

Министерство сельского хозяйства РФ  
ФГОУ ВПО «Брянская государственная сельскохозяй-  
ственная  
академия»

Кафедра нормальной и патологической  
физиологии, зоогигиены и ветеринарной  
радиобиологии

## **Физиология органов дыхания**

Учебно-методическое пособие для самостоятельной внеауди-  
торной работы студентов 2-го курса факультета ветеринарной  
медицины и биотехнологии  
по специальности 111201 «Ветеринария» и  
110401 «Зоотехния»

Второе издание  
переработанное и дополненное

Брянск 2008

Учебное издание

Юрий Валентинович Овсеенко  
Елена Андреевна Кривопушкина

## **ФИЗИОЛОГИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ**

Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы  
студентов 2-го курса факультета ветеринарной медицины и био-  
технологии по специальности 110201 «Ветеринария» и 110401  
«Зоотехния»

Подписано к печати 11.12.2008 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 2,79. Тираж 30 экз. Изд. 1318.

---

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной акаде-  
мии.

243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянская ГСХА.

УДК 636:612 (075)  
ББК 28.67  
О 34

© Брянская ГСХА, 2008  
© Ю.В. Овсеенко, 2008  
© Е.А. Кривопушкина, 2008

Овсеенко Ю.В., Кривопушкина Е.А. Физиология органов дыхания. Учебно-методическое пособие. Брянск: Брянская ГСХА, 2008. - 48 с. – Изд. 2. Переработ. и доп.

## Введение

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов факультета ветеринарной медицины и биотехнологии.

Пособие содержит теоретический и практический материал по разделу: «Физиология органов дыхания». В нем дается описание процесса дыхания, приводятся методики определения некоторых показателей, характеризующих функционирование дыхательной системы, в конце пособия представлен перечень терминов по данной теме.

Рецензент: В.Н. Минченко, кандидат биологических наук, доцент кафедры нормальной и патологической морфологии домашних животных.

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета ветеринарной медицины и биотехнологии Брянской государственной сельскохозяйственной академии, протокол №2 от 10.06.2008 г.

Дыхание – одна из важнейших функций организма. Дыхание представляет собой цепь процессов, обеспечивающих доставку из окружающей среды в митохондрии необходимого для биологического окисления кислорода, а также удаления в окружающую среду углекислого газа. Прекращение дыхания даже на непродолжительное время может привести к необратимым процессам в деятельности центральной нервной системы и вызвать гибель организма.

Интенсивность обмена веществ, и связанная с ней продуктивность животных, всецело зависят от развития и функционирования органов дыхания.

Система органов дыхания неразрывно связана с деятельностью сердечно-сосудистой системы и органами произвольного движения, обеспечивающими вентиляцию легких. Эта функциональная связь, делающая согласованной работу систем органов, обеспечивается нервной системой.

Исследование деятельности системы органов дыхания включает в себя определение частоты дыхания, жизненной емкости легких, минутного объема дыхания, типа дыхания и ряда других показателей.

## Физиология дыхания

### Сущность дыхания. Этапы дыхания

**Дыхание** - совокупность процессов, в результате которых происходит потребление организмом кислорода и выделение углекислого газа. Сущность дыхания заключается в аэробном окислении органических соединений в клетках и получении доступной для организма энергии, необходимой для поддержания физиологических функций и процессов (поддержание постоянной температуры тела, осуществление реакций синтеза, работа сердца и мышц, деятельность нервной системы, транспорт питательных веществ в клетки и т.д.).

Различают следующие этапы дыхания:

**1. Внешнее дыхание** - обмен воздуха между внешней средой и альвеолами легких (вентиляция легких).

**2. Диффузия газов в легких** - кислород поступает из альвеол в кровь, а углекислый газ из крови в альвеолы.

**3. Транспорт газов кровью** - кислород транспортируется от легких к тканям, а углекислый газ от тканей к легким.

**4. Диффузия газов в тканях** - кислород поступает из крови в ткани, а углекислый газ из тканей в кровь. Диффузия - движение газа в виде растворенного вещества по градиенту концентрации

**5. Клеточное дыхание** - потребление кислорода клетками и выделение углекислого газа.

### Характеристика органов дыхания

К органам дыхания относятся **воздухоносные пути и легкие**. **Воздухоносные пути** включают **полость носа, носоглотку, гортань, трахею, бронхи и бронхиолы**. Они обеспечивают доставку атмосферного воздуха в легкие. Слизистая оболочка воздухоносных путей выстлана мерцательным эпителием (с большим количеством ресничек) и бокаловидными клетками, вырабатывающими слизь. В стенке трахеи и бронхов имеется хрящевой остов - каркас.

Воздухоносные пути называют "**вредным**" или "**мёртвым**" пространством, поскольку воздух, находящийся в них, не участвует в газообмене. В воздухоносных путях происходит **согревание и увлажнение** воздуха, **очищение** его от инородных частиц и микроорганизмов (в полости носа удаляется до 85% мелких частиц – до 4,5 мкм, более мелкие частицы, прошедшие дальше, оседают на слизистой трахеи и бронхов, либо поглощаются макрофагами легких). В верхних дыхательных путях имеются **рецепторы защитных рефлексов** (кашель, чихание). В слизистой оболочке дорсо-каудальной части носовой полости заложены **обонятельные рецепторы**.

**Легкие выполняют, главным образом, газообменную функцию**. Легкие состоят из **соединительной ткани (стромы) и паренхимы**. Соединительная ткань разделяет каждую долю легких на более мелкие **дольки**. Паренхима легких состоит из **альвеол**.

Морфологической и функциональной единицей легкого является **ацинус** (лат. acinus - виноградная ягода). Ацинус включает респираторную бронхиолу (диаметр 0,5-0,7 мм) и отходящие от нее альвеолярные ходы, заканчивающиеся **альвеолам**, диаметр которых 0,2 - 0,3 мм (рис. 1). Один ацинус содержит 400-600 альвеол, а 12 - 20 ацинусов формируют легочную дольку.

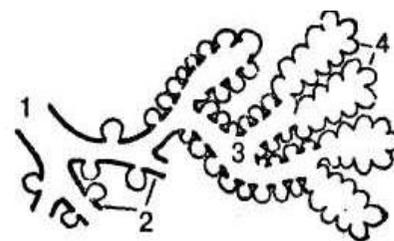


Рис. 1. Схема ацинуса

- 1- терминальная бронхиола
- 2- респираторная бронхиола
- 3- альвеолярные ходы
- 4- альвеолы.

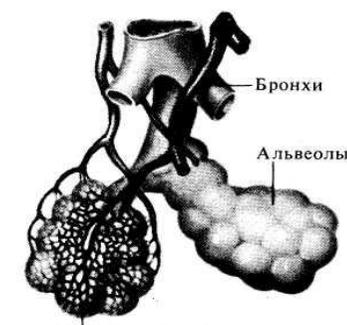


Рис. 2. Легочные альвеолы и их кровоснабжение.

Стенки альвеол состоят из одного слоя плоского эпителия – **альвеолоцитов** первого (респираторных) и второго порядка (секреторных). Между респираторными клетками расположены альвеолярные **макрофаги**.

При выдохе альвеолы полностью не спадаются благодаря наличию на внутренней стенке поверхностно активных веществ - **сурфактантов** (фосфолиппротеины и липополисахариды), вырабатываемых альвеолоцитами второго порядка. Снаружи альвеолы окружены густой сетью капилляров (рис.2). Эпителий альвеол образует с эндотелием капилляров аэрогематический барьер, препятствующий проникновению большинства бактерий и инородных частиц из воздуха в кровь. Общая толщина стенки альвеол и капилляров составляет 0,6-0,8 мкм. Суммарная площадь всех альвеол во время вдоха у человека составляет в среднем 100-140м<sup>2</sup>, а число – 350 - 400 млн.

Кроме кровеносных капилляров, снаружи к альвеолам прилежит сеть эластических волокон, оплетающих альвеолы, а также поддерживающая их сеть коллагеновых волокон, фибробласты, тучные клетки. Эластические волокна, обуславливают эластическую тягу легких, т.е. при выдохе альвеолы возвращаются в первоначальное положение.

Снаружи легкие покрыты серозной оболочкой - **плеврой**, образованной двумя листками (рис. 3).

**Висцеральный** (легочный) листок плотно прилегает к поверхности легкого, а **париетальный** (пристеночный) срастается с внутренней поверхностью грудной клетки. Париетальный листок состоит из трех частей реберной, диафрагмальной и средостенной. Между висцеральным и париетальным листками остается щелевидное пространство - **плевральная полость**, заполненная **серозной** жидкостью. Благодаря этому оба плевральных листка прочно сцеплены. Каждое легкое находится в обособленном серозном мешке. Пространство между правым и левым легким называется средостением. Здесь находится трахея, сердце, сосуды и нервы.

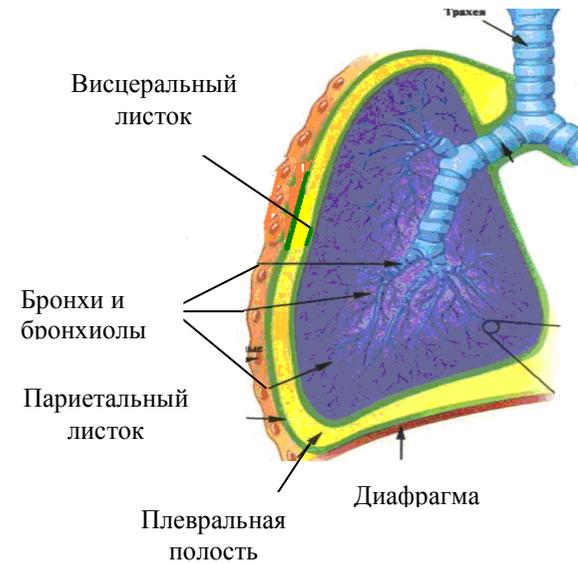


Рис. 3. Схема плевральной полости.

Кроме дыхательной, легкие выполняют следующие функции:

- выделительную - удаление воды, CO<sub>2</sub>, ацетона, этанола, закиси азота и др.,
- защитную – барьер между внешней и внутренней средой, осуществляется фагоцитоз макрофагами, вырабатывается лизоцим, интерферон, иммуноглобулины.
- вырабатывают биологически активные вещества – гепарин, простагландины, тромбопластин и др.,
- инактивируют брадикинин, простагландины группы E и F;
- участвуют в терморегуляции.

### **Механизм вдоха и выдоха. Типы и частота дыхания**

Внутриплевральное давление (в силу эластической тяги легких) ниже атмосферного при выдохе на 3-4 мм водного столба, а при вдохе на 9-10 мм водного столба. Поэтому при вдохе и

выдохе размеры легких точно следуют за размерами грудной клетки (рис. 4).

**Вдох** происходит при сокращении **наружных межреберных** мышц и **диафрагмы**. Межреберные мышцы приподнимают ребра, слегка поворачивают их вокруг оси и отводят в стороны и вперед, а грудину - вниз. В результате сокращения диафрагмы купол ее уплощается, и опускается в брюшную полость (рис.5, 6). При **интенсивном** дыхании принимают участие мышцы грудной и брюшной стенки.

**Выдох** осуществляется пассивно. При расслаблении дыхательных мышц грудная клетка в силу своей тяжести и эластичности реберных хрящей возвращается в исходное положение. При физической нагрузке отмечается форсированное дыхание: выдох становится **активным** за счет сокращения **внутренних межреберных** мышц и мышц **брюшной стенки**. Обычно вдох короче выдоха (у человека в среднем соотношение равно 1:1,3).

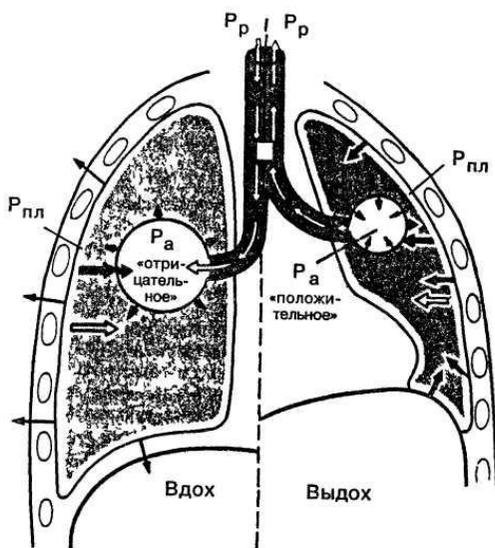


Рис. 4. Схема, объясняющая изменение плеврального давления ( $P_{пл}$ ) и альвеолярного давления ( $P_a$ ) при вдохе (слева) и выдохе (справа).



Рис.5. Положение ребра во время вдоха (пунктирная линия) и выдоха (сплошная линия).

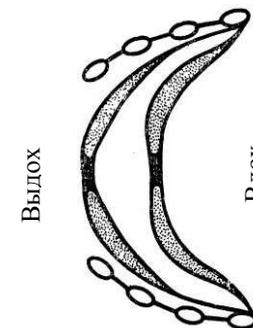


Рис. 6. Положение диафрагмы во время вдоха и выдоха.

В зависимости от того, связано ли расширение грудной клетки преимущественно с поднятием ребер или уплощением диафрагмы, различают **грудной** (реберный) и **брюшной** (диафрагмальный) тип дыхания.

Раньше считалось, что у женщин преобладает грудной, а у мужчин брюшной тип дыхания. Тип дыхания зависит от возраста (с возрастом уменьшается подвижность грудной клетки) и профессии. У лиц занимающихся физическим трудом и певцов преобладает брюшной тип дыхания. У женщин в последние месяцы беременности брюшное дыхание затруднено. Брюшной тип дыхания наиболее эффективный, т.к. при таком дыхании глубже вентилируются легкие (открываются реберно-диафрагмальные синусы).

**Частота дыхательных движений** зависит от вида, массы тела, физиологического состояния, возраста и пола животного.

Частота дыхания некоторых животных за 1 мин: лошадь 8-16, крупный рогатый скот 12-25, свинья 10-18, коза 12-16, кури-

ца 18-34, собака 14-24, рыба 12-30, мышь 200. Обычно частота дыхания в 4-5 раз меньше частоты сердечных сокращений.

### Обмен газов в легких и тканях.

#### Транспорт газов кровью

Диффузия газов в легких происходит вследствие большой площади легочных капилляров и альвеол, а также разности парциального давления. **Парциальное** давление - это часть общего давления газовой смеси, приходящегося на долю того или иного газа.

Например: при атмосферном давлении 760 мм рт. ст. и содержании кислорода в атмосфере - 21% парциальное давление кислорода составит:

760 мм рт. ст. - 100 %

X мм рт. ст. - 21%

$X = (760 \times 20,94):100 = 159$  мм рт. ст.

**Кислород** транспортируется в основном в химически связанном состоянии с гемоглобином (оксигемоглобин) и только 2 - 3 % в растворенном состоянии. Большая часть **углекислого газа** (80%) транспортируется в виде бикарбонатов калия (в эритроцитах) и натрия (в плазме), 10% - в связанном с гемоглобином состоянии и лишь 10 % - в физически растворенном виде.

Таблица 1

Состав вдыхаемого, альвеолярного и выдыхаемого воздуха, (%)

Газ	Вдыхаемый	Альвеолярный	Выдыхаемый
O <sub>2</sub>	20,94	14,20	16,30
CO <sub>2</sub>	0,03	5,20	4,00
N <sub>2</sub>	79,03	80,60	79,70

Таблица 2

Парциальное давление (напряжение) газов в организме (ммрт.ст.)

Газ	Вдыхаемый воздух	Альвеолярный воздух	Венозная кровь	Артериальная кровь	Тканевая жидкость
O <sub>2</sub>	159	100 →	40	95 →	20
CO <sub>2</sub>	0,3	40 ←	47	40 ←	60
N <sub>2</sub>	595	573	573	573	573

Прим.: → показывает направление диффузии газов

#### Регуляция дыхания. Механизм первого вдоха

Дыхание - **саморегулирующийся** процесс, ведущее значение в котором имеет **дыхательный центр**, расположенный в **ретикулярной формации продолговатого мозга**, в области дна четвертого мозгового желудочка.

Дыхательный центр состоит из **центра вдоха** (инспирации) и **центра выдоха** (экспирации). В верхней части варолиева моста находится **центр пневмотаксии**, который координирует деятельность центров вдоха и выдоха. Во время вдоха он вызывает возбуждение центра выдоха и наоборот. Дыхательный центр обладает **автоматией**. Он посылает импульсы к мотонейронам **диафрагмального нерва**, которые расположены в передних рогах 3-4 шейного сегмента спинного мозга, и мотонейронам **межреберных нервов**, расположенных в грудном отделе спинного мозга, в результате чего происходит сокращение межреберных мышц и диафрагмы.

При **вдохе** от рецепторов, расположенных в альвеолах, по блуждающему нерву в дыхательный центр поступают импульсы, сигнализирующие о степени растяжения альвеол, и происходит торможение вдоха (при выдохе - торможение выдоха).

На глубину и частоту дыхания оказывает влияние кора больших полушарий (эмоциональное состояние, болевые ощущения, предстартовое состояние).

**Гуморальная регуляция** осуществляется в результате накопления **двуоксида углерода, водородных ионов** и снижения содержания **кислорода** (гипоксии) в крови, что оказывает прямое воздействие на дыхательный центр или через хеморецепторы (расположенные в каротидных синусах и стенке дуги аорты). От дыхательного центра импульсы поступают к диафрагме и межреберным мышцам, что приводит к их сокращению и совершению акта вдоха. При вдохе альвеолы расширяются и находящиеся в них и бронхах рецепторы растяжения посылают ответные импульсы в центр экспирации, который автоматически подавляет вдох – начинается выдох.

Гуморальную регуляцию дыхания подтверждает опыт Фредерика с перекрестным кровообращением у собак. Под действием адреналина происходит увеличение вентиляции легких.

У плода легкие не функционируют, и газообмен происходит в плаценте, куда кровь поступает через пупочные кровеносные сосуды. Легкие находятся в спавшем состоянии. Во время родов обрывается пуповина, что приводит к резкому понижению напряжения кислорода (гипоксемии) и быстрому накоплению в крови новорожденного  $\text{CO}_2$  (гиперкапнии) и других продуктов обмена, которые возбуждают дыхательный центр. Факторами, стимулирующими дыхательный центр, также являются расширение грудной клетки после выхода из родовых путей и увеличение потока афферентных импульсов (от рецепторов кожи, мышц и др.).

При первом вдохе ребра поднимаются вверх и в стороны и их головки фиксируются в соответствующих ямках позвонков и вернуться в прежнее положение они не могут. Поэтому легкие остаются несколько растянутыми.

### **Дыхание при повышенном и пониженном атмосферном давлении**

При погружении под воду на каждые 10 м давление возрастает на 1 атм.. На глубине 100 м организм человека будет

подвергаться давлению в 11 атм.. В этих условиях в крови и тканях увеличивается количество растворенных газов, среди которых наибольшую опасность представляет азот (он находится в большом количестве в составе воздуха и не может использоваться тканями организма). Азот хорошо растворим в жирах и липоидах, поэтому накапливается в большом количестве в мозгу и нервных стволах (миелин).

При быстрой декомпрессии, т.е. переходе от повышенного давления к нормальному, происходит выделение газов в жидкостях и тканях организма и образуется большое количество газовых пузырьков (эффект шампанского). Пузырьки кислорода быстро потребляются тканями и исчезают. Образовавшиеся пузырьки азота закупоривают капилляры (газовая эмболия), что сопровождается тяжелыми повреждениями ЦНС, органов зрения, слуха, сильными болями в мышцах и суставах, появлением судорог, головокружениями, рвотой, потерей сознания (**кессонная болезнь**). При постепенном снижении давления азот выводится через легкие наружу.

Возникновение кессонной болезни может быть предотвращено использованием для дыхания специальных гелиево-кислородных смесей (гелий почти нерастворим в крови, быстрее диффундирует из тканей).

Давление на уровне моря равно 760 мм рт. ст. (т.е. 1 атм.) В верхних слоях атмосферы давление уменьшается и соответственно с этим снижается парциальное давление кислорода. На высоте **3000** м атмосферное давление уменьшается на 1/3 и составляет 510 мм рт. ст., на высоте **6000** м - на 1/2 - 380 мм рт. ст. и на высоте **9000** м оно снижается на 2/3 – 200 мм рт. ст.

На высоте 3000 м человек чувствует себя удовлетворительно. У него усиливается вентиляция легких, ускоряется кровообращение, а через несколько часов увеличивается содержание гемоглобина.

При подъеме на высоту 4000 - 6000 м снижается напряжение кислорода в крови (**гипоксемия**) и возникают расстройства физиологических функций (**горная болезнь**).

На высоте 15000 м давление воздуха равно 80 мм рт. ст. В этих условиях даже при дыхании **чистым кислородом** (с помощью кислородного прибора) парциальное давление в альвеолярном воздухе значительно ниже нормы и не обеспечивает достаточного поступления кислорода в кровь. Поэтому при полетах в стратосфере необходимы герметичные кабины или индивидуальные герметические скафандры, в которых поддерживается нормальное давление.

### Особенности дыхания у птиц

1. Нет диафрагмы (развита очень слабо).
2. Небольшие легкие (объем у кур 13 см<sup>3</sup>).
3. Длинная трахея, две гортани.
4. Наличие воздухоносных мешков, выпячивания которых проникают в выросты трубчатых костей. Объем воздухоносных мешков у кур составляет 130-150 см<sup>3</sup>.
5. Двойное дыхание (при вдохе воздух идет через легкие в задние брюшные и грудные мешки, а при выдохе через возвратные бронхи снова поступает в легкие).
6. Нет легочной плевры (легкие прочно прикреплены к ребрам).
7. Вдох и выдох осуществляются за счет активного мышечного сокращения.
8. Дыхательная паренхима легких представлена слепыми выростами, образованными стенками парабронхов (воздушными капиллярами), которые окружены соединительной тканью и образуют воронки.
9. Высокий уровень обмена веществ. Общий объем дыхательной системы у птиц в 3 раза больше, чем у млекопитающих такой же живой массы.
10. В мышцах птиц много миоглобина.

### Практическая часть

1. Подсчет частоты дыхательных движений у животных. Частота дыхательных движений зависит от вида, массы тела,

физиологического состояния, возраста и пола животного. Частоту дыхания определяют у животных следующими способами:

- по движению ребер и мышц живота;
- с помощью фонендоскопа по шумам в области трахеи и легких;
- по движению воздуха во время выдоха (поднося тыльную сторону кисти руки к носу животного).

Частота дыхания у взрослого человека в покое равна: 10 – 20, у детей 20 - 30, у грудных 30 - 40 и новорожденных 40 – 50.

**Задание.** Подсчитать у себя частоту дыхания в покое, и после выполнения физической нагрузки (20 приседаний).

### 2. Определение жизненной емкости легких

**Жизненная емкость легких** - максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после самого глубокого вдоха.

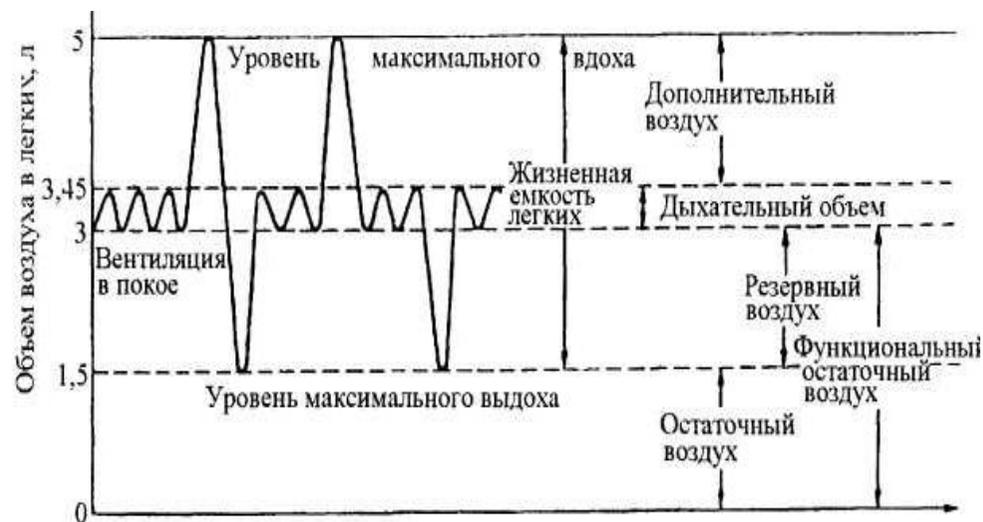


Рис. 7. Соотношение порций воздуха в легких человека

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) состоит из дыхательного (ДО), дополнительного и резервного объемов воздуха (рис.7).

**Дыхательный (ДО)** - воздух, который вдыхается при спокойном вдохе. Объем этого воздуха составляет у лошади 5-6л, коровы 4,5-6л, у человека 0,35-0,65л.

**Дополнительный** - воздух, который можно вдохнуть после спокойного вдоха. Объем этой порции воздуха равен у лошади 10-12 л, у человека 1,8- 2,0 л.

**Резервный** - воздух, который можно выдохнуть после спокойного выдоха. Объем этой порции воздуха равен у лошади 10-12 л, у коровы 5-7 л, у человека 1,2-1,4 л.

**Остаточный** - воздух, который остается в легких после самого глубокого выдоха. Объем остаточного воздуха равен у лошади 10 л, у человека 1 л.

**Альвеолярный воздух** – часть выдыхаемого воздуха, достигшая полости перфузируемых альвеол. Жизненную емкость легких (ЖЕЛ) и составляющие ее объемы определяют с помощью водяного или суховоздушного спирометров (рис.8).

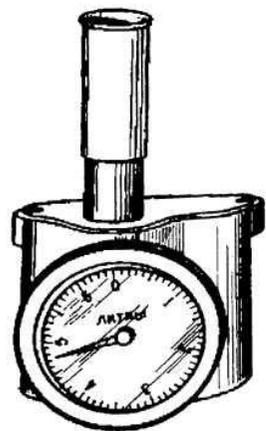


Рис. 8 Суховоздушный спирометр.

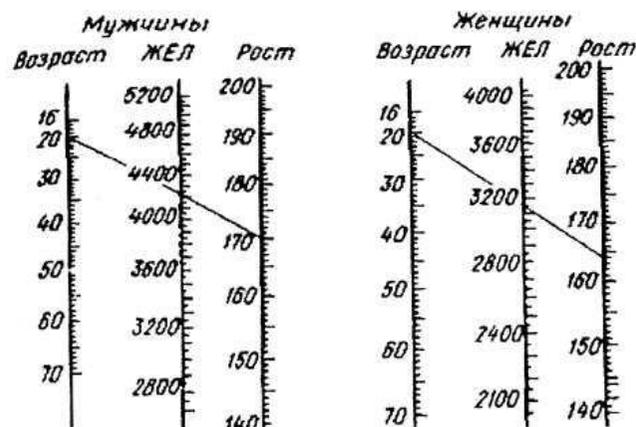


Рис.9. Номограмма для определения величины ЖЕЛ.

Полученные величины сравнивают с должными, рассчитанными по формулам или найденным по номограммам.

Жизненная емкость легких у человека зависит от возраста, роста, пола и физического развития. Ее рассчитывают по формулам или определяют по номограммам (рис. 9) - отклонения на  $\pm 15\%$  считаются незначительными.

Мужчины: ЖЕЛ (л) = 2,5 × рост (м) или

$$\text{ЖЕЛ (л)} = 27,63 - 0,112 \times \text{возраст (годы)} \times \text{рост (см)}$$

Женщины: ЖЕЛ (л) = 2,3 × рост (м) или

$$\text{ЖЕЛ(л)} = 21,78 - 0,101 \times \text{возраст (годы)} \times \text{рост (см)}$$

**Задание.** Определить при помощи спирометра жизненную емкость легких в покое, а также после физической нагрузки. Для этого необходимо взять сухой спирометр, установить его стрелку на ноль. Протереть мундштук спирометра в рот, произвести максимальный выдох. Измерение ЖЕЛ произвести несколько раз, найти среднее значение. Сравнить полученный результат с величиной ЖЕЛ, рассчитанной по формуле, и найденной по номограмме. Определить при помощи спирометра дыхательный, дополнительный и резервный объемы воздуха.

### 3. Определение минутного объема дыхания

Показателем вентиляции легких является **минутный объем дыхания** (МОД) - т.е. количество воздуха вдыхаемого (или выдыхаемого) за одну минуту. Минутный объем дыхания равен произведению дыхательного объема на частоту дыхательных движений. Характеризует интенсивность дыхания и процесс вентиляции в условиях покоя, составляет у человека в покое 5-10 л/мин, при физической нагрузке может достигать 120-140 л/мин. Однако этот показатель недостаточно характеризует эффективность дыхания, поскольку часть воздуха, находящаяся во "вредном пространстве", не участвует в газообмене.

Например: Определить минутный объем легочной вентиляции у двух человек, если первый за одну минуту делает 10 дыхательных движений, а второй 20. Объем дыхательного воз-

духа равен соответственно 600 и 300 мл. Минутный объем дыхания будет равен у первого  $10 \cdot 600 \text{ мл} = 6000 \text{ мл}$ , а у второго  $20 \cdot 300 \text{ мл} = 6000 \text{ мл}$ .

Объем "вредного пространства" составляет 25 - 30 % от объема дыхательного воздуха. У человека эта порция воздуха составляет примерно 150 мл. С учетом этого объем воздуха прошедший через альвеолы легких составит (*альвеолярная вентиляция*): у первого человека  $6000 \text{ мл} - (150 \text{ мл} \cdot 10) = 4500 \text{ мл}$ , а у второго  $6000 \text{ мл} - (150 \text{ мл} \cdot 20) = 3000 \text{ мл}$ .

Таким образом, более эффективным будет дыхание при медленном, но глубоком дыхании.

**Задание.** Определить у себя минутный объем легочной вентиляции.

#### 4. Определение коэффициента легочной вентиляции

Для определения степени обновления воздуха в легких при одном вдохе рассчитывают **коэффициент легочной вентиляции** - т.е. отношение объема вдыхаемого воздуха к альвеолярному, выраженное в процентах.

*Пример.* При объеме дыхательного воздуха у человека 500 мл в альвеолы легких поступит  $500 \text{ мл} - 150 \text{ мл} = 350 \text{ мл}$ . Альвеолярная порция воздуха состоит из остаточного и резервного (функциональная остаточная емкость)  $1000 \text{ мл} + 1500 \text{ мл} = 2500 \text{ мл}$ .

Таким образом, коэффициент легочной вентиляции составит  $(350 \text{ мл} : 2500 \text{ мл}) \times 100 = 14,0 \%$ .

Таким образом, при вдохе воздух обновляется на 1/7 часть. В результате низкой степени обновления воздуха состав газа в альвеолах достаточно постоянный и даже при физической нагрузке не происходит резкого перепада его химического состава.

**Задание.** Рассчитать собственный коэффициент легочной вентиляции.

**Задание.** Рассчитать напряжение  $O_2$  и  $N_2$  в крови водоплавающего животного на глубине 100 м.

Определить направление диффузии  $O_2$  у летчика на высоте 15000 м, если у него произошла разгерметизация скафандра.

Таблица 3

Изменение давления в зависимости от высоты над уровнем моря

Высота над уровнем моря, м	Давление, мм рт. ст.
0	760
3000	510
6000	380
9000	200
15000	80

#### 5. Определение кислородной емкости крови

Кислородная емкость крови это максимальное количество кислорода, которое может быть связано 100 мл крови. Масса грамм-молекулы  $O_2 = 22400$ , а одной полипептидной цепи гемоглобина 16400. Отсюда 1 г Hb теоретически может присоединить 1,36 мл  $O_2$ . Однако фактически эта величина составляет 1,34 мл.

**Задание.** Рассчитайте количество кислорода, которое может быть связано с гемоглобином у коровы массой 500 кг, если количество крови составляет 62 мл/ кг живой массы.

#### 6. Диффузия газов в легких

Проницаемость легочной мембраны для газа выражается величиной диффузионной способности легких. Это - количество газа, проникающего через легочную мембрану в 1 мин при перепаде давления, равном 1 мм рт. ст. В норме диффузионная способность легких для  $O_2$  составляет 25 мл/(мин мм рт. ст.<sup>1</sup>). Для  $CO_2$  вследствие высокой растворимости этого газа в легочной мембране диффузионная способность в 24 раза выше, чем для  $O_2$ . Времени протекания крови через капилляры малого

круга (в среднем 6 с) достаточно для практически полного выравнивания парциального давления в альвеолах и напряжения газов в капиллярах:  $O_2$  растворяется в крови и связывается с гемоглобином, а  $CO_2$  переходит в альвеолярный воздух. Переход  $CO_2$  в альвеолярный воздух при относительно небольшой разнице давлений объясняется высокой диффузионной способностью легких для этого газа.

**Ход работы.** У лягушки препаровальной иглой разрушают спинной и головной мозг и прикрепляют к препаровальной дощечке спиной вниз. Отрезают нижнюю челюсть. Прошивают лигатурой один из краев голосовой щели; подтягивают его за эту лигатуру и вводят канюлю в трахею. С помощью хирургической иглы обводят лигатуру вокруг трахеи (вкалывая кривую иглу в ткани, окружающие трахею) и закрепляют трахею на канюле, плотно завязав нитку хирургическим узлом. Раздув слегка через канюлю легкие, зажимают зажимом короткую резиновую трубку, надетую на свободный конец канюли. Вскрывают грудную полость лягушки, осторожно отделяют легкие от тела, приподнимая их за канюлю и стараясь не прикасаться к ним ножницами. Легкие слегка раздувают в стеклянную емкость, сквозь которую пропускают  $CO_2$  из аппарата Киппа (рис. 10).

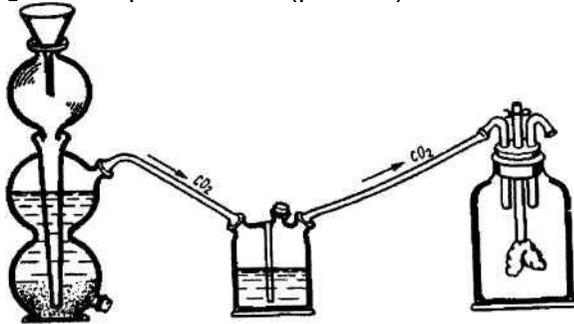


Рис.10. Диффузия углекислого газа через альвеолы легких

Теперь внутри легких находится воздух, мало отличающийся по составу от атмосферного, снаружи -  $CO_2$ . Газы диффундируют сквозь стенку легкого в сторону меньшего парциаль-

ного давления. Находящиеся внутри легкого  $N_2$  и  $O_2$  диффундируют в стеклянную емкость, а  $CO_2$  из стеклянной емкости - внутрь легкого. Диффузия  $CO_2$  значительно выше других газов, поэтому легкие увеличиваются в объеме, раздуваются.

Запишите в тетрадь протокол опыта, зарисуйте схему установки. Объясните наблюдаемые явления.

### 7. Наблюдение за движением мерцательного эпителия

**Мерцательный эпителий**, выстилающий слизистую оболочку верхних дыхательных путей, способствует очищению вдыхаемого воздуха от примесей (частиц пыли, микробов и др.) и удалению их из организма. Наблюдение за движением ресничек удобно производить на эпителии, выстилающем глотку и пищевод лягушки.

**Ход работы.** Обездвижить лягушку, разрушив головной и спинной мозг препаровальной иглой. Вскрыть брюшную полость, вырезать пищевод вместе с желудком, разрезать их и прикрепить на препаровальной дощечке с помощью булавок. На слизистую оболочку пищевода (в верхней части) поместить кусочки пробки. Проследить за их передвижением. С помощью миллиметровой бумаги определить скорость передвижения кусочка пробки. Скальпелем срезать маленький кусочек слизистой оболочки пищевода, поместить его на предметное стекло в каплю физиологического раствора и накрыть покровным стеклом. Рассмотреть препарат под микроскопом сначала при малом, а затем при большом увеличении.

Опишите полученные результаты, сделайте заключение о функции мерцательного эпителия.

### **Термины по теме: «Дыхание»**

1. Альвеола (лат. alveolus - лунка, ячейка) - слепое выпячивание терминальных бронхиол и альвеолярных ходов, где происходит газообмен между альвеолярным воздухом и кровью легочных капилляров. Диаметр 0,2 - 0,3 мм.
2. Апноэ (гр. а - приставка означающая отрицание + гр. рное - дыхание) - прекращение дыхательных движений.
3. Асфиксия (asphyxia - удушье) - остро протекающий процесс прекращения газообмена между организмом и окружающей средой, приводящий к гипоксии и гиперкапнии. Асфиксия связана главным образом с параличом дыхательного центра.
4. Ателектаз (гр. ateles – неполное, ectasis- растяжение) – спадение стенок альвеол и выключение данного участка легких из газообмена
5. Ацинус (лат. acinus - виноградная ягода) - морфофункциональная единица легкого. Ацинус включает респираторную (дыхательную) бронхиолу, альвеолярные ходы и альвеолы. Один ацинус содержит 400 - 600 альвеол.
6. Аэрогематический барьер (гр. aegos - воздух + гр. haima - кровь) - структурно-функциональное образование легкого, отделяющее газовую фазу альвеолярного воздуха от жидкой фазы клеточных и неклеточных элементов органа. Аэрогематический барьер непроницаем для взвешенных частиц, крупных белковых молекул и большинства микробных тел. Его толщина составляет 0,6 - 0,8 мкм.
7. Гипербария (гр. hyper – над, сверх, baros – тяжесть) - повышение атмосферного давления
8. Гипобария (гр. huro – под, внизу, baros – тяжесть) - понижение атмосферного давления
9. Гиперкапния (гр. hyper – над, сверх, carnos – дым) - увеличение в крови содержания  $CO_2$
10. Гипокапния (huro + гр. carnos - дым) - пониженное парциальное давление углекислого газа в крови. Возникает при избыточном выведении  $CO_2$  из организма при гипервентиляции. Гипокапния ведет к понижению возбудимости дыхательного центра.
11. Гипоксемия (huro + лат. oxuqenium - кислород + гр. haima - кровь) - снижение содержания и парциального давления кислорода в крови.
12. Гипоксия (лат. huro - внизу, снизу, под, ниже + oxuqenium -кислород) - состояние возникающее при недостаточном снабжении тканей организма кислородом.
13. Диспноэ (гр. dys - приставка обозначающая отделение, отрицание + гр. рное - дыхание) - расстройство внешнего дыхания. Проявляется различной степенью нарушения частоты, амплитуды и ритма дыхательных движений (одышка).
14. Дополнительный объем (резервный объем вдоха) – максимальный объем воздуха, который может вдохнуть человек после спокойного вдоха.
15. Дополнительный объем выдоха (резервный объем выдоха) – объем воздуха, который человек может выдохнуть после спокойного выдоха.
16. Дыхательный объем – объем воздуха, который проходит через легкие при спокойном вдохе и выдохе.
17. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) - включает в себя
18. Инспирация (лат. inspiratio) - вдох, вдыхание.
19. Карбоангидраза - фермент находящийся преимущественно в эритроцитах (в зависимости от напряжения  $CO_2$ ) усиливающий реакцию гидратации ( $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$ ) в капиллярах тканей или реакцию дегидратации ( $H_2CO_3 = CO_2 + H_2O$ ) в капиллярах легких, где более низкое напряжение  $CO_2$ .
20. Кессонная болезнь - состояние, возникающее при быстрой декомпрессии, сопровождающееся болями в суставах, головокружениями, рвотой, одышкой, потерей сознания

21. Кислородная емкость крови - максимальное количество  $O_2$ , которое может быть связано 100 мл крови. Так, 1 г гемоглобина связывает 1,34 мл  $O_2$
22. Коэффициент вентиляции легких
23. Мертвое (или вредное) пространство – пространство воздухоносных путей (полость рта, глотки, гортани, трахеи, бронхов и бронхиол), газообмен в котором не происходит
24. Минутный объем дыхания объем воздуха, проходящий через легкие за 1 минуту
25. Общая емкость легких (ОЕЛ) - объем воздуха, находящийся в легких после максимального вдоха
26. Остаточный объем – объем воздуха, который остается в легких после максимального выдоха
27. Парциальное давление (лат. *partialis* –частичный) – часть давления, которую составляет данный газ входящий в состав газовой смеси
28. Плевра (*pleura* – стенка) – соединительно-тканная оболочка, покрывающая легкие и выстилающая внутреннюю поверхность грудной клетки
29. Плевральная полость - замкнутая полость (заполненная серозной жидкостью) вокруг каждого легкого
30. Пневмография (гр. *pneuma* - дыхание, *grapho*- пишу) – метод регистрации (записи) дыхательных движений пневмографом
31. Пневмоторакс (гр. *pneumon* - легкое + *thorax* - грудь) - скопление воздуха в плевральной полости вследствие повреждения грудной клетки
32. Рефлекс Геринга-Брейера – рефлекс торможения вдоха при растяжении легких, контролирует глубину и частоту дыхания
33. Спирограф (лат. *spirare* – дуть, дышать, *grapho*- пишу) – прибор замкнутой газообменной системы
34. Спирография – метод графической регистрации показателей внешнего дыхания
35. Спирограмма – кривая, записанная с помощью спирографа.
36. Спирометрия (лат. *spirare* – дуть, дышать + гр.*metron* -мера) – метод определения жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и составляющих ее объемов воздуха
37. Сурфактанты (англ. *surfactant*) – поверхностно-активные вещества (фосфолиппротеины и липополисахариды), увеличивающие поверхностное натяжение и не позволяющие полностью спадать альвеолам
38. Функциональная остаточная емкость легких (ФОЕ) объем воздуха в легких после спокойного выдоха
39. Экспирация (лат. *expirare*) - выдох, выдыхание
40. Эластическая тяга легких – сила, с которой легкие стремятся уменьшить свой объем
41. Эмфизема легкого (гр. *emphysema* - вздутие) - чрезмерное скопление воздуха, растяжение и местами разрыв легочных альвеол. При этом нарушается вентиляция и газообмен в легких
42. Эмболия (гр. *emballo* - вбрасывание) - закупорка кровеносных сосудов эмболами (частицами), приносимыми кровью или лимфой (газоэмболия – закупорка пузырьками газа)
43. Эупное - нормальная вентиляция легких (в покое)

### **Задания в тестовой форме по теме «Дыхание»**

1. ЧАСТОТА ДЫХАНИЯ У ЛОШАДИ В ПОКОЕ
  - 1) 12-25 дв./м
  - 2) 8-16 дв./м
  - 3) 18-34 дв./м
  - 4) 30-40 дв./м
2. ОБОНЯТЕЛЬНЫЕ РЕЦЕПТОРЫ РАСПОЛОЖЕНЫ
  - 1) в передней части носовой полости
  - 2) в средней части носовой полости
  - 3) в передней и средней части носовой полости
  - 4) в задней части носовой полости
3. СУРФАКТАНТ
  - 1) повышает поверхностное натяжение
  - 2) понижает поверхностное натяжение
  - 3) увлажняет поверхность альвеол
  - 4) защищает поверхность альвеол
4. НА ВОЗБУДИМОСТЬ ДЫХАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА В БОЛЬШЕЙ МЕРЕ ВЛИЯЕТ
  - 1) кислород
  - 2) угольная кислота
  - 3) аммиак
  - 4) рН крови
5. МОТОНЕЙРОНЫ МЕЖРЕБЕРНЫХ НЕРВОВ РАСПОЛОЖЕНЫ
  - 1) в продолговатом мозге
  - 2) в шейном отделе спинного мозга
  - 3) в грудном отделе спинного мозга
  - 4) в поясничном отделе спинного мозга
6. ОСТАТОЧНЫЙ ВОЗДУХ
  - 1) воздух, который остается в легких после спокойного выдоха
  - 2) воздух, который остается в легких после самого глубокого выдоха
  - 3) воздух, который остается в воздухоносных путях
  - 4) воздух, выдохнутый после спокойного вдоха
7. ОБЪЕМ ДЫХАТЕЛЬНОГО ВОЗДУХА У ЧЕЛОВЕКА

- 1) 500 мл
  - 2) 1,0 л
  - 3) 3,0 л
  - 4) 150 мл
8. НАПРЯЖЕНИЕ КИСЛОРОДА В АРТЕРИАЛЬНОЙ КРОВИ
    - 1) 20 мм рт. ст.
    - 2) 40 мм рт. ст.
    - 3) 95 мм рт. ст.
    - 4) 100 мм рт. ст.
  9. АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ НА ВЫСОТЕ 9000 МЕТРОВ
    - 1) 510 мм рт. ст.
    - 2) 380 мм рт. ст.
    - 3) 200 мм рт. ст.
    - 4) менее 100 мм рт. ст.
  10. ЧАСТОТА ДЫХАНИЯ В ПОКОЕ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА
    - 1) 12-25 дв./м
    - 2) 8-16 дв./м
    - 3) 18-34 дв./м
    - 4) 30-40 дв./м
  11. ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ОТКРЫЛ
    - 1) Н.А.Миславский
    - 2) Ф.В.Овсянников
    - 3) В.Я.Данилевский
    - 4) И.М.Сеченов
  12. ОБЪЕМ ДЫХАТЕЛЬНОГО ВОЗДУХА У ЛОШАДИ
    - 1) 3 – 4 л
    - 2) 5 – 6 л
    - 3) 10 – 12 л
    - 4) 26 - 30 л
  13. АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ СОДЕРЖИТ
    - 1)  $O_2 - 20,94 \%$  :  $CO_2 - 0,03 \%$  :  $N_2 - 79,03 \%$
    - 2)  $O_2 - 14,20 \%$  :  $CO_2 - 5,20 \%$  :  $N_2 - 80,60 \%$
    - 3)  $O_2 - 16,30 \%$  :  $CO_2 - 4,00 \%$  :  $N_2 - 79,70 \%$
    - 4)  $O_2 - 60,94 \%$  :  $CO_2 - 0,03 \%$  :  $N_2 - 39,03 \%$
  14. КЕССОННАЯ БОЛЕЗНЬ

- 1) состояние, возникающее при быстрой декомпрессии
  - 2) состояние, возникающее при недостаточном снабжении тканей кислородом
  - 3) состояние, возникающее при нарушении газообмена между организмом и внешней средой
  - 4) состояние, возникающее при чрезмерном скоплении воздуха, растяжением и разрывом легочных альвеол
15. КАРБОАНГИДРАЗА ЭТО ФЕРМЕНТ,
- 1) способствующий образованию и распаду угольной кислоты
  - 2) усиливающий окислительные процессы в тканях
  - 3) способствующий связыванию гемоглобином кислорода и углекислого газа
  - 4) участвующий в процессах клеточного дыхания
16. ВАЛЕНТНОСТЬ ЖЕЛЕЗА В ОКСИГЕМОГЛОБИНЕ
- 1) I
  - 2) II
  - 3) III
  - 4) IV
17. ПРОНИКНОВЕНИЕ ВОЗДУХА В ПЛЕВРАЛЬНУЮ ПОЛОСТЬ НАЗЫВАЕТСЯ
- 1) асфиксия
  - 2) эмфизема
  - 3) апное
  - 4) пневмоторакс
18. В ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ СОДЕРЖИТСЯ
- 1) воздух
  - 2) серозная жидкость
  - 3) серозная жидкость и воздух
  - 4) лимфа
19. КОЛИЧЕСТВО АЛЬВЕОЛ В АЦИНУСЕ ЛЕГКИХ
- 1) до 100 шт.
  - 2) 200 – 300 шт.
  - 3) 400 – 600 шт.
  - 4) более 600 шт.
20. К МЫШЦАМ - ЭКСПИРАТОРАМ ОТНОСЯТСЯ

- 1) диафрагмальные и наружные межреберные
  - 2) внутренние межреберные и мышцы живота
  - 3) наружные межреберные
  - 4) диафрагмальные
21. АЭРОГЕМАТИЧЕСКИЙ БАРЬЕР
- 1) структурно-функциональное образование легкого, отделяющее газовую фазу альвеолярного воздуха от внутренней среды организма
  - 2) образование, отделяющее легкое от внутренней стенки грудной клетки
  - 3) внутренняя стенка альвеолы, покрытая сурфактантами
  - 4) слизь, покрывающая воздухоносные пути
22. ГИПОКАПНИЯ
- 1) снижение содержания и парциального давления кислорода в крови
  - 2) состояние, возникающее при недостаточном снабжении тканей кислородом
  - 3) понижение парциального давления углекислого газа в крови
  - 4) состояние, возникающее при быстрой декомпрессии
23. ЭЛАСТИЧЕСКАЯ ТЯГА ЛЕГКИХ
- 1) способность легких к растяжению
  - 2) способность легких сохранять воздух в альвеолах, при самом глубоком выдохе
  - 3) способность легких противодействовать растяжению
  - 4) способность легких следовать за движением грудной клетки
28. ОБЩАЯ ЕМКОСТЬ ЛЕГКИХ
- 1) объем воздуха, который можно выдохнуть после самого глубокого вдоха
  - 2) объем воздуха, который можно выдохнуть после спокойного вдоха
  - 3) объем воздуха, который можно выдохнуть после самого глубокого вдоха, плюс остаточный воздух
  - 4) дыхательный, резервный и остаточный воздух
29. ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ВОЗДУХ

- 1) воздух, который можно вдохнуть после самого глубокого вдоха
  - 2) воздух, который можно выдохнуть после спокойного вдоха
  - 3) воздух, который находится в легких после вдоха
  - 4) воздух, который остается в легких после выдоха
30. ДАВЛЕНИЕ В ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ ПРИ ВДОХЕ
- 1) снижается
  - 2) повышается
  - 3) не изменяется
  - 4) равно атмосферному
31. НАПРЯЖЕНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АРТЕРИАЛЬНОЙ КРОВИ
- 1) 0,3 мм рт. ст.
  - 2) 40 мм рт. ст.
  - 3) 47 мм рт. ст.
  - 4) 60 мм рт. ст.
32. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ПЕРЕНОСИТСЯ КРОВЬЮ
- 1) в составе карбогемоглобина
  - 2) в составе карбоксигемоглобина
  - 3) в составе солей угольной кислоты
  - 4) в физически растворенном виде
33. ЭМБОЛИЯ ГАЗОВАЯ (ВОЗДУШНАЯ)
- 1) процесс прекращения газообмена между организмом и окружающей средой
  - 2) нормальная вентиляция легких (в покое)
  - 3) скопление воздуха в плевральной полости
  - 4) закупорка кровеносных сосудов пузырьками воздуха
34. КОЭФФИЦИЕНТ ЛЕГОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ РАВЕН
- 1) 0,7%
  - 2) 14 %
  - 3) 25 %
  - 4) 70 %
  - 5)
35. ВЫДЫХАЕМЫЙ ВОЗДУХ СОДЕРЖИТ
- 1)  $O_2 - 20,94 \%$ ;  $CO_2 - 0,03 \%$ ;  $N_2 - 79,03 \%$
  - 2)  $O_2 - 14,20 \%$ ;  $CO_2 - 5,20 \%$ ;  $N_2 - 80,60 \%$
  - 3)  $O_2 - 16,30 \%$ ;  $CO_2 - 4,00 \%$ ;  $N_2 - 79,70 \%$
  - 4)  $O_2 - 60,94 \%$ ;  $CO_2 - 0,03 \%$ ;  $N_2 - 39,03 \%$
36. ДАВЛЕНИЕ НА ВЫСОТЕ 3000 МЕТРОВ
- 1) 760 мм рт.ст.
  - 2) 510 мм рт.ст.
  - 3) 380 мм рт.ст.
  - 4) 200 мм рт.ст.
37. К НИЖНИМ ДЫХАТЕЛЬНЫМ ПУТЯМ ОТНОСЯТСЯ
- 1) носоглотка, трахея, бронхи, бронхиолы
  - 2) гортань, носоглотка, трахея
  - 3) носовая полость, носоглотка, гортань
  - 4) трахея, бронхи, бронхиолы
38. ОБЪЕМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ВОЗДУХА У ЧЕЛОВЕКА
- 1) 500 мл
  - 2) 1,5 л
  - 3) 3,0 л
  - 4) 150 мл
39. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ КИСЛОРОДА ПЕРЕНОСИТСЯ КРОВЬЮ
- 1) в физически растворенном виде
  - 2) в виде оксигемоглобина
  - 3) в виде карбоксигемоглобина
  - 4) в виде пузырьков газа
40. ПАРЦИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ
- 1) общее давление газовой смеси
  - 2) часть общего давления, газовой смеси, приходящейся на отдельный газ
  - 3) часть общего давления, газовой смеси, приходящейся на несколько газов
  - 4) разность давления газов между двумя средами
41. ПАРЦИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АЛЬВЕОЛАХ
- 1) 0,3 мм рт. ст.
  - 2) 40 мм рт. ст.
  - 3) 47 мм рт. ст.

- 4) 60 мм рт. ст.
42. ЭУПНОЕ
- 1) процесс прекращения газообмена между организмом и окружающей средой
  - 2) нормальная вентиляция легких (в покое)
  - 3) скопление воздуха в плевральной полости
  - 4) закупорка кровеносных сосудов пузырьками воздуха
43. «ВРЕДНОЕ ПРОСТРАНСТВО»
- 1) это пространство между стенкой альвеолы и стенкой капилляра
  - 2) это пространство между поверхностью внутренней стенки грудной клетки и поверхностью легких
  - 3) это верхние и нижние воздухоносные пути
  - 4) это воздухоносные пути и альвеолы
44. ПРОЦЕНТНОЕ СОДЕРЖАНИЕ КИСЛОРОДА НА ВЫСОТЕ 6000 МЕТРОВ
- 1) менее 10 %
  - 2) 14,2 %
  - 3) 16,3 %
  - 4) 20,94 %
45. СТЕНКА АЛЬВЕОЛЫ СОСТОИТ
- 1) однослойного реснитчатого эпителия
  - 2) многослойного плоского эпителия
  - 3) однослойного плоского эпителия
  - 4) двухрядного эпителия
46. ПРИ ГЛОТАНИИ НАДГОРТАННИК ЗАКРЫВАЕТ ВХОД
- 1) в глотку
  - 2) в хоаны
  - 3) в гортань
  - 4) в трахею
47. ПОЛОСТЬ МЕЖДУ ЛЕГКИМИ И СТЕНКОЙ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ НАЗЫВАЕТСЯ
- 1) грудная полость
  - 2) вредное пространство
  - 3) плевральная полость
  - 4) воздухоносные пути
48. ДАВЛЕНИЕ В ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ
- 1) ниже атмосферного
  - 2) выше атмосферного
  - 3) равно атмосферному
  - 4) отсутствует
49. ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПОЛУЧАЕТ ИНФОРМАЦИЮ О СТЕПЕНИ РАСТЯЖЕНИЯ АЛЬВЕОЛ
- 1) по диафрагмальному нерву
  - 2) по блуждающему нерву
  - 3) по межреберным нервам
  - 4) по чревному нерву
50. ОБЪЕМ РЕЗЕРВНОГО ВОЗДУХА У ЧЕЛОВЕКА
- 1) 300 – 600 мл
  - 2) 1,0 – 1,5 л
  - 3) 3,0 – 3,5 л
  - 4) 150 мл
51. ГИПОКСЕМИЯ
- 1) снижение содержания и парциального давления кислорода в крови
  - 2) состояние, возникающее при недостаточном снабжении тканей кислородом
  - 3) понижение парциального давления углекислого газа в крови
  - 4) состояние, возникающее при быстрой декомпрессии
52. ВАЛЕНТНОСТЬ ЖЕЛЕЗА В МЕТГЕМОГЛОБИНЕ
- 1) I
  - 2) II
  - 3) III
  - 4) IV
53. АЛЬВЕОЛЯРНЫЙ ВОЗДУХ СОДЕРЖИТ
- 1)  $O_2$  – 20,94 %:  $CO_2$  – 0,03 %:  $N_2$  – 79,03 %
  - 2)  $O_2$  – 14,20 %:  $CO_2$  – 5,20 %:  $N_2$  – 80,60 %
  - 3)  $O_2$  – 16,30 %:  $CO_2$  – 4,00 %:  $N_2$  – 79,70 %
  - 4)  $O_2$  – 60,94 %:  $CO_2$  – 0,03 %:  $N_2$  – 39,03 %
  - 5)
54. ДАВЛЕНИЕ НА ГЛУБИНЕ 100 МЕТРОВ

- 1) 1 мм рт.ст.
  - 2) 10 мм рт.ст.
  - 3) 11 мм рт.ст.
  - 4) 100 мм рт.ст.
55. ДАВЛЕНИЕ НА ВЫСОТЕ 6000 МЕТРОВ
- 1) 760 мм рт.ст.
  - 2) 510 мм рт.ст.
  - 3) 380 мм рт.ст.
  - 4) 200 мм рт.ст.
56. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ВОЗДУХ
- 1) воздух, который можно выдохнуть после спокойного выдоха
  - 2) воздух, который можно вдохнуть после спокойного вдоха
  - 3) воздух, который остается в легких после самого глубокого выдоха
  - 4) воздух, который вдыхается при спокойном вдохе
57. ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР РАСПОЛОЖЕН
- 1) в спинном мозге
  - 2) промежуточном мозге
  - 3) продолговатом мозге
  - 4) среднем мозге
58. ГИПОКСИЯ
- 1) снижение содержания и парциального давления кислорода в крови
  - 2) состояние, возникающее при недостаточном снабжении тканей кислородом
  - 3) понижение парциального давления углекислого газа в крови
  - 4) состояние, возникающее при быстрой декомпрессии
59. К МЫШЦАМ ИНСПИРАТОРАМ ОТНОСЯТСЯ
- 1) внутренние межреберные
  - 2) наружные межреберные
  - 3) диафрагмальные и наружные межреберные
  - 4) диафрагмальные и внутренние межреберные
60. ЖИЗНЕННАЯ ЕМКОСТЬ ЛЕГКИХ
- 1) объем воздуха, который можно выдохнуть после самого глубокого вдоха
  - 2) объем воздуха, который можно выдохнуть после спокойного вдоха
  - 3) объем воздуха, который можно выдохнуть после самого глубокого вдоха, плюс остаточный воздух
  - 4) дыхательный и остаточный воздух
61. ПРИ ГЛОТАНИИ МЯГКОЕ НЕБО ЗАКРЫВАЕТ ВХОД
- 1) в глотку
  - 2) в хоаны
  - 3) в гортань
  - 4) в трахею
64. РАСТЕНИЯ ДЫШАТ
- 1) кислородом
  - 2) углекислым газом
  - 3) азотом
  - 4) дыхание отсутствует
65. ЦЕНТР ПНЕВМОТАКСИСА РАСПОЛОЖЕН
- 1) в продолговатом мозге
  - 2) в промежуточном мозге
  - 3) в среднем мозге
  - 4) в варолиевом мосту
66. РЕЗЕРВНЫЙ ВОЗДУХ
- 1) воздух, который можно выдохнуть после спокойного выдоха
  - 2) воздух, который можно вдохнуть после спокойного вдоха
  - 3) воздух, который остается в легких после самого глубокого выдоха
  - 4) воздух, который вдыхается при спокойном вдохе
67. ОБЪЕМ ОСТАТОЧНОГО ВОЗДУХА У ЧЕЛОВЕКА
- 1) 150 мл
  - 2) 500 мл
  - 3) 1 л
  - 4) 3,0 л
68. НАПРЯЖЕНИЕ КИСЛОРОДА В ВЕНОЗНОЙ КРОВИ

- 1) 20 мм рт. ст.
- 2) 40 мм рт. ст.
- 3) 95 мм рт. ст.
- 4) 100 мм рт. ст.

69. СЛИЗИСТАЯ ОБОЛОЧКА ВЕРХНИХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ ИМЕЕТ

- 1) сосочки
- 2) ворсинки
- 3) реснички
- 4) выросты

70. ДИСПНОЕ

- 1) прекращение дыхательных движений
- 2) расстройство внешнего дыхания
- 3) учащение дыхательных движений
- 4) скопление воздуха в плевральной полости

71. ЭМФИЗЕМА

- 1) процесс прекращения газообмена между организмом и окружающей средой
- 2) чрезмерное скопление воздуха в легких, растяжение и частичный разрыв альвеол
- 3) скопление воздуха в плевральной полости
- 4) закупорка кровеносных сосудов пузырьками воздуха

72. НАПРЯЖЕНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ТКАНЕВОЙ ЖИДКОСТИ

- 1) 0,3 мм рт. ст.
- 2) 40 мм рт. ст.
- 3) 47 мм рт. ст.
- 4) 60 мм рт. ст.

73. ПОСЛЕ ВДОХА В ВОЗДУХОНОСНЫХ ПУТЯХ СОДЕРЖИТСЯ

- 1) атмосферный воздух
- 2) альвеолярный воздух
- 3) выдыхаемый воздух
- 4) остаточный воздух

74. ЭТАПЫ ДЫХАНИЯ

- 1) внешнее дыхание, диффузия газов в легких, транспорт газов кровью, диффузия газов в тканях, клеточное дыхание
- 2) внешнее дыхание, диффузия газов в легких, транспорт газов кровью, клеточное дыхание
- 3) внешнее дыхание, транспорт газов кровью, диффузия газов в тканях, клеточное дыхание

75. ДАВЛЕНИЕ В ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ ПРИ ВЫДОХЕ

- 1) повышается
- 2) понижается
- 3) не изменяется
- 4) отсутствует

76. АПНОЕ

- 1) вдох
- 2) выдох
- 3) прекращение дыхательных движений
- 4) учащение дыхательных движений

77. ИНСПИРАЦИЯ

- 1) вдох
- 2) выдох
- 3) учащение дыхательных движений
- 4) прекращение дыхательных движений

78. ФЕРМЕНТ, РАСЩЕПЛЯЮЩИЙ УГОЛЬНУЮ КИСЛОТУ В КАПИЛЛЯРАХ АЛЬВЕОЛ, НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) каталаза
- 2) карбоангидраза
- 3) пероксидаза
- 4) эстераза

79. ПРИ ГРУДНОМ ТИПЕ ДЫХАНИЯ ПРЕОБЛАДАЕТ СОКРАЩЕНИЕ

- 1) грудных и брюшных мышц
- 2) наружных межреберных мышц
- 3) внутренних межреберных мышц
- 4) мышц диафрагмы

80. ПНЕВМОТОРАКС

- 1) состояние, возникающее при быстрой декомпрессии
  - 2) прекращение дыхательных движений
  - 3) закупорка кровеносных сосудов пузырьками воздуха
  - 4) скопление воздуха в плевральной полости
81. ЭКСПИРАЦИЯ
- 1) вдох
  - 2) выдох
  - 3) учащение дыхательных движений
  - 4) прекращение дыхательных движений
82. ПОСЛЕ ВЫДОХА В ВОЗДУХОНОСНЫХ ПУТЯХ СОДЕРЖИТСЯ
- 1) атмосферный воздух
  - 2) альвеолярный воздух
  - 3) выдыхаемый воздух
  - 4) отсутствует воздух
83. ПЛЕВРАЛЬНАЯ ПОЛОСТЬ
- 1) полость легких
  - 2) полость воздухоносных путей
  - 3) полость между легкими и грудной клеткой
  - 4) полость, заполняющаяся воздухом при вдохе
84. ГОЛОСОВЫЕ СВЯЗКИ РАСПОЛОЖЕНЫ
- 1) в носоглотке
  - 2) в гортани
  - 3) в трахее
  - 4) в бронхах
85. УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ СВЯЗАН В КАРБОГЕМОГЛОБИНЕ
- 1) с молекулой гема
  - 2) с молекулой глобина
  - 3) с гемом и глобином
  - 4) с атомом железа
86. КОЛИЧЕСТВО СЛОЕВ КЛЕТОК В СТЕНКЕ АЛЬВЕОЛЫ
- 1) один
  - 2) два
  - 3) три
  - 4) четыре
87. ПРИ БРЮШНОМ ТИПЕ ДЫХАНИЯ ПРЕОБЛАДАЕТ СОКРАЩЕНИЕ
- 1) грудных и брюшных мышц
  - 2) наружных межреберных мышц
  - 3) внутренних межреберных мышц
  - 4) мышц диафрагмы
88. ОБЪЕМ ОСТАТОЧНОГО ВОЗДУХА У ЛОШАДИ
- 1) 3 л
  - 2) 6 л
  - 3) 10 л
  - 4) 26 л
89. НАПРЯЖЕНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ВЕНОЗНОЙ КРОВИ
- 1) 0,3 мм рт. ст.
  - 2) 40 мм рт. ст.
  - 3) 47 мм рт. ст.
  - 4) 60 мм рт. ст.
90. ПЛЕВРА
- 1) серозная оболочка, покрывающая легкие и внутреннюю поверхность грудной клетки
  - 2) слой, покрывающий внутреннюю поверхность альвеолы
  - 3) образование, отделяющее грудную полость от брюшной
  - 4) оболочка, покрывающая воздухоносные пути
92. ПАРЦИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ КИСЛОРОДА В АЛЬВЕОЛАХ
- 1) 40 мм рт. ст.
  - 2) 95 мм рт. ст.
  - 3) 100 мм рт. ст.
  - 4) 159 мм рт. ст.
93. МОТОНЕЙРОНЫ ДИАФРАГМАЛЬНОГО НЕРВА РАСПОЛОЖЕНЫ
- 1) в варолиевом мосту
  - 2) в продолговатом мозге
  - 3) в шейном отделе спинного мозга
  - 4) в грудном отделе спинного мозга
99. ДИФФУЗИЯ ГАЗОВ ИЗ АЛЬВЕОЛ ЛЕГКИХ В КАПИЛЛЯРЫ

ПРОИСХОДИТ

- 1) через один слой эпителиальных клеток
  - 2) через два слоя эпителиальных клеток
  - 3) через три слоя эпителиальных клеток
  - 4) через четыре слоя эпителиальных клеток
100. ОБЪЕМ ВОЗДУХОНОСНЫХ МЕШКОВ У ПТИЦ БОЛЬШЕ ОБЪЕМА ЛЕГКИХ
- 1) в два раза
  - 2) в пять раз
  - 3) в десять раз
  - 4) в двадцать раз
101. КОЛИЧЕСТВО ВОЗДУХОНОСНЫХ МЕШКОВ У ПТИЦ
- 1) один
  - 2) два
  - 3) пять
  - 4) девять
102. ОБЪЕМ ВОЗДУХОНОСНЫХ МЕШКОВ У КУР СОСТАВЛЯЕТ
- 1)  $13 \text{ см}^3$
  - 2)  $130 \text{ см}^3$
  - 3)  $250 \text{ см}^3$
  - 4)  $350 \text{ см}^3$
103. ОБЪЕМ ЛЕГКИХ У КУР СОСТАВЛЯЕТ
- 1)  $13 \text{ см}^3$
  - 2)  $25 \text{ см}^3$
  - 3)  $50 \text{ см}^3$
  - 4)  $130 \text{ см}^3$
104. ПРИ СОКРАЩЕНИИ ВНУТРЕННИХ МЕЖРЕБЕРНЫХ МЫШЦ ПРОИСХОДИТ
- 1) увеличение объема грудной полости и вдох
  - 2) уменьшение объема грудной полости и выдох
  - 3) объем грудной полости не изменяется
105. ПРИ СОКРАЩЕНИИ НАРУЖНЫХ МЕЖРЕБЕРНЫХ МЫШЦ ПРОИСХОДИТ
- 1) увеличение объема грудной полости и вдох
  - 2) уменьшение объема грудной полости и выдох
  - 3) объем грудной полости не изменяется

106. ДАВЛЕНИЕ В ЛЕГКИХ БОЛЬШЕ, ЧЕМ В ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ
- 1) всегда
  - 2) при вдохе
  - 3) при выдохе
  - 4) в зависимости от атмосферного давления
107. НАИБОЛЬШАЯ ЧАСТОТА ДЫХАНИЯ
- 1) у новорожденных животных
  - 2) у молодых животных
  - 3) у животных среднего возраста
  - 4) у старых животных
108. КОЭФФИЦИЕНТ ЛЕГОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ
- 1) отношение дополнительного воздуха к альвеолярному
  - 2) отношение дыхательного воздуха к альвеолярному
  - 3) отношение жизненной емкости легких к альвеолярному воздуху
  - 4) отношение остаточного воздуха к жизненной емкости легких
109. УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АЛЬВЕОЛАХ СОДЕРЖИТСЯ
- 1) 0,03 %
  - 2) 0,3%
  - 3) 4 %
  - 4) 5,2 %
110. ГИДРОКАРБОНАТ НАТРИЯ ТРАНСПОРТИРУЕТСЯ В ОСНОВНОМ
- 1) плазмой крови
  - 2) эритроцитами
  - 3) тромбоцитами
  - 4) гемоглобином
111. ГИДРОКАРБОНАТ КАЛИЯ ТРАНСПОРТИРУЕТСЯ В ОСНОВНОМ
- 1) плазмой крови
  - 2) эритроцитами
  - 3) тромбоцитами
  - 4) гемоглобином

112. В КРОВИ ВОДОЛАЗА ОБРАЗУЮТСЯ ПУЗЫРЬКИ ГАЗА
- 1) при погружении на большую глубину
  - 2) при медленной декомпрессии
  - 3) при быстрой декомпрессии
  - 4) при продолжительном нахождении под водой
113. В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ СОДЕРЖИТСЯ КИСЛОРОДА
- 1) 14,2 %
  - 2) 16,3 %
  - 3) 20,94 %
  - 4) менее 10 %
114. ПРИ БЫСТРОЙ ДЕКОМПРЕССИИ ВОЗНИКАЕТ
- 1) гипотония
  - 2) гипертония
  - 3) кессонная болезнь
  - 4) анемия
115. СЛИЗЬ ПОЛОСТИ НОСА СОДЕРЖИТ
- 1) сурфактанты
  - 2) лизоцим
  - 3) пепсин
  - 4) лизин
116. ОБЪЕМ «ВРЕДНОГО ПРОСТРАНСТВА» У ЧЕЛОВЕКА РАВЕН
- 1) 150 мл
  - 2) 500 мл
  - 3) 1500 мл
  - 4) 3000 мл
117. ЖИЗНЕННАЯ ЕМКОСТЬ ЛЕГКИХ У ЧЕЛОВЕКА РАВНА
- 1) 500 – 700 мл
  - 2) 1000 - 1500 мл
  - 3) 3000 – 5000 мл
  - 4) более 7000 мл
118. ПЕРЕХОД ГАЗОВ ИЗ АЛЬВЕОЛ ЛЕГКИХ В КРОВЬ ПРОИСХОДИТ В РЕЗУЛЬТАТЕ
- 1) осмоса
  - 2) фильтрации
  - 3) диффузии
  - 4) активного транспорта
119. ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ В ПЛЕВРАЛЬНОЙ ПОЛОСТИ ОБУСЛОВЛЕНО
- 1) увеличением объема грудной клетки при вдохе
  - 2) эластической тягой легких
  - 3) наличием серозной жидкости
  - 4) наличием сурфактантов в альвеолах
120. ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНУТНОГО ОБЪЕМА ДЫХАНИЯ НЕОБХОДИМО
- 1) умножить объем дыхательного воздуха на частоту дыхания в 1 минуту
  - 2) умножить объем жизненной емкости легких на частоту дыхания в 1 минуту
  - 3) умножить объем остаточного воздуха на частоту дыхания в 1 минуту
  - 4) умножить общий объем легких на частоту дыхания в 1 минуту
121. ЖИЗНЕННУЮ ЕМКОСТЬ ЛЕГКИХ МОЖНО ОПРЕДЕЛИТЬ МЕТОДОМ
- 1) пневмографии
  - 2) пневмометрии
  - 3) спирометрии
  - 4) пневмотахометрии
122. НЕДОСТАТОЧНОЕ СОДЕРЖАНИЕ КИСЛОРОДА В КРОВИ НАЗЫВАЕТСЯ
- 1) гипоксия
  - 2) гипоксемия
  - 3) гипокапния
  - 4) гиперкапния
123. СОЕДИНЕНИЕ ГЕМОГЛОБИНА С УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ НАЗЫВАЕТСЯ
- 1) карбогемоглобин
  - 2) карбоксигемоглобин
  - 3) метгемоглобин
  - 4) оксигемоглобин

124. ВДОХ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ ЗА СЧЕТ СОКРАЩЕНИЯ
- 1) внутренних межреберных мышц и мышц диафрагмы
  - 2) наружных межреберных мышц и мышц диафрагмы
  - 3) внутренних и наружных межреберных мышц
  - 4) мышц диафрагмы
125. УМЕНЬШЕНИЕ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ ПРОИСХОДИТ
- 1) при гипоксии
  - 2) при гипоксемии
  - 3) при гипероксии
  - 4) при гиперкапнии
126. УВЕЛИЧЕНИЕ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ ПРОИСХОДИТ
- 1) при гипокапнии
  - 2) при гипоксемии
  - 3) при гипоксии
  - 4) при гиперкапнии
127. КИСЛОРОДНАЯ ЕМКОСТЬ КРОВИ
- 1) это количество кислорода, проникающего через аэро-гематический барьер за 1 минуту
  - 2) это максимальное количество кислорода, которое может связать кровь при полном насыщении гемоглобина кислородом
  - 3) это запас бикарбонатов плазмы крови
  - 4) это количество кислорода связанного с гемоглобином

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Георгиевский В.И. Физиология сельскохозяйственных животных. – М.: Агропромиздат, 1990. -511с.
2. Физиология сельскохозяйственных животных /А.Н.Голиков, Н.У. Базанова, З.К. Кожебеков и др.; Под ред. А.Н.Голикова. -3-е изд., переработ. и дополненное. – М.: Агропроиздат, 1991.-432 с.
3. В.Ф.Лысов, Т.В. Ипполитова, В.И.Максимов, Н.С.Шевелев. Физиология и этология животных. – М.: КолосС, 2004.- 568 с.
4. Физиология животных и этология / В. Г. Скопичев и др. – М.: КолосС, 2004. -720 с.
5. Битюков И.П., Лысов В.Ф., Сафонов Н.А. Практикум по физиологии сельскохозяйственных животных. – М. Агропромиздат, 1990 – 256 с.
6. Георгиевский В.И. Практическое руководство по физиологии сельскохозяйственных животных. – М.: Высшая школа, 1976. – 352 с.

## Содержание

Введение	3
Сущность дыхания. Этапы дыхания	4
Характеристика органов дыхания	4
Механизм вдоха и выдоха. Типы и частота дыхания у животных	7
Обмен газов в легких и тканях. Транспорт газов кровью	10
Регуляция дыхания. Механизм первого вдоха	11
Дыхание при повышенном и пониженном атмосферном давлении	12
Особенности дыхания у птиц	14
Практическая часть	
1. Подсчет частоты дыхательных движений у животных	14
2. Определение жизненной емкости легких	15
3. Определение минутного объема дыхания	17
4. Определение коэффициента легочной вентиляции	18
5. Определение кислородной емкости крови	19
6. Диффузия газов в легких	19
7. Наблюдение за движением мерцательного эпителия	21
Термины по теме: «Дыхание»	22
Задания в тестовой форме по теме дыхание	26
Список рекомендуемой литературы	45

Юрий Валентинович Овсеенко  
Елена Андреевна Кривопушкина



Брянск 2008