**Введение**

При выборе темы для курсовой работы наиболее актуальным вопросом для меня стал воздействие физических нагрузок на организм. Как они могут влиять на него, каким изменениям он подвергается, как меняются физиологические показатели. На данный момент более всего меня заинтересовал такой физиологический показатель как жизненная емкость легких. Мне стало интересным, какова разница показателей жизненной емкости легких в покое и после физических нагрузок. А также посмотреть разницу показателей среди адаптированных и неадаптированных лиц к физической нагрузке.

Целью данной работы является:

- сравнить показатели жизненной емкости легких в покое и при физической нагрузке.

- посмотреть разницу показателей у адаптированных и неадаптированных лиц к нагрузкам.

Задачи работы:

- с помощью спирометра (прибор, определяющий жизненную емкость легких) определить жизненную емкость легких в покое и при физической нагрузке.

- сравнить показания спирометра у адаптированных и не адаптированных лиц к нагрузкам.

- выполнить пробу Розенталя и также сравнить полученные результаты.

Актуальностью данного исследования является то, что измерение параметров дыхания при нагрузке часто дают дополнительную информацию о функции легких. В покое у респираторной системы имеются огромные резервы; вентиляция и легочный кровоток, перенос кислорода и углекислого газа и диффузионная способность при нагрузке могут возрастать в несколько раз.

Часто на ранних стадиях поражения легкие параметры дыхания у больных в покое не отличаются от нормы, однако при нагрузке выявляются патологические изменения.

**Обзор литературы**

Одним из основных источников теоретического обоснования при написании курсовой работы для меня стала книга Дж. Уэст. В этой книге я смогла найти много интересующих меня вопросов. Такие вопросы как функции легких, дыхание его стадии, объемы и емкости легких. Но мало, что сказано про жизненную емкость, про методы исследования объемов и емкостей легких, влияние физической нагрузки на легкие, также мало, что сказано о строение легких. Вопрос о строении легких хорошо изложен в учебнике И.В. Гайворонского «Нормальная анатомия человека», Б.И.Ткаченко «Нормальная физиология человека», В.М.Покровского «Физиология человека». Вопрос о методиках исследования хорошо изложен в практикуме по нормальной физиологии под редакцией А.Т.Марьяновича.

**Дыхание**

Под дыханием понимается совокупность процессов обеспечивающих обмен газов между окружающей средой и организмом, где последний получает кислород, идущий на реакцию окисления глюкозы в клетках с целью получения энергии. Также в процессе дыхания из организма удаляется углекислый газ.

Дыхание включает следующие процессы:

-легочное дыхание;

-транспорт газов кровью;

-обмен газов между кровью и тканями;

-окисление органических веществ в клетках (тканевое дыхание).

Различают дыхание внешнее - обмен газов между внешней средой и органами дыхания - и внутреннее (тканевое) - обмен газов тканями и кровью.

Внешнее дыхание описывается рядом физиологических объемов (Рис.1). Так при спокойном дыхании во время каждого дыхательного движения обменивается небольшая часть находящегося в легких воздуха - 300-500 мл - это дыхательный объём (ДО). Дыхательный объём - это тот объём воздуха, который человек вдыхает и выдыхает при спокойном дыхании.

При усиленном вдохе в легкие можно ввести помимо дыхательного объема ещё дополнительно 1500-2000 мл воздуха - это резервный объём вдоха (РОвд). Резервный объем вдоха - это тот объем воздуха, который человек может вдохнуть помимо спокойного вдоха, то есть через силу.

А после спокойного выдоха можно усиленно выдохнуть еще 1000-1500 мл - это резервный объем выдоха (РОвыд). Резервный объем выдоха - это тот объем воздуха, который человек может выдохнуть после свободного выдоха, то есть через силу. Сумма дыхательного объема и резервного объема вдоха характеризует емкость вдоха (Евд).

Сумма трех объемов - дыхательного объема, резервного объема вдоха и резервного объема выдоха - составляет жизненную ёмкость легких (ЖЁЛ). Жизненная емкость легких - это тот максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после максимального входа. Жизненная ёмкость легких является возрастным и функциональным показателем системы дыхания.

Но даже после максимального выдоха в легких остается объем воздуха, который всегда их заполняет, - это остаточный объём (ОО). Остаточный объём остается в легких даже умершего человека и животного. Остаточный объем выходит в атмосферу только в случае разгерметизации плевральной полости.

Но при спокойном дыхании в легких остается значительно больше воздуха, чем остаточный объём. То количество воздуха, которое остается в легких после спокойного выдоха, называется функциональной остаточной ёмкостью (ФОЁ). Она состоит из остаточного объёма воздуха и резервного объёма выдоха.

То наибольшее количество воздуха, которое полностью заполняет легкие, называется общей ёмкостью легких (ОЁЛ). Она включает жизненную ёмкость легких и остаточный объём воздуха.

Количество дыхательных движений (один вдох и один выдох) за 1 минуту называется частотой дыхания (ЧД). Частота дыхания при спокойном дыхании составляет 10 - 12 дыхательных движений.

Соотношение между объёмами и ёмкостями легких хорошо видно на следующем рисунке.



Рис.

С возрастом физиологические объемы легких увеличиваются, особенно жизненная емкость легких (Табл. N 9). Дыхательный объем у ребенка в 1 месяц составляет 30 мл, в 1 год - 70 мл, в 6 лет - 156 мл, в 10 лет - 239 мл, в 14 лет - 300 мл.

Механизм вдоха. Сокращение наружных межреберных мышц поднимают ребра, сокращение диафрагмы опускает ее на 3–4 см, что увеличивает объем грудной полости почти на 1000 мл. Давление в плевральной полости ниже атмосферного (на 5–7 мм рт.ст.), и вслед за движением грудной клетки расширяются легкие. Эластическая тяга легких (сопротивление растяжению) способствует еще большему падению давления в плевральной полости, поэтому внешнее (атмосферное) давление растягивает стенки легких. Таким образом, поступление воздуха в легкие – пассивный процесс, который обеспечивает разность давлений в плевральной полости и во внешней среде.

Механизм выдоха. При расслаблении наружных дыхательных мышц и диафрагмы объем грудной полости уменьшается (спокойный выдох). Сокращения внутренних межреберных мышц и мышц брюшного пресса обеспечивают максимальный выдох.

**Легочные объемы и емкости легких**

Вентиляция легких – непрерывный регулируемый процесс обновления газового состава воздуха, содержащегося в легких. Вентиляция легких обеспечивается введением в них атмосферного воздуха, богатого кислородом, и выведении при выдохе газа, содержащего избыток углекислого газа.

Легочная вентиляция характеризуется минутным объемом дыхания. В состоянии покоя взрослый человек вдыхает и выдыхает 500 мл воздуха при частоте 16–20 раз в минуту (минутный 8–10 л), новорожденный дышит чаще – 60 раз, ребенок 5 лет – 25 раз в минуту. Объем дыхательных путей (где газообмен не происходит) – 140 мл, так называемый воздух вредного пространства; таким образом, в альвеолы поступает 360 мл. Редкое и глубокое дыхание уменьшает объем вредного пространства, и оно значительно эффективнее.

К статическим объемам относятся величины, которые измеряют после завершения дыхательного маневра без ограничения скорости (время) его выполнения.

К статическим показателям относятся четыре первичных легочных объема: - дыхательный объем (ДО - VT);

- резервный объем вдоха (Ровд – IRV);

- резервный объем выдоха (РОвыд – ERV);

- остаточный объем (ОО – RV).

А также и емкости:

- жизненная емкость легких (ЖЕЛ – VC);

- емкость вдоха (Евд – IC);

- функциональная остаточная емкость (ФОЕ – FRC);

- общая емкость легких (ОЕЛ – TLC).

Динамические величины характеризуют объемную скорость воздушного потока. Их определяют с учетом времени, затраченного на выполнение дыхательного маневра. К динамическим показателям относятся:

- объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1 – FEV1);

- форсированная жизненная емкость (ФЖЕЛ – FVC);

- пиковая объемная (PEV) скорость выдоха (ПОСвыд – PE) и др.

Объемы и емкости легких здорового человека определяет ряд факторов:

1. рост, масса тела, возраст, расовая принадлежность, конституциональные особенности человека;
2. эластические свойства легочной ткани и дыхательных путей;
3. сократительные характеристики инспираторных и экспираторных мышц.

Для определения легочных объемов и емкостей используются методы спирометрии, спирографии, пневмотахометрии и бодиплетизмографии.

Для сопоставимости результатов измерений легочных объемов и емкостей полученные данные должны соотноситься со стандартными условиями: температура тела 37 оС, атмосферного давления 101 кПА (760 мм рт ст), относительной влажности 100 %.

**Дыхательный объем**

Дыхательный объем (ДО) - это объем воздуха, вдыхаемого и выдыхаемого при нормальном дыхании, равный в среднем 500 мл (с колебаниями от 300 до 900 мл).

Из него около 150 мл составляет объем воздуха функционального мертвого пространства (ВФМП) в гортани, трахее, бронхах, который не принимает участия в газообмене. Функциональная роль ВФМП заключается в том, что он смешивается с вдыхаемым воздухом, увлажняя и согревая его.

Резервный объем выдоха

Резервный объем выдоха - это объем воздуха, равныйу1500 -2000 мл, который человек может выдохнуть, если после нормального выдоха сделает максимальный выдох.

Резервный объем вдоха

Резервный объем вдоха - это объем воздуха, который человек может вдохнуть, если после нормального вдоха сделает максимальный вдох. Равен 1500 - 2000 мл.

Жизненная емкость легких

Жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ) — максимальное количество воздуха, выдыхаемое после самого глубокого вдоха. ЖЕЛ является одним из основных показателей состояния аппарата внешнего дыхания, широко используемым в медицине. Вместе с остаточным объемом, т.е. объемом воздуха, остающегося в легких после самого глубокого выдоха, ЖЕЛ образует общую емкость легких (ОЕЛ).

В норме ЖЕЛ составляет около 3/4 общей емкости легких и характеризует максимальный объем, в пределах которого человек может изменять глубину своего дыхания. При спокойном дыхании здоровый взрослый человек использует небольшую часть ЖЕЛ: вдыхает и выдыхает 300—500 мл воздуха (так называемый дыхательный объем). При этом резервный объем вдоха, т.е. количество воздуха, которое человек способен дополнительно вдохнуть после спокойного вдоха, и резервный объем выдоха, равный объему дополнительно выдыхаемого воздуха после спокойного выдоха, составляет в среднем примерно по 1500 мл каждый. Во время физической нагрузки дыхательный объем возрастает за счет использования резервов вдоха и выдоха.

Жизненная емкость легких является показателем подвижности легких и грудной клетки. Несмотря на название, она не отражает параметров дыхания в реальных («жизненных») условиях, так как даже при самых высоких потребностях, предъявляемые организмом к дыхательной системе, глубина дыхания никогда не достигает максимального из возможных значений.

С практической точки зрения нецелесообразно устанавливать «единую» норму для жизненной емкости легких, так как эта величина зависит от ряда факторов, в частности от возраста, пола, размеров и положения тела и степени тренированности.

С возрастом жизненная емкость легких уменьшается (особенно после 40 лет). Это связано со снижением эластичности легких и подвижности грудной клетки. У женщин в среднем на 25% меньше, чем у мужчин.

Зависимость от роста можно вычислить по следующему уравнению:

ЖЕЛ=2.5\*рост (м)

ЖЕЛ зависит от положения тела: в вертикальном положение она несколько больше, чем в горизонтальном положении.

Объясняется это тем, что в вертикальном положении в легких содержится меньше крови. У тренированных людей (особенно у пловцов, гребцов) она может составлять до 8 л, так как у спортсменов сильно развиты вспомогательные дыхательные мышцы (большие и малые грудные).

Остаточный объем

Остаточный объем (ОО) - это объем воздуха, который остается в легких после максимального выдоха. Равен 1000 - 1500 мл.

Общая емкость легких

Общая (максимальная) емкость легких (ОЕЛ) является суммой дыхательного, резервных (вдох и выдох) и остаточного объемов и составляет 5000 - 6000 мл.

Исследование дыхательных объемов нужно для оценки компенсации дыхательной недостаточности путем увеличения глубины дыхания (вдоха и выдоха).

Жизненная емкость легких. Систематические занятия физкультурой и спортом способствуют развитию дыхательной мускулатуры и расширению грудной клетки. Уже через 6-7 месяцев после начала занятий плаванием или бегом жизненная емкость легких у юных спортсменов может возрасти на 500 куб.см. и более. Снижение ее - признак переутомления.

Измеряется Жизненная емкость легких специальным прибором - спирометром. Для этого закройте вначале пробкой отверстие внутреннего цилиндра спирометра и продезинфицируйте его мундштук спиртом. После глубокого вдоха сделайте через взятый в рот мундштук глубокий выдох. При этом воздух не должен проходить мимо мундштука или через нос.

Измерение повторяют дважды, а в дневнике записывают наивысший результат.

Жизненная емкость легких у человека колеблется от 2,5 до 5л, а у некоторых спортсменов достигает 5,5л и более. Жизненная емкость легких зависит от возраста, пола, физического развития и других факторов. Уменьшение ее более чем на 300 куб.см может указывать на переутомление.

Очень важно научиться полному глубокому дыханию, избегать его задержки. Если в покое частота дыхания обычно равна 16-18 в мин., то при физической нагрузке, когда организм нуждается в большем количестве кислорода, эта частота может достигать 40 и белее. При появлении же частого поверхностного дыхания, одышки нужно прекратить занятие, отметить это в дневнике самоконтроля и обратиться к врачу.

**Нормативы и должные величины**

Суждение о выраженности нарушений по результатам однократного исследования основывается на сопоставлении полученных показателей с их нормативами и должными величинами.

Под нормативом следует понимать среднее значение и дисперсию (б) функционального показателя, полученные при обследовании здоровых лиц, отобранных по полу и возрасту.

Должная величина – теоретически наиболее вероятная величина показателя, предсказанная по установленным у здоровых зависимостям между данным показателем, возрастом и антропометрическими характеристиками субъекта. Твердо установлено, что имеется тесная зависимость большинства показателей дыхания от возраста и роста, часто в разных отношениях у мужчин и женщин. Зависимость же от массы тела выявляется лишь постольку, поскольку масса тела коррелирует с ростом. В частности, связь ЖЕЛ с массой тела отсутствует полностью у лиц нормальной конституции, а дефицит и избыток массы ведут к занижению ЖЕЛ относительно роста обследуемого. (см. таблицу)

Таблица. Влияние массы тела на величину ЖЕЛ (по R.Amrein и др., 1969 г.)

|  |  |
| --- | --- |
| Относительная масса тела, % | Отклонение ЖЕЛ от норматива, мл |
| 65-74 | - 395 |
| 75-84 | -210 |
| 85-114 | 0 |
| 115-124 | -123 |
| 125-134 | -180 |

Это обстоятельство весьма существенно и при оценке других показателей дыхания у больных со значительными отклонениями массы тела от нормы.

Влияние изменения положения тела, естественно, делает несопоставимыми данные, полученные лежа и сидя. Существенное влияние могут иметь различные модификации метода исследования. Например, определение ЖЕЛ при выходе из положения вдоха, двух этапной ЖЕЛ и форсированной ЖЕЛ дает разные значения этого показателя. Увеличение числа повторных измерений ЖЕЛ и ФЖЕЛ с 3 до 5 раз (что не реально для больных) приводит к завышению норматива ЖЕЛ на 150 мл, а ОФВ1 – на 110 мл. Увеличиваясь в детском и юношеском возрасте, большинство показателей достигает максимума у мужчин к 25, а у женщин – к 22 годам. Далее в течение нескольких лет следует период стабилизации этих показателей, после чего с возрастом происходит прогрессирующее их уменьшение. С практической точки зрения нецелесообразно устанавливать «единую» норму для жизненной емкости легких, так как эта величина зависит от ряда факторов, в частности от возраста, пола, размеров и положения тела и степени тренированности.

С возрастом жизненная емкость легких уменьшается (особенно после 40 лет). Это связано со снижением эластичности легких и подвижности грудной клетки. У женщин в среднем на 25% меньше, чем у мужчин.

Зависимость от роста можно вычислить по следующему уравнению:

ЖЕЛ=2.5\*рост (м)

ЖЕЛ зависит от положения тела: в вертикальном положение она несколько больше, чем в горизонтальном положении. Объясняется это тем, что в вертикальном положении в легких содержится меньше крови.

У тренированных людей (особенно у пловцов, гребцов) она может составлять до 8 л, так как у спортсменов сильно развиты вспомогательные дыхательные мышцы (большие и малые грудные).

**Эластические свойства легких**

Формируют их эластический тканевой каркас, силы поверхностного натяжения альвеолярной пленки, степень кровенаполнения легких и тонус гладких мышечных волокон.

Зависимость эластического давления (Pell) и объема легких имеет вид кривой, наклоненной к оси объема с наибольшим искривлением в зоне больших объемов (см. рис.2).

В физиологических условиях в пределах возможных изменений объема легких график зависимости Pell- V расположен вправо от нуля давления. Это свидетельствует о том, что при любой глубине вдоха эластическая ретракция легких направлена на их спадание. Следовательно, для поддержания любой воздухонаполненности легких требуется усилие, тем большее, чем больше объем легких.

Зависимость Pell- V во всем диапазоне изменений объема нелинейна, хотя при воздухонаправленности легких меньше 50% она близка к прямолинейной. На этом уровне растяжимость легких (Cl) составляет около 2.0 л \*Кпа-1. По мере углубления вдоха Cl прогрессивно уменьшается, и при максимальном вдохе она становится наименьшей, а эластическое сопротивление легких наибольшим. Таким образом, главным фактором, определяющим предел максимального вдоха, является эластическое сопротивление легких.

Растяжимость легких (отношение Pell- V) зависит также от направления изменений объема. (см. рис.2). При одинаковых объемах легких Pell всегда больше, если оно определяется в процессе вдоха, чем при выдохе. Поэтому график Pell- V, полученный сначала при постепенном увеличении, а затем уменьшении объема легких, образует петлю, которая называется петлей гистерезиса или отставания. Гистерезис той или иной степени является общим феноменом для всех эластических тел, включая и биологические структуры (очень небольшой эластический гистерезис свойствен и грудной клетке).

Площадь петли эластического гистерезиса легких характеризует энергетические потери, связанные с тем, что при увеличении объема требуется большее усилие, чем при его уменьшении. Экспериментально было продемонстрировано, что при заполнении легких жидкостью и выключении, следовательно, сил поверхностного натяжения эластический легочный гистерезис значительно уменьшается.

Кривая зависимости Pell- V сохраняет на графике изгиб только при максимальной инфляции легких, а растяжимость легких увеличивается в 2 раза. Из этих наблюдений следует, что основные энергозатраты при растяжении легких связаны с преобладанием сил поверхностного натяжения.

При средней воздухонаполненности легких трудно разделить роль сил поверхностного натяжения и эластической ретракции тканевых структур в формировании величины Cl. Физиологические значение тканевых структур на этом уровне сводиться к предохранению отдельных альвеол от перерастяжения, так как их предельные размеры определяются свойствами окружающих тканевых структур.

Различные нервные и гуморальные влияния на тонус гладких мышечных волокон и кровенаполнение легочных капилляров могут изменять геометрию альвеол и, следовательно, их поверхностное натяжение. Вероятно, что именно этими причинами обусловлены значительные различия величин Cl у здоровых.

**Спирометрия**

Спирометрия - метод для исследования функции внешнего дыхания, применяется для диагностики заболеваний бронхов и легких. С помощью этой методики можно поставить правильный диагноз, оценить эффективность того или иного лечения, проследить динамику болезни. Основным показателем, который определяется спирометрией - жизненная емкость легких (ЖЕЛ). ЖЕЛ - максимальный объем воздуха, который можно вдохнуть или выдохнуть. Для измерения этого параметра пациент сначала делает максимальный вдох до предельного объема легких, а затем полный выдох. После такого глубокого выдоха все равно остается какой-то объем воздуха в легких. Сумма ЖЕЛ и остаточного количества воздуха в легких дает общую емкость легких. Кроме этих показателей, спирометрия позволяет определить большой ряд других параметров, по которым судят о состоянии бронхо-легочной системы. Имеются два основных типа нарушения функции внешнего дыхания: обструктивный и рестриктивный. Часто бывают смешанные нарушения, но, как правило, превалирует какой-то один тип нарушения. Обструкция - это нарушения проходимости воздуха по бронхам (спазм, отек, воспаление, мокрота, инородное тело и т.д.). Рестрикция - нарушение эластичности самой легочной ткани.

Водяной спирометр. Ознакомиться с устройством водяного спирометра. Наружный цилиндр заполняется водой до отметки «уровня воды» на стенке смотрового окошка. Внутренний цилиндр погружен в воду вверх дном и уравновешен. К внутреннему цилиндру прикреплена шкала с делениями и проградуирована на 7000 куб.см. Через резиновый шланг производится выдох воздуха во внутренний цилиндр. Цилиндр поднимается вверх. По шкале в смотровое окошко определяют результаты исследования.

Подготовка водяного спирометра к работе: вынуть пробку из отверстия внутреннего цилиндра и, установив его в исходное положение, закрыть отверстие пробкой. Перед началом измерений обработать мундштук спиртом.

Аппарат спирометр (сухой портативный) предназначен для измерения объема выдыхаемого воздуха с целью определения жизненной емкости легких. Представляет собой воздушную турбину в пластмассовом корпусе, имеющем короткую трубку со сменными мундштуками. Турбина приводится в движение струей выдыхаемого воздуха, а ее вращение передается стрелке на шкале прибора.

При эксплуатации в клиниках, больницах, научно исследовательских учреждениях спирометр может использоваться в интервале температур от 10 до 35 градусов Цельсия, при относительной влажности воздуха более 80% при температуре 25% градусов Цельсия.

Технические характеристики:

- диапазон показаний, л 0-6.5

- относительная погрешность при расходах от 25-60 л/мин, +/- 8

- цена деления шкалы, мл 100

- масса, кг 0,150

Состав и комплектность изделия:

- спирометр (1 шт.)

- мундштук (6 щт.)

- футляр (1 щт.)

**Дыхание при физической нагрузке**

При физической нагрузке регуляция дыхания не обусловлена исключительно ролью хеморецепторов, поскольку парциальное напряжение кислорода в альвеолах повышено относительно нормы в связи с увеличенной вентиляцией, или гиперпноэ, а прирост углекислого газа недостаточен для хеморецепторной стимуляции внешнего дыхания. При физической нагрузке в мышцах возрастает продукция молочной кислоты, которые стимулируют хеморецепторы дыхания.

Увеличение дыхания при физической нагрузке проявляется в виде трех фаз:

1. 1-ая фаза гиперпноэ возникает в первые 20 с. Под влиянием нисходящих двигательных команд от нейронов моторной коры и входов от проприорецепторов сокращающих мышц;
2. 2-ая фаза характеризуется медленным приростом вентиляции в результате активации под влиянием нисходящих центральных команд центров варолиева моста, регулирующих дыхание;
3. 3-ья фаза проявляется относительно постоянным уровнем активации механизмов регуляции легочной вентиляции, контроля внутренней среды организма при физической нагрузке.

**Утомление дыхательных мышц**

Утомление дыхательных мышц - обратимое снижение функции респираторной мускулатуры вследствие чрезмерной нагрузки. Из определения понятно, что утомление дыхательных мышц - достаточно острое состояние, т.к. работать длительное время с чрезмерной нагрузкой мышцы неспособны. Следует отметить, что несмотря на то, что диафрагма обладает значительно большим «запасом прочности», по сравнению с вспомогательными дыхательными мышцами и, в отличие от последних, всегда работает в аэробных условиях (D.K.McKenzie & F.Bellemare, 1995), включение в акт дыхания вспомогательной мускулатуры уже указывает на недостаточную эффективность работы диафрагмы. Объективно оценить это состояние можно при помощи соотношения между давлением развиваемым на вдохе (Ptidal) и максимальным инспираторным давлением (МЕР). После превышения порогового уровня, равного приблизительно 0,4, можно говорить о развитии утомления дыхательных мышц и их неспособности поддерживать адекватную альвеолярную вентиляцию.

Утомление дыхательных мышц усиливается при заболеваниях лёгких и сердца.

Показатели утомления мышц

1. Ptidal / MIP = Рвд / Р max вд.

где: Рвд – давление в ВДП при спокойном вдохе;

Рmax вд. - давление в ВДП при максимальном форсированном вдохе

При утомлении Ptidal / Mip увеличивается до 0,4 и более

При Ptidal / Mip = 0,4 внешние признаки утомления появляются ≈ через 90 мин

При Ptidal / Mip = 0,6 внешние признаки утомления появляются ≈ через 15 мин

2. Индекс «напряжение – время» ТТI – оценивает «выносливость» диафрагмы.

ТТI = Р/ Pdi max x Ti / T TOT

Ti - время одного сокращения диафрагмы

T TOT – общее время дыхательного цикла «вдох-выдох»

Рdi - трансдиафрагмальное давление при спокойном вдохе

Pdi max - трансдиафрагмальное давление при max форсированном вдохе

В норме ТТI - не более 0,15;

При ТТI более 0,15 имеет место утомление мышц

Как измерить трансдиафрагмальное давление? С помощью резинового пищеводного катетера два резиновых баллона помещают в: а) пищевод; б) желудок

Разность давлений в них есть трансдиафрагмальное давление.

3. Индекс выносливости дыхательной мускулатуры ТТMUS - не требует зондирования пищевода.

ТТMUS = Ptidal / MIP x Ti / T TOT

В норме ТТMUS не более 0,33.

При ТТMUS более 0,33 – утомление дыхательных мышц.

4. Работа дыхания - это работа по преодолению суммарного внутрилёгочного сопротивления.

Суммарное внутрилёгочное сопротивление складывается из:

а) эластического сопротивления лёгких, т.е сопротивления потоку воздуха эластичных тканей паренхимы лёгкого.

б) неэластического сопротивления лёгких:

= аэродинамического сопротивление бронхов;

= тканевое трение

3. инерция газа и тканей

2. и 3. – обычно пренебрегают.

Внелёгочные причины:

- изменения плевры и средостения

- изменения thorax и дыхательных мышц, позвоночника, диафрагмы и т.п.

- увеличение объёма органов брюшной полости (например асцит, увеличение печени)

При рестриктивных заболеваниях:

- увеличивается эластическое сопротивление лёгких

- уменьшается податливость респираторной системы

Податливость респираторной системы – это величина, обратная эластическому сопротивлению лёгких.

Синоним: «динамическая растяжимость лёгких», обозначается СRS

СRS = Vвд / Palv

Vвд – объём вдоха

Palv – давление в альвеолах (внутрилёгочное давление)

Формула показывает, что уменьшение СRS ведёт к увеличению Palv

Вывод:

1) при рестриктивных заболеваниях увеличивается внутрилёгочное (альвеолярное) давление.

Если Palv увеличиается только на 10 мм.водн.ст., то Vвдоха уменьшается практически в 2 раза.

2) при рестриктивных заболеваниях увеличивается работа дыхания W

3) для рестриктивных заболеваний характерно утомление мышц и связанная с этим нервномышечная дыхательная недостаточность.

Работа дыхания направлена на преодоление эластического и неэластического сопротивления и поэтому состоит из двух фракций:

а) неэластической фракции работы дыхания

б) эластической фракции работы дыхания

Различают: - работу дыхания на вдохе Wв Wв = Ptidal / Vвд

- общую работу в мин W W = Vвдx f (f – частота дыхания)

В норме W = 0,2 – 0,3 кгм/мин

Работа дыхания W может увеличиваться за счёт:

а) эластической фракции

б) неэластической фракции

а) Увеличение работы дыхания за счёт эластической фракции

Может быть при рестриктивных заболеваниях.

Рестриктивные заболевания – это такие нарушения вентиляции лёгких, в основе которых лежат внутрилёгочные и внелёгочные причины.

Внутрилёгочные причины: - разрастание в лёгких фиброзной ткани

- отёк лёгких различного генеза

- увеличение давления в сосудах малого круга

- спадение лёгочной ткани (ателектазы)

- опухоли, воспаления лёгочной ткани

б) Увеличение работы дыхания за счёт неэластической фракции

Неэластическое сопротивление увеличивается при сужении суммарного прсвета бронхов

Сужение суммарного просвета бронхов называется обструкцией бронхов.

Обструкция бронхов увеличивает неэластическое сопротивление (резистивное)

В норме сопротивление дыхательных путей должно быть не более 1,5 см вод ст

При обструктивной патологии оно значительно выше

Выводы: 1) при обструктивных заболеваниях возрастает неэластическое (резистентное) сопротивление бронхов потоку воздуха (свыше 1,5 м вод ст)

2) при обструктивных заболеваниях возрастает работа дыхания W

3) при обструктивных заболеваниях развивается ДН за счёт патологии дыхательных путей

**Практическая часть**

В работе принимало участие 14 испытуемых, возраст в среднем составляет 18-19 лет, все в здоровом состоянии. 7 испытуемых были наиболее подготовлены к физическим нагрузкам, а другие 7 не очень.

Цель работы: определить жизненную емкость легких в покое и после физической нагрузки, а также оценить функциональное состояние дыхательной системы с помощью пробы Розенталя.

Объект исследования: человек.

Оборудование и материалы: портативный (сухой) спирометр, водяной спирометр, специальный зажим для носа, сменный мундштук, вата, спирт.

Порядок выполнения:

Подготовка портативного спирометра к работе. Повернуть шкалу прибора и установить стрелку напротив «0». Мундштук обработать спиртом, наложить зажим на нос. Измерить величину жизненной емкости легких в положение стоя. Для этого испытуемый должен совершить максимальный вдох, затем максимально выдохнуть, приложив губы к мундштуку. После этого испытуемый подвергается физической нагрузке (бег в течение 25 минут по городу). После нагрузки у испытуемого аналогично измеряют жизненную емкость легких.

Проба Розенталя.

ЖЕЛ измеряется 5 раз с промежутками в 15 секунд.

Результаты:

Таблица. Показатели ЖЕЛ у лиц, не подготовленных к физическим нагрузкам

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ЖЕЛ в покое (л) | ЖЕЛ после физической нагрузки (л) |
| Испытуемый №1 | 4.2 | 4.8 |
| Испытуемый №2 | 4.3 | 4.8 |
| Испытуемый №3 | 4.0 | 4.5 |
| Испытуемый №4 | 4.3 | 4.6 |
| Испытуемый №5 | 3.3 | 3.8 |
| Испытуемый №6 | 3.4 | 3.5 |
| Испытуемый №7 | 3.8 | 4.0 |
| Среднее значение | 3.9 | 3.7 |

Таблица. Результаты пробы Розенталя у лиц, не подготовленных к физическим нагрузкам.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Испытуемый№1 | Испытуемый№2 | Испытуемый№3 | Испытуемый№4 | ИспытуеМый№5 | Испытуемый№6 | Испытуемый№7 |
| 1 | 4.2 | 4.3 | 4.0 | 4.3 | 3.3 | 3.4 | 3.8 |
| 2 | 4.2 | 4.3 | 4.0 | 4.4 | 3.3 | 3.4 | 3.8 |
| 3 | 4.2 | 4.0 | 4.0 | 4.5 | 3.1 | 3.2 | 3.6 |
| 4 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.4 | 3.1 | 3.2 | 3.6 |
| 5 | 4.0 | 3.8 | 3.9 | 4.3 | 3.0 | 3.2 | 3.5 |

Таблица. Показатели ЖЕЛ у лиц, подготовленных к физическим нагрузкам

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ЖЕЛ в покое (л) | ЖЕЛ после физической нагрузки (л) |
| Испытуемый №8 | 4.0 | 3.9 |
| Испытуемый №9 | 5.6 | 5.4 |
| Испытуемый №10 | 4.3 | 4.4 |
| Испытуемый №11 | 4.6 | 4.4 |
| Испытуемый №12 | 4.0 | 4.1 |
| Испытуемый №13 | 4.1 | 4.0 |
| Испытуемый №14 | 4.5 | 4.2 |

Результаты пробы Розенталя у лиц, подготовленных к физическим нагрузкам.

Таблица

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Испытуемый№8 | Испытуемый№9 | Испытуемый№10 | Испытуемый№11 | Испытуемый№12 | Испытуемый№13 | ИспытуеМый№14 |
| 1 | 4.0 | 5.6 | 4.3 | 4.6 | 4.0 | 4.1 | 4.5 |
| 2 | 4.0 | 5.7 | 4.5 | 4.6 | 4.0 | 4.1 | 4.6 |
| 3 | 4.2 | 5.7 | 4.5 | 4.8 | 4.0 | 4.3 | 4.6 |
| 4 | 4.3 | 5.9 | 4.6 | 4.6 | 4.3 | 4.3 | 4.8 |
| 5 | 4.3 | 5.9 | 4.5 | 4.4 | 4.3 | 4.5 | 4.8 |

Статистическая анализ полученных результатов.

х - среднее арифметическое значение;

δх - среднее квадратичное отклонение;

Vx - коэффициент отклонения;

mx - средняя квадратичная ошибка арифметического значения;

случайной величины

Mxmaxдоверительная вероятность max;

Mxmin доверительная вероятность min.

ta=2.23 t-критерий Стьюдента.

Таблица. Данные по ЖЕЛ у лиц, не подготовленных к физическим нагрузкам.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | х, л | δх | Vx | mx | Mxmax | Mxmin |
| В покое | 3.9 | 0.38 | 9.88% | 0.13 | 4.23 | 3.56 |
| После физической нагрузки | 4.21 | 0.52 | 12.4% | 0.18 | 4.66 | 3.76 |

Таблица. Данные по ЖЕЛ у лиц, подготовленных к физическим нагрузкам

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | х | δх | Vx | mx | Mxmax | Mxmin |
| В покое | 4.12 | 0.52 | 11.96% | 0.18 | 4.86 | 3.95 |
| После физической нагрузки | 4.00 | 0.52 | 13.16% | 0.21 | 4.53 | 3.47 |



Рис.



Рис.

Данные пробы Розенталя в виде линейной диаграммы.



Рис.



Рис.

**Выводы**

Из данных таблицы видно, что у лиц не подготовленных к физическим нагрузкам появились явные изменения после нагрузки, в среднем жизненная емкость легких увеличилась на 0.4 л, а у лиц подготовленных к нагрузкам значительных изменений не выявлено, в среднем 0.02 л.

При проведении же пробы Розенталя, наоборот, мы видим что у лиц не подготовленных к физическим нагрузкам ЖЕЛ к пятому акту дыхания увеличивается , а у подготовленных значительно не изменяется , либо же немного увеличивается. Также данные результаты позволяют судить нам об ограниченных компенсаторных возможностях неадаптированного организма по сравнению с адаптированным.

При проведение исследования я ближе познакомилась с методами определения объемов и емкостей легких, в частности со спирометрией.

Актуальностью данного исследования является то, что измерение параметров дыхания при нагрузке часто дают дополнительную информацию о функции легких. В покое у респираторной системы имеются огромные резервы; вентиляция и легочный кровоток, перенос кислорода и углекислого газа и диффузионная способность при нагрузке могут возрастать в несколько раз.

Часто на ранних стадиях поражения легкие параметры дыхания у больных в покое не отличаются от нормы, однако при нагрузке выявляются патологические изменения, что важно для диагностики заболеваний органов дыхания.

**Список использованной литературы**

1.«Физиология человека» под редакцией Р. Шмидта и Г. Тевса в 3-ех томах (2 том)

2.«Нормальная физиология человека» под редакцией академика РАМН Б.И. Ткаченко Москва «Медицина» 2005 г.

3.«Физиология человека» под редакцией В.М. Покровского Т.Ф. Коротького 2003 г.

4.«Нормальная анатомия человека» И.В. Гайворонский Санкт-Петербург спецлит 2003 г. В 2-ух томах

5.Практикум по нормальной физиологии Санкт-Петербург 1993 г.

6.«Основы физиологии дыхания» Дж. Уест под редакцией А.М. Генине Издательство «Мир» 1988

7.Военно-медицинская статистика: учебник; под ред. В.И. Кувакина, В.В. Иванова. - СПб.: ВМедА, 2005. – 528 с.