Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования "Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого" Министерства здравоохранения Российской Федерации



Кафедра кардиологии, функциональной и клинико-лабораторной диагностики ИПО

Зав.кафедрой: профессор, Матюшин Г.В.

Реферат на тему:

# Методы исследования и показатели внешнего дыхания.

Выполнила:

Ординатор:

Функциональная диагностика

Широн Алёна Константиновна

Красноярск 2022

Содержание:

1. Основные показатели, характеризующие состояние функции внешнего дыхания
2. Общее спирографическое исследование
3. Оценка спирографических показателей
4. Клинико-физиологические возможности спирографии
5. Анатомия

**Основные показатели, характеризующие состояние функции внешнего дыхания**

Все показатели, характеризующие состояние функции внешнего дыхания, условно можно разделить на четыре группы.

К первой группе относятся показатели, характеризующие легочные объемы и емкости. К легочным объемам относятся: дыхательный объем, резервный объем вдоха, резервный объем вдоха, резервный объем выдоха и остаточный объем (количество воздуха, остающееся в легких после максимального глубокого выдоха). К емкостям легких относятся: общая емкость (количество воздуха, находящегося в легких после максимального вдоха), емкость вдоха (количество воздуха, соответствующее дыхательному объему и резервному объему вдоха), жизненная емкость легких (состоящая из дыхательного объема, резервного объема вдоха и выдоха), функциональная остаточная емкость (количество воздуха, остающееся в легких после спокойного выдоха - остаточный воздух и резервный объем выдоха).

Ко второй группе относятся показатели, характеризующие вентиляцию легких: частота дыхания, дыхательный объем, минутный объем дыхания, минутная альвеолярная вентиляция, максимальная вентиляция легких, резерв дыхания или коэффициент дыхательных резервов.

К третьей группе относятся показатели, характеризующие состояние бронхиальной проходимости: форсированная жизненная емкость легких (проба Тиффно и Вотчала) и максимальная объемная скорость дыхания во время вдоха и выдоха (пневмотахометрия).

В четвертую группу входят показатели, характеризующие эффективность легочного дыхания или газообмен. К этим показателям относятся: состав альвеолярного воздуха, поглощение кислорода и выделение углекислоты, газовый состав артериальной и венозной крови Указанные показатели должны исследоваться в том или ином комплексе и не только в состоянии покоя, но и под влиянием различных функциональных нагрузок и фармакологических воздействий..

**Общее спирографическое исследование**

Общее спирографическое исследование дает возможность определить основной обмен по количеству поглощаемого кислорода, глубину и частоту дыхания, минутный объем дыхания, максимальную вентиляцию легких, фракционную жизненную емкость легких (пробу Тиффно и Вотчала), коэффициент использования кислорода, дыхательный эквивалент Антони:

потребление = МОД(л)\*100/ О2(млмин)

**Оценка спирографических показателей**

Количественная оценка спирографических показателей производится путем сопоставления их с нормативами, полученными при обследовании здоровых людей. Значительные индивидуальные различия, имеющиеся у здоровых людей, вынуждают, как правило, использовать не общую среднюю того или иного показателя, а учитывать пол, возраст, рост и вес обследуемых.

Индивидуальный норматив, рассчитанный с учетом влияния нескольких или всех указанных факторов, принято называть должной величиной. Для большинства спирографических показателей разработаны должные величины, для некоторых - определен диапазон индивидуальных различий здоровых людей. Для расчета должных величин многих функциональных показателей наиболее широко используются величины должного основного обмена. Должную величину в каждом конкретном случае принимают за 100%, а полученную экспериментально - выражают в процентах должной. Использование должных величин уменьшает, но не устраняет полностью индивидуальных различий здоровых людей, которые для большинства показателей находятся в пределах 80-120% должной, а для некоторых - в еще более широком диапазоне. Это создает значительные трудности в оценке спирографических показателей, особенно при диагностике начальных нарушений. Дело значительно меняется, если имеются данные повторных исследований. Даже небольшие отклонения от результатов предшествующего обследования больного могут указать на величину и направленность происшедших изменений. Правильно их оценка может быть дана только с учетом воспроизводимости показателя. Под воспроизводимостью понимают диапазон повторных измерений с принятой надежностью различает свойственную методу погрешность от фактически происшедших сдвигов. Суммарная погрешность спирографического исследования включает случайные и систематические ошибки, связанные с конструктивными особенностями прибора, субъективные ошибки снятия отсчетов по спирограмме и физиологически обусловленные колебания, свойственные исследуемым. Мерой воспроизводимости является среднее квадратичное отклонение разброса повторных измерений. Воспроизводимость биологических параметров принято оценивать в 95% доверительном интервале. важно также иметь ввиду, что если в процессе одного исследования в ряде повторных измерений оказывается величина, превышающая предел воспроизводимости, то она должна быть отброшена, как недостоверный результат.

При этом следует отметить, что при оценке конечного результата исследования физиологически более оправдано использование наибольшей величины, а не средней нескольких измерений, независимо от числа повторений.

Ниже подробно будут разобраны критерии оценки отдельных спирографических показателей.

Общеизвестно, что одним из основных клинических проявлений легочной недостаточности является учащение и поверхностный характер дыхания. Однако по данным инструментального исследования эти признаки имеют весьма ограниченное диагностическое значение.

Частота дыхания у здоровых людей в условиях основного обмена составляет у мужчин 15 (922), у женщин 17 (1023) в мин. В условиях относительного покоя границей нормы следует считать частоту дыхания 24 дыхания в мин.

Объем дыхания у здоровых людей колеблется в очень широких пределах, в условиях основного обмена у мужчин от 250 до 800, у женщин от 250 до 600, а в условиях относительного покоя соответственно от 300 до 1200 и от 250 до 800 мл, что практически лишает эти показатели диагностической ценности. Так, при хронической пневмонии ЧД более 24 в минуту обычно наблюдается всего лишь у 68% больных, ОД меньше 300 мл - у 13%.

Минутный объем дыхания в условиях основного обмена при спирографическом исследовании составляет от 4 до 10 л BTPS. Тесная зависимость уровня вентиляции от интенсивности газообмена позволяет выразить должную величину МОД через должный основной обмен.

Должный МОД STPD= Должный основной обмен ккал/сутки / 7.0740

Поскольку МОД следует выражать в BTPS за норму следует принимать не 100, а 120% должной. В условиях относительного покоя МОД составляет 160% должной, хотя потребление кислорода увеличивается всего на 10-20%. Налицо гипервентиляция, связанная с эмоциональным фактором. Выявлению гипервентиляции в покое раньше придавалось большое диагностическое значение. С ее наличием чуть ли не отождествлялось представление о легочной недостаточности. Действительно, у больных при частом и поверхностном дыхании и увеличении мертвого пространства вследствие неравномерного распределения воздуха в легких эффективность вентиляции ухудшается. Доля объема дыхания, участвующего в вентиляции альвеол, снижается до 1/3 против 2/3-4/5 в норме. Для обеспечения нормального уровня альвеолярной вентиляции необходимо увеличить МОД, что приходится наблюдать во всех случаях, даже при гиповентиляции альвеол. При некоторых же патологических состояниях возникает гипервентиляция, компенсаторная реакция в ответ на нарушения в других звеньях системы дыхания. Получается, что представление о гипервентиляции в покое как о ценном диагностическом показателе - справедливо. С этим можно согласиться, при условии, что исключено влияние на вентиляцию эмоционального фактора. Достичь этого удается только при строгом соблюдении условий основного обмена. Условия же относительного покоя, о чем упоминалось ранее, никаких гарантий в этом отношении не дают. При относительном покое у больных выявляется тенденция к большему, чем у здоровых увеличению МОД. Так при хронической пневмонии МОД более 200% наблюдается в 35-40% случаях, тогда как у здоровых людей в 15-25%. МОД ниже нормы, но не меньше 90% наблюдается крайне редко - всего лишь в 2-5% всех случаев.Это доказывает малую ценность этого показателя. потребление кислорода в основных условиях составляет от 160 до 300 мл в минуту, или 85-125%. Расчет должного ПО2 производится по формуле

Должное ПО2= Должный основной обмен / 7.07

В условиях относительного покоя ПО2 составляет от 115 до 150%. ПО2характеризует уровень энергетического обмена и ни в какой степени не отражает состояние аппарата вентиляции. Количественно газообмен в покое обеспечивается вплоть до крайних степеней нарушения внешнего дыхания. Только при физической нагрузке больные часто оказываются неспособны значительно увеличивать интенсивность газообмена.

Коэффициент использования кислорода в норме в полном покое составляет 40 (2555) мл/л. КИО2 в значительной мере дублирует МОД в % должного, так как расчет должной МОД исходит из формального КИО2.

К оценке КИО2в покое, как показателя эффективности вентиляции, следует подходить с большой осторожностью: он в равной степени может указывать на низкую эффективность вентиляции, связанную с изменением характера дыхания, так и на неадекватный, относительнео интенсивности газообмена, уровень вентиляции, обусловленный чаще всего, эмоциональным фактором.

Жизненная емкость легких у здоровых составляет от 2.5 до 7.5 л, такой разброс в значениях требует обязательного использования должных величин. Из множества предложенных формул расчета должной ЖЕЛ можно рекомендовать следующие.

Должная ЖЕЛ BTPS = Должный основной обмен 3.0 (для мужчин).

Должная ЖЕЛ BTPS = Должный основной обмен 2.6 (для женщин).

Для людей старше 50 лет коэффициенты должны быть уменьшены на 0.2. При определении ЖЕЛ в положении лежа коэффициенты уменьшаются на 0.1. Границы нормы находятся в диапазоне 80120% должной. Воспроизводимость ЖЕЛ составляет 5-7% исходной величины. Следовательно, изменение в указанных пределах при повторных исследованиях не могут рассматриваться как фактически происшедшие сдвиги.

У больных с начальной патологией ЖЕЛ ниже нормы регистрируется в 25% случаев. При второй стадии хронической пневмонии этот показатель возрастает почти вдвое и составляет 45-65%. Т.о. ЖЕЛ имеет высокую диагностическую ценность. Снижение ЖЕЛ до 65% должной следует рассматривать как умеренное, от 60 до 50 - как значительное и ниже 50% - как резкое.

Резервный объем вдоха в норме составляет сидя 50 (3565)% ЖЕЛ, лежа 65 (5080)% ЖЕЛ. Резервный объем выдоха - сидя 30 (1050)%, лежа - 15 (525)% ЖЕЛ. При патологии обычно имеет место снижение показателей Ровд, Ровыд в % ЖЕЛ.

Форсированная ЖЕЛ у здоровых людей фактически воспроизводит ЖЕЛ и, таким образом, является ее повторением. Различия ЖЕЛ и ФЖЕЛ у мужчин составляют -200 (-600+300) мл, у женщин -130 (-600+300) мл. В случае, если ФЖЕЛ больше ЖЕЛ, что хотя и не часто, но может наблюдаться как в норме, так и при патологии, по общим правилам она должна приниматься в расчет как наибольшая величина ЖЕЛ.

Диагностическое значение приобретают величины, выходящие за предел воспроизводимости ЖЕЛ.

Для оценки кривой форсированного выдоха предложено более десятка количественных показателей. В практической работе используют обычно не более двух из общего числа. Наиболее часто - объем форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1), который часто неверно называют ФЖЕЛ1, временной ЖЕЛ и так далее.

Общепринятой должной ОФВ1не существует, так как величина показателя в значительной мере зависит от типа используемой аппаратуры. Именно поэтому нормативы, представленные в зарубежной литературе, оказываются непригодными. Для большинства типов отечественных спирографов установлено, что в среднем ОФВ1 у мужчин в положении сидя в возрасте 18-30 лет составляет 3.3 л/сек ATSP со снижением в каждом последующем десятилетии на 0.3 л/сек. В положении лежа ОФВ1меньше на 0.1 л. Нижней границей нормы в возрасте до 50 лет следует принять 2.2 л/сек, в возрасте 51-60 - 2.0 л/сек. У женщин ОФВ1 составляет в положении сидя 2.35 (1.43.0) л/сек. Воспроизводимость показателя составляет 10%, при резких нарушениях - 15% исходной величины. Диагностическая значимость ОФВ1 приблизительно равна ЖЕЛ, а при нарушениях, обусловленных ухудшением бронхиальной проходимости, превышает ЖЕЛ. К умеренному должно быть отнесено снижение ОФВ1 у мужичин до 1.5 л/сек, у женщин - до 1 л/сек, к значительному - до 1.0 и 0.7 л/сек, к резкому - ниже указанных пределов.

Скорость форсированного выдоха находится в тесной зависиости от объема легких. поэтому ограничить ее оценку абсолютными значениями нельзя. Широко принято относить ОФВ1 к объему ЖЕЛ и выражать это отношение в %. Этот показатель получил название теста Тиффно. Так, при ОФВ1 3.0 л/сек и ЖЕЛ 4.0 л отношение ОФВ1к ЖЕЛ составит 75%. Относительно того, к какому объему следует относить ОФВ1: к ФЖЕЛ, ЖЕЛ или должной ЖЕЛ - единого мнения нет. ЖЕЛ в условиях патологии отражает не объем легких, а некую экспираторную позицию, при которой происходит спадение бронхов. Физиологически наиболее оправдано использование фактической ЖЕЛ, взятой в системе ATPS.

Отношение ОФВ1/ЖЕЛ составляет во всех возрастных группах в равной мере у мужчин и женщин независимо от положения тела 70 (5590)%. воспроизводимость показателя 7%. За умеренное отклонение принимают ОФВ1/ЖЕЛ до 45%, за значительное - от 45 до 35%, и ниже 35% - за резкое.

Максимальная вентиляция легких (МВЛ) у здоровых мужчин составляет 70-170 л/мин, у женщин - 45-120 л/мин BTPS. К сожалению значительное влияние на значение этого показателя методики исследования, положения тела и пр. резко затруднили выработку общепринятых должных величин. Для расчета можно рекомендовать следующую формулу

ДМВЛ BTPS = ДЖЕЛN, где N=25 для мужчин и N=26 для женщин. В возрасте 50-60 лет коэффициент N уменьшается на 2. За норму принимается диапазон 70135 и более % должной. Т.о. убрать индивидуальные различия с помощью должных величин удается лишь частично. Большое влияние на значение МВЛ имеет частота дыхания при выполнении пробы МВЛ. Хотя методикой предусмотрена произвольная частота дыхания, она не должна быть меньше 40 в мин. Обязательный учет ЧД, при которой выполнялась МВЛ, во многом способствует правильной оценке показателя. Воспроизводимость МВЛ составляет около 15% исходной величины. Снижение МВЛ до 50% следует рассматривать как умеренное, от 50 до 35% как значительное, и ниже 35% как резкое.

Показатель скорости движения воздуха (ПСДВ) есть отношение МВЛ/ЖЕЛ. ПСДВ принято выражать в л2/мин. У здоровых мужчин он составляет 25(2030), снижаясь в среднем до 22 в возрасте 50-60 лет. у женщин ПСДВ на 2 л2/мин больше. С его помощью удается дифференцировать ограничительные нарушения вентиляции от нарушения бронхиальной проходимости. У больных бронхиальной астмой он может быть снижен до 8-10, при ограничительном процессе - увеличен до 40 и более.

**Клинико-физиологические возможности спирографии**

Система легочного дыхания организма, обеспечивающая артериализацию крови в легких, осуществляется благодаря строгой согласованности между собой трех процессов:

1. вентиляции альвеол, обеспечивающей постоянство состава альвеолярного воздуха;

2. непрерывного кровотока через капилляры легкого и распределения крови в строгом соответствии с интенсивностью вентиляции отдельных ее участков;

3. диффузии биологических газов через легочную ммебрану с необходимой скоростью.

При спирографическом исследовании удается судить о состоянии лишь одного из звеньев системы легочного дыхания -аппарата вентиляции. Однако этого вполне достаточно, поскольку именно нарушения вентиляции при подавляющем большинстве заболеваний легких оказываются ведущими в комплексе патофизиологических растройств и в значительной мере определяют клиническую картину легочной недостаточности, снижая функциональные возможности больного с паталогией легких.

**Анатомия**

Дыхательная система человека состоит из тканей и органов, обеспечивающих легочную вентиляцию и легочное дыхание. К воздухоносным путям относятся: нос, полость носа, носоглотка, гортань, трахея, бронхи и бронхиолы. Легкие состоят из бронхиол и альвеолярных мешочков, а также из артерий, капилляров и вен легочного круга кровообращения. К элементам костно-мышечной системы, связанным с дыханием, относятся ребра, межреберные мышцы, диафрагма и вспомогательные дыхательные мышцы.

**Воздухоносные пути**

Нос и полость носа служат проводящими каналами для воздуха, в которых он нагревается, увлажняется и фильтруется. В полости носа заключены также обонятельные рецепторы.

Наружная часть носа образована треугольным костно-хрящевым остовом, который покрыт кожей; два овальных отверстия на нижней поверхности-ноздри-открываются каждое в клиновидную полость носа. Эти полости разделены перегородкой. Три легких губчатых завитка (раковины) выдаются из боковых стенок ноздрей, частично разделяя полости на четыре незамкнутых прохода (носовые ходы). Полость носа выстлана богато васкуляризованной слизистой оболочкой. Многочисленные жесткие волоски, а также снабженные ресничками эпителиальные и бокаловидные клетки служат для очистки вдыхаемого воздуха от твердых частиц. В верхней части полости лежат обонятельные клетки.

Гортань лежит между трахеей и корнем языка. Полость гортани разделена двумя складками слизистой оболочки, не полностью сходящимися по средней линии. Пространство между этими складками - голосовая щель защищено пластинкой волокнистого хряща - надгортанником. По краям голосовой щели в слизистой оболочке лежат фиброзные эластичные связки, которые называются нижними, или истинными, голосовыми складками (связками). Над ними находятся ложные голосовые складки, которые защищают истинные голосовые складки и сохраняют их влажными; они помогают также задерживать дыхание, а при глотании препятствуют попаданию пищи в гортань. Специализированные мышцы натягивают и расслабляют истинные и ложные голосовые складки. Эти мышцы играют важную роль при фонации, а также препятствуют попаданию каких-либо частиц в дыхательные пути.

Трахея начинается у нижнего конца гортани и спускается в грудную полость, где делится на правый и левый бронхи; стенка ее образована соединительной тканью и хрящом. У большинства млекопитающих хрящи образуют неполные кольца. Части, примыкающие к пищеводу, замещены фиброзной связкой. Правый бронх обычно короче и шире левого. Войдя в легкие, главные бронхи постепенно делятся на все более мелкие трубки (бронхиолы), самые мелкие из которых конечные бронхиолы являются последним элементом воздухоносных путей. От гортани до конечных бронхиол трубки выстланы мерцательным эпителием.

**Легкие**

В целом легкие имеют вид губчатых, пористых конусовидных образований, лежащих о обеих половинах грудной полости.

Наименьший структурный элемент легкого - долька состоит из конечной бронхиолы, ведущей в легочную бронхиолу и альвеолярный мешок. Стенки легочной бронхиолы и альвеолярного мешка образуют углубления - альвеолы. Такая структура легких увеличивает их дыхательную поверхность, которая в 50-100 раз превышает поверхность тела. Относительная величина поверхности, через которую в легких происходит газообмен, больше у животных с высокой активностью и подвижностью. Стенки альвеол состоят из одного слоя эпителиальных клеток и окружены легочными капиллярами. Внутренняя поверхность альвеолы покрыта поверхностно-активным веществом сурфактантом. Как полагают, сурфактант является продуктом секреции гранулярных клеток. Отдельная альвеола, тесно соприкасающаяся с соседними структурами, имеет форму неправильного многогранника и приблизительные размеры до 250 мкм. Принято считать, что общая поверхность альвеол, через которую осуществляется газообмен, экспоненциально зависит от веса тела. С возрастом отмечается уменьшение площади поверхности альвеол.

**Плевра**

Каждое легкое окружено мешком - плеврой. Наружный (париетальный) листок плевры примыкает к внутренней поверхности грудной стенки и диафрагме, внутренний (висцеральный) покрывает легкое. Щель между листками называется плевральной полостью. При движении грудной клетки внутренний листок обычно легко скользит по наружному. Давление в плевральной полости всегда меньше атмосферного (отрицательное). Межплевральное пространство между легкими называется средостением; в нем находятся трахея, зобная железа (тимус) и сердце с большими сосудами, лимфатические узлы и пищевод.

**Кровеносные сосуды легких**

Легочная артерия несет кровь от правого желудочка сердца, она делится на правую и левую ветви, которые направляются к легким. Эти артерии ветвятся, следуя за бронхами, снабжают крупные структуры легкого и образуют капилляры, оплетающие стенки альвеол.

Воздух в альвеоле отделен от крови в капилляре 1) стенкой альвеолы, 2) стенкой капилляра и в некоторых случаях 3) промежуточным слоем между ними. Из капилляров кровь поступает в мелкие вены, которые в конце концов соединяются и образуют легочные вены, доставляющие кровь в левое предсердие.

Бронхиальные артерии большого круга тоже приносят кровь к легким, а именно снабжают бронхи и бронхиолы, лимфатические узлы, стенки кровеносных сосудов и плевру. Большая часть этой крови оттекает в бронхиальные вены, а оттуда - в непарную (справа) и в полунепарную (слева). Очень небольшое количество артериальной бронхиальной крови поступает в легочные вены.

**Дыхательные мышцы**

Дыхательные мышцы - это те мышцы, сокращения которых изменяют объем грудной клетки. Мышцы, направляющиеся от головы, шеи, рук и некоторых верхних грудных и нижних шейных позвонков, а также наружные межреберные мышцы, соединяющие ребро с ребром, приподнимают ребра и увеличивают объем грудной клетки. Диафрагма-мышечно-сухожильная пластина, прикрепленная к позвонкам, ребрам и грудине, отделяет грудную полость от брюшной. Это главная мышца, участвующая в нормальном вдохе. При усиленном вдохе сокращаются дополнительные группы мышц. При усиленном выдохе действуют мышцы, прикрепленные между ребрами (внутренние межреберные мышцы), к ребрам и нижним грудным и верхним поясничным позвонкам, а также мышцы брюшной полости; они опускают ребра и прижимают брюшные органы к расслабившейся диафрагме, уменьшая таким образом емкость грудной клетки.

**Легочная вентиляция**

Пока внутриплевральное давление остается ниже атмосферного, размеры легких точно следуют за размерами грудной полости. Движения легких совершаются в результате сокращения дыхательных мышц в сочетании с движением частей грудной стенки и диафрагмы.

**Дыхательные движения**

Расслабление всех связанных с дыханием мышц придает грудной клетке положение пассивного выдоха. Соответствующая мышечная активность может перевести это положение во вдох или же усилить выдох.

Вдох создается расширением грудной полости и всегда является активным процессом. Благодаря своему сочленению с позвонками ребра движутся вверх и наружу, увеличивая расстояние от позвоночника до грудины, а также боковые размеры грудной полости (реберный или грудной тип дыхания).Сокращение диафрагмы меняет ее форму из куполообразной в более плоскую, что увеличивает размеры грудной полости в продольном направлении (диафрагмальный или брюшной тип дыхания). Обычно главную роль во вдохе играет диафрагмальное дыхание. Поскольку люди-существа двуногие, при каждом движении ребер и грудины меняется центр тяжести тела и возникает необходимость приспособить к этому разные мышцы.

При спокойном дыхании у человека обычно достаточно эластических свойств и веса переместившихся тканей, чтобы вернуть их в положение, предшествующее вдоху. Таким образом, выдох в покое происходит пассивно вследствие постепенного снижения активности мышц, создающих условие для вдоха. Активный выдох может возникнуть вследствие сокращения внутренних межреберных мышц в дополнение к другим мышечным группам, которые опускают ребра, уменьшают поперечные размеры грудной полости и расстояние между грудиной и позвоночником. Активный выдох может также произойти вследствие сокращения брюшных мышц, которое прижимает внутренности к расслабленной диафрагме и уменьшает продольный размер грудной полости.

Расширение легкого снижает (на время) общее внутрилегочное (альвеолярное) давление. Оно равно атмосферному, когда воздух не движется, а голосовая щель открыта. Оно ниже атмосферного, пока легкие не наполнятся при вдохе, и выше атмосферного при выдохе. Внутриплевральное давление тоже меняется на протяжении дыхательного движения; но оно всегда ниже атмосферного (т. е. всегда отрицательное).

**Транспорт дыхательных газов**

Около 0.3% О2, содержащегося в артериальной крови большого круга при нормальном РО2, растворено в плазме. Все остальное количество находится в непрочном химическом соединении с гемоглобином (НЬ) эритроцитов. Гемоглобин представляет собой белок с присоединенной к нему железосодержащей группой. Fе+ каждой молекулы гемоглобина соединяется непрочно и обратимо с одной молекулой О2. Полностью насыщенный кислородом гемоглобин содержит 1,39 мл. О2 на 1 г Нb (в некоторых источниках указывается 1,34 мл).

Полностью насыщенный кислородом гемоглобин (НbО2) обладает более сильными кислотными свойствами, чем восстановленный гемоглобин (Нb). В результате в растворе, имеющем рН 7.25, освобождение 1мМ О2 из НbО2 делает возможным усвоение О.7 мМ Н+ без изменения рН; таким образом, выделение О2 оказывает буферное действие.

Соотношение между числом свободных молекул О2 и числом молекул, связанных с гемоглобином (НbО2), описывается кривой диссоциации О2. НbО2 может быть представлен в одной из двух форм: или как доля соединенного с кислородом гемоглобина (% НbО2), или как объем О2 на 100 мл крови во взятой пробе (объемные проценты). В обоих случаях форма кривой диссоциации кислорода остается одной и той же.

**Насыщение тканей кислородом**

Транспорт О2 из крови в те участки ткани, где он используется, происходит путем простой диффузии. Поскольку кислород используется главным образом в митохондриях, расстояния, на которые происходит диффузия в тканях, представляются большими по сравнению с обменом в легких. В мышечной ткани присутствие миоглобина, как полагают, облегчает диффузию О2. Для вычисления тканевого PО2 созданы теоретически модели, которые предусматривают факторы, влияющие на поступление и потребление О2, а именно расстояние между капиллярами, кроваток в капиллярах и тканевой метаболизм. Самое низкое О2 установлено в венозном конце и на полпути между капиллярами, если принять, что кровоток в капиллярах одинаковый и что они параллельны.

**Приложение 1.**

|  |
| --- |
|  |
|  | indexes & definitions |  | индексы и определения |  |
| F,f | frequency | ЧД | частота дыхания |  |
| Vt,TV |  | ОД | дыхательный объем |  |
| V |  |  | минутный объем дыхания |  |
| RV | residual volume | ОО | остаточный объем |  |
| IC |  |  | емкость вдоха |  |
| ERV |  | РОвыд | резервный объем выдоха |  |
| IRV |  | РОвд | резервный объем вдоха |  |
| FRC |  | ФОЕ | функциональная остаточная емкость |  |
| FVC |  | ФЖЕЛ | форсированная жизненная емкость |  |
| TLC | total lung capacity | ОЕЛ | общая емкость легких |  |
| VC | vital capacity | ЖЕЛ | жизненная емкость легких |  |
| MBC | maximal breathing capacity | MBC | максимальная вентиляционная способность легких |  |
| MVVf | maximal voluntary ventilation | МВЛ | максимальная произвольная вентиляция легких |  |
| TLV | total lung ventilation | ОВЛ | общелегочная вентиляция |  |

Список литературы:

1. Современные методы диагностики и лечения заболеваний органов дыхания. Сб. научн. тр. (Под ред. А.Г.Чучелина). - М.: Б. и., 1983.
2. Современные методы диагностики и лечения заболеваний верхних дыхательных путей. Сб. статей. (Под ред. Б.Ю. Митина). - Киев: Б. и., 1990.
3. Спирография (методика исследования и клинического использования). Методическое письмо (ВНИИ пульмонологии)/Под ред. Канаева Н.Н. - Л.: ВНИИП, 1972.