**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ

1. АНАТОМОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ. ГАЗООБМЕН В ЛЕГКИХ

1.1 АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

1.2 ГАЗООБМЕН В ЛЕГКИХ

1.3 ОСОБЕННОСТИ ДЫХАНИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПАРЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ГАЗОВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

1. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕГКИХ

2.2 СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

ВЫВОД

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

**ВВЕДЕНИЕ**

С самого момента рождения и до конца дней нас повсюду окружает воздух, без которого человеческий организм существовать не может. Для его нормального функционирования не столь важен прием пищи, насколько важно дыхание. Если без еды человек может обходиться несколько недель, то без воздуха - лишь несколько минут. Причем наш организм постоянно нуждается в чистом, насыщенном кислородом воздухе.

Подавляющее большинство окислительных процессов, за счет которых организм получает энергию, происходит в присутствии кислорода. Для обеспечения этих процессов необходимо постоянное его поступление в организм. Известно, что при окислительных процессах образуются и продукты распада (в первую очередь углекислый газ), которые должны быть удалены из организма. Именно в легких в процессе дыхания в основном происходит обмен газов между организмом и окружающей средой, т.е. поступление кислорода и удаление углекислого газа. Переносчиком кислорода от легких к тканям, а углекислоты от тканей к легким является кровь. Акт дыхания состоит из трех процессов: внешнее, или легочное, дыхание - обмен газов между организмом и окружающей средой; внутреннее, или тканевое, дыхание, протекающее в клетках; транспорт газов кровью, т.е. перенос кислорода кровью от легких к тканям и углекислого газа от тканей к легким.

Целью исследования явилось изучение функций органов дыхания, а именно, процессов газообмена в легких.

В работе были решены следующие задачи:

1) изучить морфофункциональную характеристику дыхательной системы;

2) изучить физиологию легких и процессы газообмена в них;

3) рассмотреть процессы нарушения газообмена в легких при измененном давлении воздуха;

4) рассмотреть методы исследования дыхательной системы [6].

1. **АНАТОМОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ. ГАЗООБМЕН В ЛЕГКИХ**

**1.1 АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ**

Органы дыхания подразделяются на воздухоносные пути и дыхательную часть. К воздухоносным путям относятся носовая полость, гортань, трахея и бронхи; к дыхательной части относится паренхима легких - легочные альвеолы, в которых происходит газообмен. Дыхательная система развивается как вырост вентральной стенки передней кишки; эта связь сохраняется в окончательной стадии развития - верхнее отверстие гортани открывается в глотку. Воздух проходит в гортань через полость носа или рта и глотку (их объединяют под названием «верхние дыхательные пути»). Для дыхательных путей характерно наличие хрящевого состава в их стенках (в результате чего стенки дыхательных путей не спадаются) и мерцательного эпителия на слизистой оболочке дыхательных путей. Ворсинки слизистого эпителия колеблются против движения воздуха и гонят наружу вместе со слизью инородные частицы, загрязняющие воздух. Воздух в полость носа поступает через ноздри, носовая полость делится перегородкой на две половины, а сзади с помощью хоан сообщается с носоглоткой. Стенки носовой полости образованы костями и хрящами, выстланы слизистой оболочкой. Проходя через полость носа, воздух согревается, увлажняется и очищается.). Из носовой полости воздух попадает в носоглотку, затем в ротовую и гортанную части глотки, куда открывается гортань. Воздух сюда может поступать также через рот. Гортань образована хрящами. Далее гортань переходит в трахею - трубку длиной около 12 см, состоящую из хрящевых полуколец. Задняя стенка трахеи мягкая (состоит из соединительнотканной перепонки), прилегает к пищеводу. Изнутри она также выстлана слизистой оболочкой, содержащей железы, которые выделяют слизь. Из области шеи трахея переходит в грудную полость и делится на два бронха (бифуркация трахеи). Бронхи входят в легкие и там делятся на бронхи меньшего диаметра. В грудной полости расположено два легких [2].

## Внешнее строение



Рис. 1.1. Воздухоносные пути и правое и левое легкое.

1.правое легкое 2. верхушка правого легкого

3.гортань 4. трахея

5.левое легкое 6. верхняя доля левого легкого

7.левый главный бронх 8. нижняя доля левого легкого

9.нижний край левого легкого 10. сердечная вырезка левого легкого

11.внутренний край правого легкого 12. нижняя доля правого легкого

13. косая щель правого легкого 14. средняя доля правого легкого

15.горизонтальная щель 16. верхняя доля правого легкого.

Правое и левое легкое имеют форму конуса, верхушка каждого из них выступает над первым ребром на 3 - 4 см. Правое легкое шире и короче, чем левое, которое уже и длиннее. Объем правого легкого больше приблизительно на 10%. Правое легкое разделено двумя глубокими бороздами на три доли - верхнюю, среднюю и нижнюю. Левое легкое разделено на две доли - верхнюю и нижнюю. На внутренней поверхности каждого легкого имеются **ворота легкого**, через которые в легкое входят главный бронх, легочная артерия, нервы, выходят две легочные вены, нервы, лимфатические сосуды [4].

## Внутреннее строение

Ткань легкого состоит из мелких структур, называемых **легочными дольками**, которые представляют собой небольшие пирамидальной формы (0,5 - 1,0 см в поперечнике) участки легкого. Бронхи, входящие в легочную дольку - конечные бронхиолы - делятся на 14 - 16 дыхательных бронхиол. На конце каждой из них имеется тонкостенное расширение - **альвеолярный ход**. Система дыхательных бронхиол с их альвеолярными ходами является функциональной единицей легких и носит название **ацинус.**



Рис. 1.2. Ветвление бронхов в легких.

**А:** 1. трахея 2. главные бронхи

3. долевые бронхи 4. сегментарные бронхи

5. долька 6. ацинус

7. нижняя доля правого легкого 8. сегмент

**Б:** а – трахея; б - бронхи; в - бронхиолы; г - альвеолярные ходы; д - альвеолы.

**В** – увеличение общей площади сечения бронхов (1) и альвеолярных ходов и альвеол (2).

Стенки альвеолярных ходов образуют шаровидные расширения - **легочные альвеолы,** количество которых в одном альвеолярном ходу составляет в среднем 21. Диаметр альвеол около 0,2 - 0,3 мм, их количество в каждом легком человека около 350 млн., а их общая поверхность при вдохе 40 кв. метров, а при глубоком вдохе - 120 кв. метров. Альвеолы имеют максимально тонкие стенки, образованные плоскими клетками толщиной 0,1 - 0,2 мкм. Такое строение стенки альвеол в наибольшей степени способствует выполнению функции газообмена.

Изнутри альвеолы выстланы тонким слоем вещества липопротеидной природы - **сурфактантом.** Это вещество имеет высокое поверхностное натяжение и препятствует спаданию стенок альвеол. Поверхность альвеол очень густо оплетена сетью кровеносных капилляров, стенка которых плотно прилегает к стенке альвеол. Каждый капилляр граничит с несколькими альвеолами, что облегчает газообмен. Газообмен в легких происходит путем **диффузии газов** вследствие разницы концентрации газов в альвеолярном воздухе в венозной крови, притекающей к легким.

Эффективность и большая скорость газообмена обеспечивается рядом анатомических особенностей:

* большая площадь газообмена
* минимальный путь диффузии (лишь два слоя плоских клеток стенок капилляров и альвеол, которые плотно прилегают друг к другу
* сильно развиты капиллярные сети, оплетающие альвеолы.

## Плевра

Поверхность легких покрыта тонкой соединительнотканной оболочкой - **плеврой**. Плевра образована двумя листками - **внутренним (висцеральным) и наружным (пристеночным**). Внутренний листок прочно срастается с тканью легкого по всей его поверхности. Наружный листок срастается с внутренней поверхностью грудной клетки и с диафрагмой. В области ворот легкого один листок переходит в другой. Между собой листки плевры не срастаются, таким образом, между листками плевры образуется щелевидная полость -**плевральная полость**. Плевральная полость герметично замкнута, заполнена 1 - 2 мл плевральной жидкости. Давление плевральной жидкости на 7 мм рт. ст. ниже атмосферного (отрицательное). За счет отрицательного давления легкие находятся в расправленном состоянии, а листки плевры физически сцеплены между собой [2].

* 1. **ГАЗООБМЕН В ЛЕГКИХ**

**Обмен газов между кровью и воздухом** относится к основной функции легких. Воздух, поступающий в легкие при вдохе, нагревается и насыщается водяными парами при движении в дыхательных путях и достигает альвеолярного пространства, имея температуру 37 °С. Парциальное давление водяных паров в альвеолярном воздухе при этой температуре составляет 47 мм рт. ст. Поэтому согласно закону парциальных давлений Дальтона вдыхаемый воздух находится в разведенном водяными парами состоянии и парциальное давление кислорода в нем меньше, чем в атмосферном воздухе.



Рис. 1.3. Соотношение вентиляции и перфузии кровью легких.

При прекращении вентиляции в каком-либо регионе легких увеличивается их функциональное мертвое пространство (а). При этом венозная кровь перфузирует этот отдел легких и, не обогащаясь кислородом, поступает в большой круг кровообращения. Нормальное вентиляционно-перфузионное отношение формируется, когда вентиляция регионов легких соответствует величине их перфузии кровью (б). При отсутствии кровотока в каком-либо регионе легких (в) вентиляция также не обеспечивает нормальное вентиляционно-перфузионное отношение. V — вентиляция легких, Q — кровоток в легких. [3].

**Обмен кислорода и углекислого газа** в легких происходит в результате разницы парциального давления этих газов в воздухе альвеолярного пространства и их напряжения в крови легочных капилляров. **Процесс движения газа** из области высокой концентрации в область с низкой его концентрацией обусловлен диффузией. Кровь легочных капилляров отделена от воздуха, заполняющего альвеолы, альвеолярной мембраной, через которую газообмен происходит путем пассивной диффузии. Процесс перехода газов между альвеолярным пространством и кровью легких объясняется диффузионной теорией.

**Газовый состав альвеолярного воздуха** обусловлен альвеолярной вентиляцией и скоростью диффузии 02 и С02 через альвеолярную мембрану. В обычных условиях у человека количество 02, поступающего в единицу времени в альвеолы из атмосферного воздуха, равно количеству 02, диффундирующего из альвеол в кровь легочных капилляров. Равным образом количество С02, поступающего в альвеолы из венозной крови, равно количеству С02, которое выводится из альвеол в атмосферу. Поэтому в норме парциальное давление 02 и С02 в альвеолярном воздухе остается практически постоянным, что поддерживает процесс газообмена между альвеолярным воздухом и кровью капилляров легких [8].

Таблица 1.1. Парциальное давление газов в воздушной среде легких

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Газы | Атмосферный воздух. мм рт. ст. (%) | Альвесолярный воздух, мм рт. ст. (%) | Выдыхаемый воздух, мм рт. Ст. (%) |
| N2 | 597,0 (78,62%) | 573,0 (75%) | 566,0 (74%) |
| O2 | 159,0 (20,84%) | 100, (13,54%) | 120,0 (16%) |
| CO2 | 0,3 (0,04%) | 40,0 (5,5%0 | 27,0 (4%) |
| H2O | 3,7 (0,5%) | 47,0 (6%) | 47,0 (6%) |
| Итого: | 760,0 (100,05%) | 760,0 (100,05%) | 760,0 (100,05%) |

**Газовый состав альвеолярного воздуха** отличается от атмосферного воздуха тем, что в нем меньше процентное содержание кислорода и выше процент углекислого газа. Состав альвеолярного воздуха отличается от выдыхаемого воздуха большим содержанием углекислого газа и меньшим содержанием кислорода (табл. 1.1).

**Диффузия газов** через альвеолярную мембрану происходит между альвеолярным воздухом и венозной, а также артериальной кровью легочных капилляров. В табл. 1.2 приведены стандартные величины напряжения дыхательных газов в артериальной и венозной крови легочных капилляров.

Таблица 1.2. Напряжение дыхательных газов в артериальной и венозной крови легочных капилляров.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дыхательные газы | Артериальная кровь (мм рт.ст.) | Венозная кровь (мм рт.ст.) |
| Кислород | 100 | 40 |
| Углекислый газ | 40 | 46 |
| Азот | 573 | 573 |
| Вода | 47 | 47 |

**Градиенты парциального давления кислорода и углекислого газа** обусловливают процесс пассивной диффузии через альвеолярную мембрану кислорода из альвеол в венозную кровь (градиент 60 мм рт. ст.), а углекислого газа — из венозной крови в альвеолы (градиент 6 мм рт. ст.). Парциальное давление азота по обе стороны альвеолярной мембраны остается постоянным, поскольку этот газ не потребляется и не продуцируется тканями организма. При этом сумма парциального давления всех газов, растворенных в тканях организма, меньше, чем величина атмосферного давления, благодаря чему газы в тканях не находятся в газообразной форме. Если величина атмосферного давления будет меньше, чем парциальное давление газов в тканях и в крови, то газы начинают выделяться из крови в виде пузырьков, вызывая тяжелые нарушения в кровоснабжении тканей организма (кессонная болезнь) [5].

### Скорость диффузии 02 и С02 в легких

**Скорость диффузии (M/t) кислорода и углекислого газа** через альвеолярную мембрану количественно характеризуется законом **диффузии Фика**. Согласно этому закону газообмен (M/t) в легких прямо пропорционален градиенту (ДР) концентрации 02 и С02 по обе стороны от альвеолярной мембраны, площади ее поверхности (S), коэффициентам (к) растворимости 02 и С02 в биологических средах альвеолярной мембраны и обратно пропорционален толщине альвеолярной мембраны (L), а также молекулярной массе газов (М). Формула этой зависимости имеет следующий вид:



Структура легких образует максимальное по величине поле для **диффузии газов** через альвеолярную стенку, которая имеет минимальную толщину. Так, количество альвеол в одном легком человека приблизительно равно 300 млн. Суммарная площадь альвеолярной мембраны, через которую происходит обмен газов между альвеолярным воздухом и венозной кровью, имеет огромные размеры (порядка 100 м2), а толщина альвеолярной мембраны составляет лишь — 0,3—2,0 мкм.

В обычных условиях **диффузия газов** через альвеолярную мембрану происходит в течение очень короткого отрезка времени (не более 3/4 с), пока кровь проходит через капилляры легких. Даже при физической работе, когда эритроциты проходят капилляры легкого в среднем за 1/4 с, указанные выше структурные особенности альвеолярной мембраны создают оптимальные условия для формирования равновесия парциальных давлений 02 и С02 между альвеолярным воздухом и кровью капилляров легких. В **уравнении Фика** константы диффузии (к) пропорциональны растворимости газа в альвеолярной мембране. Углекислый газ имеет примерно в 20 раз большую растворимость в альвеолярной мембране, чем кислород. Поэтому, несмотря на существенное различие в градиентах парциальных давлений 02 и С02 по обе стороны от альвеолярной мембраны, диффузия этих газов совершается за очень короткий отрезок времени движения эритроцитов крови через легочные капилляры [8].



Рис. 1.4. Диффузия газов через альвеолярную мембрану.

Диффузия газов в легких осуществляется по градиентам концентрации 02 и С02 между альвеолярным пространством и кровью капилляров легких, которые разделены альвеолярной мембраной. При этом диффузия тем эффективнее, чем тоньше альвеолярная мембрана и области контакта альвеолоцитов и эндотелиоцитов. Поэтому альвеолярная мембрана образована уплощенными частями альвеолоцитов I порядка (0,2 мкм) и эндотелиоцитов капилляров легких (0, 2 мкм), между которыми находится тонкая общая базальная мембрана (0,1 мкм) этих клеток. В состав мембраны входит также мономолекулярный слой сурфактант а. Мембрана эритроцитов является препятствием для диффузии газов в легких.

**Газообмен** через альвеолярную мембрану количественно оценивается диффузионной способностью легких, которая измеряется количеством газа (мл), проходящего через эту мембрану за 1 мин при разнице давления газа по обе стороны мембраны в 1 мм рт. ст.



Рис. 1.5. Градиенты парциального давления дыхательных газов в смешанной венозной крови легочной артерии, альвеолярном воздухе и артериальной крови.

Равновесие парциальных давлений углекислого газа и кислорода между альвеолярным воздухом и кровью легочных капилляров достигается в течение короткого времени (1/4—3/4 с) движения плазмы крови и эритроцитов в капиллярах легких. [8].

Наибольшее сопротивление диффузии 02 в легких создают альвеолярная мембрана и мембрана эритроцитов, в меньшей степени — плазма крови в капиллярах. У взрослого человека в покое диффузионная способность легких 02 равна 20—25 мл • мин-1 • мм рт. ст.-1. С02, как полярная молекула (0=С=0), диффундирует через указанные мембраны чрезвычайно быстро, благодаря высокой растворимости этого газа в альвеолярной мембране Диффузионная способность легких С02 равна 400—450 мл•мин-1• мм рт. ст.-1 [10].

**1.3 ОСОБЕННОСТИ ДЫХАНИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПАРЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ГАЗОВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ**

**Дыхание при подъеме на высоту**

С увеличением высоты над уровнем моря падает барометрическое давление и парциальное давление О2, однако насыщение альвеолярного воздуха водяными парами при температуре тела не изменяется. На высоте 20 000 м содержание О2 во вдыхаемом воздухе падает до нуля. Если жители равнин поднимаются в горы, гипоксия увеличивает у них [вентиляцию](http://click01.begun.ru/click.jsp?url=IGyo4UhPTk8qjZOHlgzLwrQY0QGng-plP4BKkDkRjUp0pwkOWJluPIDNTWyJzuNxUx8A8f2gIXg8gbr1k4-yYhG8xw0uMC67HZi8B253wqOdG-clTaimLcApy5E3dE8iVakEa2d26pm2RwJIGuo*HhdY5ls0W9R5l2PzgKKF10jdDPJ1FkDvrqZghvZldypdSgtYXOh0GMKdRYD8CZbBRKK68NZ5wnCXPHLfiRPQE6*AIsQm548Jp3ouhwj5vuHgS3*fnqtsNH5ZLF3TOvL*xIFZwayJV3XdkPqTzjJxVaJz4XmW) легких, стимулируя артериальные хеморецепторы. Изменения дыхания при высотной гипоксии у разных людей различны. Возникающие во всех случаях реакции внешнего дыхания определяются рядом факторов: 1) скорость, с которой развивается гипоксия; 2) степень потребления О2 (покой или физическая нагрузка); 3) продолжительность гипоксического воздействия.

Первоначальная гипоксическая стимуляция дыхания, возникающая при подъеме на высоту, приводит к вымыванию из крови СО2 и развитию дыхательного алкалоза. Это в свою очередь вызывает увеличение рН внеклеточной жидкости мозга. Центральные хеморецепторы реагируют на подобный сдвиг рН в цереброспинальной жидкости мозга резким снижением своей активности, что затормаживает нейроны дыхательного центра настолько, что он становится нечувствительным к стимулам, исходящим от периферических хеморецепторов. Довольно быстро гиперпноэ сменяется непроизвольной гиповентиляцией, несмотря на сохраняющуюся гипоксемию. Подобное снижение функции дыхательного центра увеличивает степень гипоксического состояния организма, что чрезвычайно опасно, прежде всего для нейронов коры большого мозга.

При акклиматизации к условиям высокогорья наступает адаптация физиологических механизмов к гипоксии. К основным факторам долговременной адаптации относятся: повышение содержания СО2 и понижение содержания О2 в крови на фоне снижения чувствительности периферических хеморецепторов к гипоксии, а также рост концентрации гемоглобина. [9].

**Дыхание при высоком давлении**

При производстве подводных работ водолаз дышит под давлением выше атмосферного на 1 атм. на каждые 10 м погружения. Если человек вдыхает воздух обычного состава, то происходит растворение [азота](http://click01.begun.ru/click.jsp?url=IGyo4UpNTE1*WFkeD5VSWy2BSJhVApoGrRE0MRbG*HTHXcZfyNmuzLI4FBaCQAHJ9EyM4vIq7XfH3Xv8RiaaOshcTWombdTERd5v-mRc52lP9gWtyrL*lzWu4dkxJTI4keLp-Qk61n3Uex1Ha9wzQ96wIcYA5NP1iiVQLQWnogIdDE78jg1xCG*HyGIbOK6xXru1sqLhRerWMrlZtjeOIlo8jGBDSNsKU9-x5tuMWNfvjCZIXms6RFaT-gf69yqjAI6gVUjvutesJbN17PAla3HAWQm3S9MWP31bSdApbS3wtGnC) в жировой ткани. Диффузия азота из тканей происходит медленно, поэтому подъем водолаза на поверхность должен осуществляться очень медленно. В противном случае возможно внутрисосудистое образование пузырьков азота (кровь «закипает») с тяжелыми повреждениями ЦНС, органов зрения, слуха, сильными болями в области суставов. Возникает так называемая кессонная болезнь. Для лечения пострадавшего необходимо вновь поместить в среду с высоким давлением. Постепенная декомпрессия может продолжаться несколько часов или суток.

Вероятность возникновения кессонной болезни может быть значительно снижена при дыхании специальными газовыми смесями, например кислородно-гелиевой смесью. Это связано с тем, что растворимость гелия меньше, чем азота, и он быстрее диффундирует из тканей, так как его молекулярная масса в 7 раз меньше, чем у азота. Кроме того, эта смесь обладает меньшей плотностью, поэтому уменьшается работа, затрачиваемая на внешнее дыхание.

**Дыхание чистым О2 кислородом**

В клинической практике иногда возникает потребность в повышении Ро2 в артериальной крови. При этом повышение парциального давления О2 во вдыхаемом воздухе оказывает лечебный эффект. Однако продолжительное дыхание чистым кислородом О2 может иметь отрицательный эффект. У здоровых испытуемых отмечаются боли за грудиной, особенно при глубоких вдохах, уменьшается жизненная емкость легких. Возможно перевозбуждение ЦНС и появление судорог.

дыхание легкие газообмен

Полагают, что кислородное отравление связано с инактивацией некоторых ферментов, в частности дегидрогеназ.

У недоношенных новорожденных при длительном воздействии избытка О2 образуется фиброзная ткань за хрусталиком и развивается слепота. [1].

**2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ**

**2.1 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕГКИХ**

Функциональные методы исследования позволяют получить информацию о функциональном состоянии органов дыхания. С этой целью применяют спирометрию, ультразвуковое исследование, определение минутного и ударного объемов и другие методы исследования. Спирометрия - измерение жизненной емкости легких и других легочных объемов при помощи спирометра. Спирометрия позволяет оценить состояние внешнего дыхания. Дыхательным называют объем воздуха, вдыхаемого и выдыхаемого при одном спокойном дыхательном цикле; он составляет примерно 500 мл. При максимальном вдохе в легкие может войти еще 1500 мл воздуха, который называется дополнительным. Воздух, который выходит при максимальном форсированном выдохе (до 1500 мл), называется резервным. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) - показатель внешнего дыхания, представляющий собой объем воздуха, выдыхаемого при максимальном выдохе после максимально глубокого вдоха. Этот показатель колеблется от 3,5 до 5,5 л. Уменьшение жизненной емкости легких свидетельствует об уменьшении вентилируемой части легкого. Минутный объем дыхания (МОД) - объем воздуха, выдыхаемого (или вдыхаемого) за 1 мин при спокойном дыхании (норма 6-8 л/мин). Максимальная вентиляция легких (МВЛ) - объем воздуха, выдыхаемого за 1 мин при максимальной вентиляции легких, т. е. при наибольшей частоте и глубине дыхательных движений (норма - 110-120 л/мин).

Перечисленные показатели определяют в процентах к должным показателям по таблицам Гарриса-Бенедикта. Остаточный объем легких - объем воздуха, остающийся в легких после максимального выдоха. Проба Вотчала-Тиффно - функциональная проба для оценки трахеобронхиальной проходимости путем измерения объема воздуха, выдыхаемого в первую секунду форсированного выдоха после максимального вдоха, и вычисление его процентного отношения к фактической жизненной емкости легких (норма - 70-80 %). Пробу проводят при обструктивных заболеваниях бронхов и легких. Коэффициент использования кислорода - процентное отношение доли кислорода, используемой тканями, к общему содержанию его в артериальной крови. Является важным показателем, характеризующим процессы диффузии через альвеолярно-капиллярные мембраны (норма 40 %). Кроме того, по специальным показаниям проводят бронхоспирографию (изучение вентиляции одного легкого, изолированного путем интубации бронха); тест с блокадой легочной артерии и измерением давления в ней (повышение давления в легочной артерии выше 40 мм рт. ст. свидетельствует о невозможности пневмоэктомии из-за развития после операции гипертензии в легочной артерии).

Анализ газов крови имеет важное значение для изучения газотранспортной функции легких. Первостепенное значение имеет определение парциального давления кислорода (РО2) и углекислоты (РСО2). В норме РО2 составляет 90-120 мм рт. ст., РСО2 - 34-46 мм рт. ст. При острой респираторной недостаточности равновесие парциального давления кислорода и углекислоты нарушается (РО2 менее 60 мм рт. ст., РСО2 более 50 мм рт. ст.). При частичной дыхательной недостаточности отмечается недостаточная вентиляция отдельных участков легких и компенсаторное увеличение элиминации углекислоты хорошо вентилируемыми отделами легких, вследствие чего РСО2 остается нормальным, а РО2 - снижено. При глобальной недостаточности наблюдается гиповентиляция альвеол с респираторным ацидозом. При этом РСО2 возрастает, а РО2 снижается, в результате чего развивается гипоксия и гиперкапния, что является абсолютным противопоказанием к проведению торакальной операции. Оперативные вмешательства на легких возможны при следующих минимальных значениях показателей функционального состояния органов дыхания: ЖЕЛ - более 50 % от нормы, проба Вотчала-Тиффно - более 55-60 % ЖЕЛ, МВЛ - 45-75 л/мин, остаточный объем легких - более 50 % от нормы. Газы крови: РО2 - более 65 мм рт. ст., РСО2 - менее 45 мм рт. ст. При пробе с односторонней блокадой легочной артерии возрастание давления в ней не должно превышать 40 мм рт. ст. в покое. Указанные критерии оценки функции легких базируются на точных методах изучения их вентиляционной, перфузионной и газотранспортной функции (эти критерии объективны и поддаются математической обработке, оценке и сравнению). Наряду с ними необходимо учитывать данные клинического наблюдения, которые также дают представление о степени дыхательной недостаточности [7].

**2.2 СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Бронхография — это дополнительный метод рентгенологического исследования состояния воздухоносных путей, трахеи и бронхов путем их контрастирования. Бронхографию рекомендуется проводить на трохоскопе в положении пациента на исследуемом боку. При этом контрастное вещество вводят в бронхи либо под местной анестезией, либо под наркозом. Последний способ исследования предпочтителен у детей, больных бронхиальной астмой, а также при легочных кровотечениях. Иногда прибегают к так называемой селективной (направленной) бронхографии, если необходимо изучить состояние только определенной части бронхиального дерева.

При бронхографии у больных с патологией бронхов можно обнаружить два типа изменений. **Обратимые** рентгенологические симптомы поражения бронхов обусловлены воспалительным отеком слизистой, гиперплазией слизистых желез и гиперсекрецией. В этих случаях на рентгенограммах обнаруживаются множественные обрывы заполнения контрастным веществом бронхов, неровность их контуров, фрагментированное заполнение и т. п.

**Необратимые** рентгенологические признаки свидетельствуют о грубых органических изменениях морфологии бронхов и имеют важное диагностическое значение. К этим изменениям относятся:

1. Обрывы заполнения крупных и средних бронхов («культя» бронхов), обусловленные, например, раковой опухолью с эндобронхиальным ростом (рис. 2.89).

2. Выраженная зазубренность стенок бронхов, свидетельствующая, как правило, о хроническом воспалении с гипертрофией бокаловидных клеток и расширением протоков слизистых желез, в которые «затекает» контрастное вещество.

3. Бронхоэктазы (рис. 2.90) и поперечная исчерченность теней бронхов среднего калибра. Последняя обусловлена преимущественно неравномерной атрофией слизистой оболочки и выступанием в просвет этих воздухоносных путей бронхиальных хрящей [13].

Кроме того, бронхография может подтвердить или отвергнуть диагноз врожденной аномалии бронхиальной системы.

Основными показаниями к проведению бронхографии является необходимость объективного подтверждения наличия бронхоэктазов, врожденных аномалий развития бронхиальной системы, а также подозрение на опухолевой процесс в бронхах. Однако в последнем случае более предпочтительным является эндоскопическое исследование, дающее возможность прямого морфологического изучения биоптатов слизистой оболочки. Общими противопоказаниями к проведению исследования являются острые воспалительные процессы и дыхательная недостаточность [14].

**Флюорография** (синонимы: **радиофотография**, **рентгенофотография**, **рентгенофлюорография**) - рентгенологическое исследование, заключающееся в фотографировании флюоресцентного экрана, на который спроецировано рентгенологическое изображение. Основы этого метода разработали сразу же после открытия [рентгеновских лучей](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B8) учёными А. Баттелли и А. Карбассо (Италия) и Дж.М. Блейер (США).

Флюорография даёт уменьшенное изображение объекта. Выделяют мелкокадровую (например, 24 x 24 мм или 35 x 35 мм) и крупнокадровую (в частности, 70 x 70 мм или 100 x 100 мм) методики. Последняя по диагностическим возможностям приближается к [рентгенографии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F). Флюорография применяют главным образом для исследования органов грудной клетки, молочных желёз, костной системы.

Наиболее распространённым диагностическим методом, использующим принцип флюорографии, является [флюорография органов грудной клетки](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BB%D1%8E%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2_%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%BA%D0%B8), которая применяется прежде всего для скрининга [туберкулеза](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B5%D0%B7) и злокачественных новообразований лёгких. Также в медицинской диагностике флюорография используется для изучения молочных желёз и костной системы. Разработаны как стационарные, так и мобильные флюорографические аппараты.

В настоящее время плёночная флюорография постепенно заменяется цифровой. Цифровые методы позволяют упростить работу с изображением (изображение может быть выведено на экран монитора или распечатано, может быть передано по [локальной сети](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C) сразу нескольким врачам и т.п.), уменьшить лучевую нагрузку на пациента и уменьшить расходы на дополнительные материалы (плёнку, проявитель для плёнки). [15].

Существует две распространённые методики цифровой флюорографии. Первая методика, как и обычная флюорография, использует фотографирование изображения на флюоресцентном экране, только вместо фотокамеры используется [ПЗС матрица](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%97%D0%A1_%D0%BC%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%86%D0%B0). Вторая методика использует послойное поперечное сканирование грудной клетки веерообразным пучком рентгеновского излучения с детектированием прошедшего излучения линейным детектором (аналогично обычному [сканеру](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%80) для бумажных документов, где линейный детектор перемещается вдоль листа бумаги). Второй способ позволяет использовать гораздо меньшие дозы излучения. Некоторый недостаток второго способа — большее время получения изображения.

Существует вариант с лазерным сканированием фосфорных многоразовых гибких пластин. [14].

## Бронхоскопия

Бронхоскопия — прямое визуальное исследование гортани и дыхательных путей с помощью волоконно-оптического инструмента (бронхоскопа). Бронхоскоп имеет на конце источник света, который позволяет врачу рассмотреть большие дыхательные пути (бронхи).

Бронхоскопия используется в диагностических и лечебных целях. С помощью бронхоскопа можно удалять слизь, кровь, гной и инородные тела; вводить лекарства в определенные области легких; искать источник кровотечения. Если врач подозревает злокачественную опухоль легких, бронхоскопия дает возможность исследовать дыхательные пути и брать образцы ткани из любых подозрительных областей.

С помощью бронхоскопа можно взять на анализ мокроту и исследовать ее на наличие микроорганизмов, которые вызывают пневмонию, — их трудно получить и идентифицировать другими способами. Бронхоскопия особенно необходима при обследовании больных СПИДом и пациентов с другими расстройствами иммунитета. Она помогает оценить состояние гортани и дыхательных путей после ожогов или вдыхания дыма.

По крайней мере 4 часа перед процедурой человек не должен есть или пить. Часто назначают успокаивающее средство, чтобы уменьшить беспокойство, и атропин для снижения риска развития спазма гортани и замедления частоты сердечных сокращений, которые возможны во время исследования. Горло и носовой проход обезболивают аэрозолем анестезирующего средства и затем гибкий бронхоскоп проводят через ноздрю в дыхательные пути. Бронхоальвеолярный лаваж — это процедура, которую проводят, чтобы забрать для анализа материал из мелких дыхательных путей, недоступных при бронхоскопии. После введения бронхоскопа в мелкий бронх врач через трубку вводит солевой раствор. Затем жидкость вместе с клетками и бактериями отсасывается обратно в бронхоскоп.

Исследование материала под микроскопом помогает в диагностике инфекций и злокачественных опухолей; посев этой жидкости — лучший способ идентифицировать микроорганизмы. Бронхоальвеолярный лаваж также применяют при лечении легочного альвеолярного протеиноза и других состояний.

Трансбронхиальная биопсия легких позволяет получить кусочек ткани легких через бронхиальную стенку. Врач забирает часть ткани из подозрительной области, проводя инструмент для биопсии через канал в бронхоскопе, и затем через стенку мелких дыхательных путей — в подозрительную область легких.

Для более точной локализации иногда прибегают к рентгенологическому контролю. Это позволяет уменьшить риск случайного повреждения и коллапса (спадения) легких при попадании воздуха в плевральную полость (пневмотораксе). Хотя трансбронхиальная биопсия легких сопровождается риском развития осложнений, она обеспечивает дополнительную диагностическую информацию и часто помогает избежать большой операции.

После бронхоскопии человек находится под наблюдением в течение нескольких часов. Если была произведена биопсия, делают рентгеновский снимок грудной клетки, чтобы убедиться в отсутствии осложнений [12].

**Компьютерная томография** (**КТ**) - метод получения и обработки результатов [томографии](http://www.spidinfo.su/Analizy_i_diagnostika?t=Tomografiya) с помощью компьютера.

Компьютерная томография использует те же принципы сканирования внутренних ораганов, что и ультразвуковая, рентреновская, магнито-резонансная томографии, но использование копьютерных технологий позволяет делать не просто просвечивающий снимок, а делать послойное изображение с разных точек в разных плоскостях, строя на основании этих данных трехмерное изображение сканируемого органа или группы органов.

Существует контрастная и безконстрастная компьютерная томография. Контрастная томография использует наполнение исследуемых органов специальные контрастирующими по веществами.

Контрастирование для ультразвукового томографа осуществляется с помощью микропузырьков газа, растворенных в галактозе (левовист, эхоген). Размеры этих пузырьков достаточно малы, чтобы проникать через легочные капилляры - 4-6 микрон. Находясь в просвете сосуда, они резонируют со сканирующим ультразвуковым лучом и усиливают его отражающую способность на несколько порядков.

Для [рентгеновской томографии](http://www.spidinfo.su/Analizy_i_diagnostika?t=Rentgenovskij_tomograf) используют рентгеноконтрастные препараты - йод или барий.

Преимущества компьютерной томографии

Компьютерная томография, за счет использования нескольких рядов детекторов и непрерывного сканирования с разных точек, дает повышенную точность изображения и позволяет выделять на томограмме отдельные органы в трехмерном изображении. Пространственное разрешение компьютерного томографа очень высоко, например, минимальная толщина среза для спирального томографа составляет 0,5 мм.

Использования специальных режимов сканирования сокращает дозу облучения и значительно увеличивает скорость исследования.

Компьютерная томография пригодная для любых органов и систем организма: мозга, черепа, придаточных и околоносовых пазух, позвоночника, шеи, органов грудной клетки (легких и средостения), органов брюшной полости (печени, кишечника, селезенки, почек), таза, костной системы и опорно-двигательного аппарата). Наиболее часто практиуется компьютерная томография головы и головного мозга, легких и почек.

## Использование компьютерной томографии для диагностики ишемической болезни сердца позволяет избежать хирургических методов диагностики.

## В общем случае, говоря о КТ, речь идет о компьютерной рентгеновской томографии, как наиболее распространенном виде томографии. Но компьютер используется и для управления всеми остальными видами [томографов](http://www.spidinfo.su/Analizy_i_diagnostika?t=Tomografiya) - ультразвуковом томографе, [МРТ](http://www.spidinfo.su/Analizy_i_diagnostika?t=MRT), в [позитронно-эмиссионная томографии](http://www.spidinfo.su/Analizy_i_diagnostika?t=Pozitronno-jemissionnaya_tomografiya) и других.

**Ангиография** - рентгеновское исследование сосудов легкого после введения в них контрастного вещества. При катетеризации сосуда в него вводят 15-20 мл контрастного вещества и выполняют серию рентгеновских снимков. Исследование производят для уточнения операбельности при раке легкого, для диагностики тромбоэмболии легочной артерии, артериовенозных аневризм и др.; наиболее полную информацию она дает в сочетании с компьютерной томографией. Бронхиальную артериографию применяют для уточнения локализации источника кровотечения и последующей эмболизации артерии при легочном кровотечении.

**Газовая медиастинография** - рентгеновское исследование грудной клетки после введения в клетчатку средостения газа (обычно 150-200 мл кислорода) через прокол над грудиной или во II межреберье слева. Раньше метод применяли для определения метастазов опухоли в лимфатические узлы средостения. В настоящее время для этих целей используют компьютерную томографию.

**Плеврография** - рентгеновское исследование плевральной полости после введения в нее контрастного вещества посредством пункции или через свищ, например, при эмпиеме плевры. Метод постепенно вытесняется компьютерной томографией.

Адиоизотопное (радионуклидное) исследование в зависимости от применяемого радиоактивного изотопа позволяет выявить патологические очаги в легком, которые длительно задерживают или, наоборот, не накапливают изотоп (например нарушение перфузии легочной ткани в зоне эмболии ветвей легочной артерии, ателектаза, опухоли легкого). При вдыхании Хе-133 можно определить участие долей легкого в акте дыхания, исследовать бронхиальную проходимость во время полувыведения препарата. Радиоизотопное исследование **Торакоскопия** - эндоскопическое исследование плевральной полости с помощью специального инструмента - торакоскопа. Метод дает возможность осмотреть париетальную и висцеральную плевру, выявить опухоль, произвести биопсию. Торакоскоп обычно вводят по среднеаксиллярной линии в IV-V межреберьях.

**Медиастиноскопия** - метод эндоскопического исследования переднего средостения и передней поверхности трахеи (до бифуркации) с помощью специального инструмента - медиастиноскопа. Применяется для пункции или удаления лимфатических узлов, для гистологического исследования при лимфогранулематозе, метастазах, опухолях переднего средостения. Цитологическое, гистологическое и микробиологическое исследования мокроты, бронхиального секрета, плеврального экссудата, а также материала, получаемого при бронхоскопии (кусочков ткани, соскобов, смывов со слизистой оболочки при чрескожной тонкоигольной биопсии, медиастиноскопии, торакоскопии). [15].

**ВЫВОД**

**1. Легкие и бронхи.** Легкие – парные конусовидные органы, расположенные в грудной клетке и разделенные сердцем. Правое легкое весит примерно 630 г и разделено на три доли. Левое легкое весом около 570 г разделено на две доли. Легкие содержат систему разветвляющихся бронхов и бронхиол – т.н. бронхиальное дерево; оно берет начало от двух главных бронхов и заканчивается мельчайшими мешочками, состоящими из альвеол. Наряду с этими образованиями в легких имеется сеть кровеносных и лимфатических сосудов, нервы и соединительная ткань. Основная функция бронхиального дерева – проведение воздуха в альвеолы.

Процессы газообмена между организмом и окружающей средой происходят в альвиолах.

2. Важнейший механизм газообмена – это диффузия. Процесс движения газа из области высокой концентрации в область низкой его концентрации (пассивный транспорт). Перенос кислорода из окружающей среды к клетками производится путем транспорта кислорода в альвиолы, далее в кровь. Таким образом, венозная кровь обогащается кислородом и превращается в артериальную. Поэтому состав выдыхаемого воздуха отличается от состава наружного воздуха: в нем содержится меньше кислорода и больше углекислого газа, чем в наружном, и много водяных паров.

3. В настоящее время существует множество методов исследования легочной системы.

Функциональные методы исследования:

- спирометрия – измерение жизненной емкости легких и других легочных объемов;

- анализ газов крови имеет важное значение для изучения газообразовательной функции легких.

Специальные методы исследования:

- флюорография,

- бронхография,

- бронхоскопия,

- компьютерная томография и другие.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАНЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Л. Аксельрод «Спорт и здоровье», М., 1993г.
2. Н.Ю. Алексеенко, "Основы Физиологии" под редакцией П. Стерки перевод с английского , М., 2001г.
3. А.М. Белов, Энциклопедия «Современная медицина», М., 2007г.
4. М. Бормаш «Человек», М. 1992г.
5. И.Д. Зверев. Книга для чтения по анатомии, физиологии и гигиене человека. М. Просвещение, 1978.
6. В. Машков «Основы лечебной физической культуры», К., 1999г.
7. А.В. Никитин, В.А. Гусманов, «Непосредственное исследование больного с основами синдромной диагностики: Учеб. Пособие», Воронеж: Издательство Воронежского университета, 1995. - 208 с.
8. В.И. Покровский, «Медицинская энциклопедия» Москва 1992.
9. Н. Прибылов «Лечебная физкультура»., М., 1990г.
10. А.М. Цузмер, О.Л. Петришина. Биология. Человек и его здоровье. М. Просвещение, 1994.
11. Биологический энциклопедический словарь. М. Советская энциклопедия, 1989.
12. http://medfox.ru/archives/36 «Лабораторные методы исследования легких».
13. http://www.medlub.ru/2205/2239/2241/2931/ «Методы исследования органов грудной клетки».
14. http://www.anatomus.ru/dyhanie.htm «Новые методы исследования легких»
15. http://zdor.org.ua/domashnii-doktor/glava-19-sovremennye-metody-issledovaniya.html, «Современные методы исследования».