух засасывается воздухоносными мешками при взмахах крыльев.

ОСОБЕННОСТИ ДЫХАНИЯ У ПТИЦ

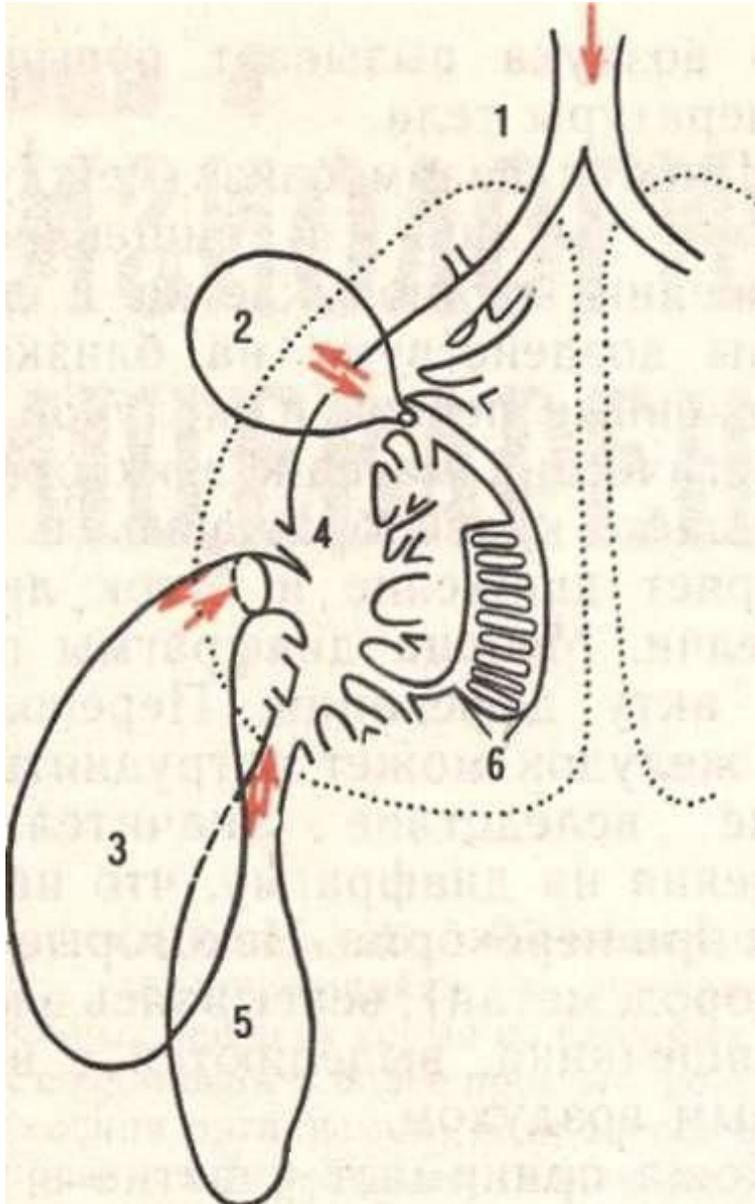


Схема движения воздуха в
воздухоносных
путях птиц:

1 — первичный бронх; 2 — *краниальный*
и

3 — каудальный грудные мешки; 4 —
место

перехода каудального мешка в средние
бронхи; 5 — брюшной воздухоносный
мешок;

6 — вторичные бронхи и парабронхи