Курсовая работа

Характеристика показателей внешнего дыхания в покое и после работы различной мощности

**Введение**

дыхание частота интенсивность движение

Дыхание - это сложный и жизненно важный биологический процесс, обеспечивающий связь организма с внешней средой. Нарушение дыхания может стать причиной серьезных заболеваний.

Актуальность.

Дыханием называется совокупность физиологических процессов, обеспечивающих поступление кислорода в организм, использование его тканями для окислительно-восстановительных реакций и выведения из организма углекислого газа. Дыхательная функция осуществляется с помощью внешнего (легочного) дыхания, переноса О2 к тканям СО2 от них, а также газообмена между тканями и кровью.

У человека внешнее дыхание обеспечивается трахеей, бронхами, бронхиолами и альвеолами. Газообмен между легкими и окружающей средой осуществляется за счет вдоха и выдоха. При вдохе объем легких увеличивается, давление в них становится ниже атмосферного, и воздух поступает в дыхательные пути.

Дыхание при мышечной работе является сложной системой функций приспособления окислительно-восстановительных процессов к высшему уровню биологической активности организма.

У человека процесс дыхания осуществляется в следующей последовательности: обмен воздуха между атмосферой и альвеолами легких, обмен газов между альвеолами легких и кровью (внешнее дыхание), транспорт газов кровью, обмен газов между кровью и тканями (внутреннее, тканевое дыхание).

**Проблема:** как наиболее точно оценить состояние показателей внешнего дыхания и выявить изменения, происходящие при выполнении физических упражнений.

**Цель исследования.** Провести и проанализировать характеристику внешнего дыхания спортсменов и сделать выводы на основе этих исследований.

**Объект исследования** внешнее дыхание и его показатели

**Предмет исследования** является потребление кислорода, как во время физической нагрузки, так и в восстановительном периоде.

**Гипотеза:** Предположительно будут получены знания, с использованием которых можно будет построить тренировочный процесс рационально для дыхательной системы и организма в целом.

**Методы исследования:** Для реализации исследования до нагрузки было проведено:

· Теоретический анализ и обобщение литературных источников;

· Наблюдение;

· Тестирование показателей внешнего дыхания.

Испытуемый берет в рот загубник с клапанной коробкой и надевает на нос зажим. При этом он находится в положении сидя, в удобной позе, с расслабленными мышцами тела и спокойно дышит. Время фиксируется при помощи секундомера. После привыкания к дыханию в таких условиях в течении 1 мин регистрируются и записываются показатели газового счетчика. Эти показатели объема выдыхаемого воздуха после завершения 1 мин будут составлять минутный объем дыхания (МОД). Одновременно за каждую минуту визуально подсчитывается частота дыхания (ЧД) испытуемого.

Затем испытуемый выполняет физическую работу на велоэргометре в течении времени соответствующему заданной нагрузке. Показания газового счетчика регистрируются до нагрузки, каждую минуту во время нагрузки и по ее завершении до тех пор, пока значение МОД не вернется к исходному уровню. Данные также заносятся в протокол.

Полученные результаты оформляют в виде протокола, для наглядности изменений осуществляется построение графиков динамики МОД и ЧД в покое, во время выполнение физической нагрузки и в период восстановления. На основе полученных результатов делаются выводы.

**Задачи исследования:**

. Изучить литературу по теме внешнего дыхания и его изменении при воздействии различных физических нагрузок.

. Подобрать рациональную методику исследования с учетом возраста и специализациями испытуемых.

. С помощью статистической обработки результатов вычислить среднее арифметическое, средние квадратичное отклонение, стандартную ошибку среднего значения исследуемых внешнего дыхания (МОК, ЧД) при различных видах работы, а также достоверность этих показателей.

**1. Литературный обзор**

**.1 Регуляция внешнего дыхания**

Изменения дыхания и соответствии с потребностями организма достигаются посредством сложной системы нервно-гуморальных воздействий на дыхательный центр, который расположен в продолговатом мозгу. Вентиляция легких может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от афферентных сигналов, приходящих к дыхательному центру постоянно поступают импульсы от коры больших полушарий и образуются временные нервные связи по механизму условных рефлексов. Они имеют большое значение для формирования дыхания у спортсменов в процессе специальных движений.

Наряду и в единстве с нервной регуляцией дыхания осуществляется и регуляция гуморальным путем: изменения дыхания достигаются в результате изменений химического состава крови, влияющего на разнообразные рецепторы и тканях тела и на первые клетки дыхательного центра.

Современные электрофизиологические исследования с применением микроэлектродной техники подтвердили наличие различных нейронов, раздражение которых вызывает либо вдох, либо выдох. Наряду с воспринимающими сигналы нервными инспираторными и экспираторными клетками дыхательного центра имеются группы исполнительных нервных клеток, тесно связанных с межреберными мышцами и диафрагмой. В организации нормального чередования дыхательных движений участвуют также специальные группы клеток в варлиевом мосту, регулирующих нормальную смену вдоха и выдоха (пневмотаксический центр).

Дыхательный центр обладает способностью в автоматической деятельности. Автоматизм деятельности дыхательного центра объясняют ритмической динамикой обменных процессов внутри дыхательного центра, в связи с чем в его структурных элементах возникают круговые ритмы возбуждений. Автоматизм дыхательного центра весьма зависим от сдвигов окружающей его среды и от проходящих к нему импульсов при раздражении различных рецепторов тела.

Таким образом, сам дыхательный центр постоянно подвергается регулирующим его деятельность нервным и гуморальным влиянием. По эффекторные путям к дыхательным мышцам осуществляется ритмичная импульсация, изменяющая их напряжение и расслабление, что определяет ритм и глубину дыхания.

В настоящее время сравнительно хорошо изучены корреляционные взаимосвязи между показателями сердечно-сосудистой системы, а также между этими показателями и общими данными спортсменов. В то же время нет систематических исследований взаимных связей между показателями внешнего дыхания, хотя не вызывает сомнения, что подобные исследования были бы для спортивной медицины важны.

Очевидно, что четкое знание закономерностей изменения показателей внешнего дыхания позволяет устанавливать конкретные врачебно-контрольные нормативы, дающие возможность осуществлять индивидуализированный медицинский контроль за функциональным состоянием организма спортсмена. Спортивные врачи могут, таким образом, содействовать выработке оптимальной тренировочной нагрузки и предохранять здоровье спортсменов от опасности его повреждения.(Ольм Т.Э. 1968 г.)

Поступающий в легкие кислород переходит в кровь, доставляется к тканям, переходит через стенки капилляров в межтканевую жидкость и утилизируется клетками. Углекислый газ из тканей поступает в кровь, доставляется к легким и переходит в альвеолярный воздух, состав которого поддерживается на относительно определенном уровне за счет вентиляции легких. Такой взаимосвязанный обмен газов в организме может быть схематически представлен в следующей последовательности:

. внешнее (легочное) дыхание,

. обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью капилляров легких,

. перенос кровью кислорода и углекислого газа,

. обмен газов между кровью капилляров и тканями организма,

. внутриклеточное или тканевое дыхание (подробно рассматриваемое в курсе биохимии).

Дыхание при мышечной работе является сложной системой функций приспособления окислительно-восстановительных процессов к высшему уровню биологической активности организма. Это и обусловило существенное место главы «Физиология дыхания» в курсах физиологии институтов физической культуры. (Крестовников А.Н. 1951).

У спортсменов во времявыполнения циклических упражнений (ходьба, бег легкоатлетический, бег на конькахи на лыжах; гребля академическая, гребля на байдарках и на каноэ; езда на велосипеде; плавание разными способами), при нагрузках умеренной мощности, наблюдается следующие показатели:. МОД равен соответственно 25-30, 50-130 и 70-240 л.. Частота дыхания достигает соответственно 20-40, 40-65 и 60-80 дыхательных циклов в 1 мин.. Величины дыхательного объема составляют 25-55 % ЖЕЛ в перечисленных видах спорта, исключая плавание и греблю. У гребцов и пловцов глубина дыхания может достигать 60-80 % ЖЕЛ.

Выше указывалось, что многие авторы относятся непроизвольное дыхание, а следовательно, и перечисленные его параметры по частоте и глубине к категории неэффективных режимов. Они предлагают использовать произвольные коррекции главным образом в виде углубленного («полного») дыхания. Такие рекомендации сомнительны по следующим причинам.

Непроизвольному дыханию во время мышечной работы свойственная глубина, равная 25-55 % ЖЕЛ. При достаточной альвеолярной вентиляции и указанной глубине дыхания обеспечивается высокий уровень оксигенации артериальной крови. По этой причине нет необходимости произвольно углублять дыхание.

. Во время мышечной работы с произвольно углубленным дыханием при достижении одинакового МОД с непроизвольным дыханием у испытуемых увеличивается потребление кислорода во время выполнения стандартной работы. Однако это увеличение не свидетельствует о более эффективном обеспечении организма кислородом - оно обусловлено функционированием дополнительных дыхательных мышц и, возможно, другими факторами.

. Во время мышечной работы произвольное увеличение глубины дыхания до уровня, превышающего 50 % ЖЕЛ, сопровождается усиленным развитием вспомогательных дыхательных мышц. Этот феномен увеличения энергетической стоимости дыхания, может затруднить выполнения движений, особенно руками. В таких случаях периоды функционирования этих мышц совпадают по времени с ведущим компонентом движения и дыханием. Например, при беге на лыжах одновременным одношажным ходом отталкивание палками приходится одновременно на выдох. Однако при несовпадении таких периодов возникает дискоординация и снижается эффективность передвижения.

. Дыхание, особенно при большой величине дыхательного объема, не обеспечивает высокий МОД. Во время очень интенсивной работы у спортсменов с высокой ЖЕЛ минутный объем дыхание в ряде случаев достигает 240 л. Такая величина может быть обеспечена лишь достаточно частым (от 60 до 120 дыхательных циклов в 1 мин), но не особенно глубоким дыханием, не более 55-60 % ЖЕЛ.

Мощность аппарата внешнего дыхания отчасти лимитирует достижение высоких результатов в циклических видах спорта. Основные показатели мощности - это величина ЖЕЛ, а также сила дыхательных мышц. Критерий дееспособности внешнего дыхания - величина максимальной произвольной вентиляции легких (МВЛ). Величины МВЛ у мужчин, имеющих маломощный дыхательный аппарат, не превышает 140 л/мин, а у спортсменов с мощным дыханием - 200-260 л/мин.

Глубокое и форсированное дыхание - действенное средство повышения дееспособности внешнего дыхания, поэтому оно используется спортсменами в виде различных дыхательных упражнений.(Жмылевская В.В. 2006 г.)

К числу упражнений, способствующих увеличению мощности дыхания, относят произвольное дыхание с глубиной 60-85 % ЖЕЛ, выполняемое в покое с искусственным затруднением дыхания, а также без добавочного сопротивления. Например, глубокое произвольное дыхание при перебинтованной резиновым бинтом грудной клетке; дыхание через маску с малым диаметром дыхательного клапана; дыхание с назубной шиной; дыхание через сомкнутые зубы и др. Такие упражнения повышают силу дыхательных мышц и способствует увеличению ЖЕЛ. Перечисленные упражнения выполняются в ограниченном объеме, так как повышенная сверх нормы вентиляция легких сопровождается возникновением гипокапнии сопутствующим сужением сосудов мозга.

**Носовое и ротовое дыхание**

В практике спорта встречается рекомендация дышать через нос при выполнении физических упражнений. Тем не менее, спортсмены во время тренировок и соревнований (например, в беге) в большинстве случаев дышат через рот.

Сравнение двух способов дыхания у одних и тех же испытуемых (при педалировании на велоэргометре) показало, что величина максимальной вентиляции легких и максимального потребления кислорода при дыхании через нос меньше соответственно на 37,3 - 49,0 % и 32 % по сравнению с теми же показателями при дыхании через рот (Михайлов, 1962). Причина таких различий заключается в том, что при дыхании через нос сопротивление потоку вдыхаемого и выдыхаемого воздуха значительно больше, чем при дыхании через рот. Дыхание только через нос может обеспечить увеличение МОД до 20-30 л/мин; когда МОД составляет от 60 до 120 л/мин, нужно использовать смешанное дыхание, при котором 85-90 % объема вдыхаемого воздуха поступает через рот, а 10-15 % - через нос.

**Иннервация дыхательных мышц**

Проводящие эффекторные пути, несущие импульсы от дыхательного центра, спускаются в спинной мозг и заканчиваются около мотонейронов диафрагмальных и межреберных нервов. Импульсы, поступающие в дыхательный центр по афферентным путям, возбуждают его нейроны, и они, в свою очередь, проводят импульсы к дыхательным мышцам. Таким образом, соответственно периодическому возбуждению дыхательного центра, корригированному эфферентным импульсами, происходит периодические сокращения дыхательных мышц.

**.2 Организация внешнего дыхания**

В видах спорта циклического характера устанавливается определенная связь между дыхательными движениями и движениями всего тела или отдельных его звеньев. Эта взаимосвязь вызвана тем, что: 1) характер дыхания активно влияет на выполнение движения; 2) дыхательные движения (их ритм, глубина и частота) организуются в соответствии с биомеханическими особенностями положениями движения тела. (Зациорский В.М. 1982 г.)

**Влияние дыхания на движение**

Исследования В.С. Фарфеля и И.М. Фрейдберга (1948) показали, что величина мышечного усилия (измерялась становая сила 33 испытуемых) зависит от характера дыхания. В среднем самая большая мышечная сила (1304,7 Н) наблюдалась при задержке дыхания (натуживании), несколько меньшая (1245,8 Н) - при выдохе, еще меньшая (1167,3 Н) - при вдохе. У одних и тех же испытуемых при выдохе отмечалось увеличение становой силы на 7 %,при задержке дыхания - почти на 12 %. Это объясняется двумя причинами: во-первых рефлекторным повышением функциональным состоянием скелетных мышц при раздражении рецепторов легких (так называемым пневномускульным рефлексом); во-вторых, повышением внутрибрюшного давления при натуживании за счет активности мышц брюшного пресса, что довольно значительно (на 8-10 %) уменьшает нагрузку на мышцы-разгибатели спины.

В свете этих факторов становится понятным, почему, например, лыжники и гребцы стараются сочетать выдох с выполнением силовых фаз соревновательного упражнения. (Куртев С.Г. 1997 г.)

**Внешнее дыхание при локомоциях**

При выполнении с достаточной интенсивностью физических упражнений циклических очень трудно произвольно управлять дыханием. Например, при педалировании на велоэргометре углубление и урежение дыхания по команде экспериментатора испытуемый выполнял с большим трудом. При этом на фоне произвольных движений грудной клетки сохранялись дыхательные экскурсии малой амплитуды с прежней произвольной частотой.

В некоторых видах спорта циклического характера (например, в плавании и гребле) связь между дыхательными и локомоторными движениями настолько тесная, что ее нарушение приводит к существенной перестройке биомеханической структуры упражнения.(Сванашвилли Р.А. 1957 г.)

Уровень потребления кислорода при разных работахвесьма различен: он относительно низок при упражнениях тяжелой атлетики, прыжках на батуте, при гимнастических упражнениях на снарядах, произвольных упражнениях фигуристов и при спринтерском беге.

Он значительно выше при скоростном беге на коньках (5000 м), при велосипедных гонках на треке и особенно высок при беге на длинные дистанции и при скоростном плавании под водою с аквалангом. Эти данные, полученные на высококвалифицированных спортсменах, следует рассматривать как выражение оптимизации дыхания, в соответствии со специализацией двигательной деятельности, поскольку повышение спортивного мастерства не сопровождается повышением уровня потребления кислорода в ходе работы и не характеризуется процессом экономизации минутного и общего кислородного запроса на 7-8 % и до 30 % к исходному уровню. Это происходит при увеличении эффективности выполняемой работы.

При относительно равномерной работе (с колебаниями мощности в пределах +/- 3 %), если она легко выполняется испытуемым, вскоре после начала работы может наступить равновесие между кислородным запросом и его удовлетворением, или истинное устойчивое состояние. При напряженной циклической работе, когда минутный кислородный запрос удовлетворяется не в полной мере, поскольку функции кровообращения и дыхания характеризуются предельно возможным уровнем транспорта кислорода, его потребление представляется также устойчивым. Однако такая устойчивость сопряжена с нарастанием кислородного долга, не проявляющимся в ходе работы, и в этих случаях говорят о кажущемся устойчивом состоянии. Если истинное устойчивое состояние может поддерживаться весьма длительное время, кажущееся устойчивое состояние ограничено временем достижения предельной величины кислородного долга. (Гандельсман А.Б 1975 г.)

Максимальное потребление кислорода. Оценивая роль дыхания и кровообращения в удовлетворении потребности в кислороде тканями при мышечной работе необходимо учитывать следующее: 1) усиление дыхания и кровообращения происходят постепенно, и полная мобилизация доставки О2 тканями достигается лишь через несколько минут; 2) производительность систем дыхания и кровообращения имеет индивидуальные пределы (так называемый «кислородный потолок»), выше которых нарастающая мощность работы уже не может увеличить количество потребляемого кислорода. С этой точки зрения определение максимального потребления кислорода (МПК) является важной объективной характеристикой системы дыхания и кровообращения, *предельных возможностей доставки кислорода тканям.* Определяется МПК прямым и косвенным путем. Принцип прямого определения заключается в постепенном (ступенчатом) увеличении физической нагрузки обычно на велоэргометре, до предельно возможной величины. «Кислородный потолок» достигается примерно на 5-й минуте работы, раньше, чем достигнут предел мощности. В это время забирается порция воздуха, в которой определяется содержание кислорода и углекислого газа, и затем оценивается предельно возможная величина потребляемого кислорода с приведением к 1 минуте, а также с расчетом на 1 кг веса тела испытуемого. У не спортсмена эта величина колеблется в пределах 2,5-3,5 л/мин, а у спортсменов достигает 6 и более л/мин. При пересчете на 1 кг веса тела не спортсмены имеют МПК в пределах 40-50 мл на 1 кг, а спортсмены до 70-90 мл/кг.(Урбонас П.А. 1972 г.)

МПК является одним из существенных показателей функционального состояния дыхательной и сердечнососудистой системы. Оно отражает преимущественно неспецифическую устойчивость вегетативных систем к предельным напряжениям. Однако в этом показателе могут отражаться и специфические особенности двигательной деятельности. Так, наиболее тесные связи обнаруживаются между спортивными показателями в группе спортсменов, специализирующихся в длительных циклических и напряженных нагрузках (скоростном плавании под водой, стайерском беге, марафонском беге, велосипедном спорте). Величина МПК оказываются несколько большими при выполнении нагрузок, близких к привычным, например, у велосипедистов при нагрузках на велоэргометре, у пловцов при проплывании с предельной скоростью отрезков дистанции «своим» способом и т. д. Отражая в известной мере возможности функций кровообращения и дыхания у спортсменов любой специальности, величина МПК не должен трактоваться как существенно значимая для оценки специальной работоспособности во всех видах с кратковременными нагрузками, с ациклической структурой движений и с большим удельным весом напряженной эмоциональной деятельности при малой физической нагрузке. (Изаксон Х.А. 1968 г.)

**Дыхание при мышечной работе**. Мышечная работа всегда связана с увеличением газообмена, поскольку энергия черпается в процессе окисления органических средств. Изменения дыхания весьма отчетливы даже при физических нагрузках, выполняемых малыми мышечными группами. При выполнении легкой работы обмен газов может повыситься в 2-3 раза, а при тяжелой в 20-30 раз по сравнению с уровнем покоя. Исключительно большой удельный вес потребления кислорода при работе зависит не только от его потребления мышцами, непосредственно участвующими в выполнении движений, но и от потребления кислорода мышцами, обеспечивающими высокую легочную вентиляцию, а также мышцей сердца и другими тканями тела.

Согласованность дыхания и движений осуществляется весьма сложной системой приспособительных изменений в организме прежде всего в связи с биомеханическими условиями при различных движениях. (Гандельсман А.Б. 1975).

В процессе газообмена между организмом и атмосферным воздухом большое значение имеет вентиляция легких, обеспечивающая обновление состава альвеолярного газа. Интенсивность вентиляции зависит от глубины и частоты дыхания. Количественным показателем вентиляции легких служит минутный объем дыхания, определяемый как произведение дыхательного объема на число дыханий в минуту.

Легочная вентиляция обеспечивается работой дыхательных мышц. Эта работа связана с преодолением эластического сопротивления легких и сопротивления дыхательному потоку воздуха (не эластическое сопротивление). (Михайлов В.В. 1983).

Сумма дыхательного воздуха, резервный объем вдоха и выдоха составляют жизненную емкость легких (ЖЕЛ) 3,5-5 литров. У спортсменов достигает 6 литров.

В покое человек делает 10-14 дыхательных циклов и минутный  
объем дыхания (МОД) составляет 6-8 литров. В состав дыхательного воздуха входит - мертвое пространство, образованное воздухоносными путями (полости рта, носа, глотки, гортани, трахеи и бронхов),не участвующими в газообмене. В процессе газообмена между организмом и атмосферным воздухом большое значение имеет вентиляция легких, обеспечивающая обновление состава альвеолярного газа. Интенсивность вентиляции легких зависит от глубины и частоты дыхания. При МОД 6-8 литров в минуту, на работу дыхательных мышц расходуется 5-10 мл/мин кислорода. При физических нагрузках, когда МОД 150-200 л/мин, на работу дыхательных мышц требуется около 1 литра кислорода. Высокая кислородная стоимость дыхания невыгодна для организма, так как кислород не может использоваться для полезной работы. Легочная вентиляция ее значение состоит в поддержании относительного уровня парциального давление кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе. Регуляция внешнего дыхания представляет собой процесс физиологического управления легочной вентиляцией для обеспечения оптимального газового состава внутренней среды организма в постоянно меняющихся условиях его жизнедеятельности. Основную роль играют в регуляции дыхания рефлекторные реакции, возникающие в результате возбуждения специфических рецепторов, заложенных в легочной ткани, сосудистых рефлексогенных зонах и скелетных мышцах. Центральный аппарат регуляции дыхания представляют нервные образования спинного, продолговатого мозга и вышележащих сегментов ЦНС. (Солодков А.С. 2006).

Активность окислительных процессов тем больше, чем больше мощность выполняемой работы. Это прослеживается в строгих лабораторных условиях, в которых увеличение мощностей сопровождается почти линейным повышением потребления кислорода. Однако в естественных условиях часто не наблюдается строгой пропорциональности между мощностью работы и величиной потребления кислорода. Это может быть связано с различным режимом выполняемой работы, когда одна и та же мощность достигается либо путем учащения темпа при малом отягощении, либо путем увеличения перемещаемого груза при редком темпе работы. Исследования показали, что больший удельный вес темпа при одной мощности работы вызывает достоверное усиление дыхание по сравнению с работой такой же мощности при большом удельном весе отягощения. В ряде случаев оказывается, что при одной и той же мощности работы потребление кислорода увеличивается в зависимости от нарушения координации движений или при недостаточном использований инерционных сил (например, при беге на коньках). Это зависит от вовлечения в двигательную деятельность мышц, не имеющих непосредственного отношения к данной работе, а также от дополнительного усиления деятельности дыхательной мускулатуры и мышцы сердца, что приводит к повышению потребления кислорода и к понижению коэффициента полезного действия при выполнении работы. Возможны соотношения и обратного порядка, когда увеличение мощности работы достигается без увеличения потребления кислорода, или даже при понижении кислородной стоимости движений за счет более экономной координации движений, лучшего использования инерционных сил при более экономной работе дыхательных и сердечных мышц. Такие изменения экономичности работы происходят постоянно в процессе изменения тренированности спортсменов. (Новикова Д.А. 1973 г.)

**.3 Практические аспекты**

**Сочетание** **фаз дыхания и движения**

Существует два основных способа сочетания фаз дыхания с движениями:

) «анатомический»: при движениях, которые способствуют увеличению объема грудной клетки, - вдох, при движениях, способствующих его уменьшению, - выдох. Например, при выпрямлении туловища, поднимании и отведении рук, разгибании ног - вдох; при наклоне туловища, приведении рук, сгибании ног - выдох;

) «Биомеханический» - выдох сочетается с фазами движения, в которых спортсмен проявляет наибольшую силу действия, вдох - с фазами относительного расслабления. Например, в академической гребле выдох производятся во время гребка, а вдох при заносе весла, хотя по анатомическим соображениям надо было бы делать наоборот.

В видах спорта с относительно редкой частотой движений (гребле, плавании, конькобежном) можно рекомендовать «биомеханический» способ согласования фаз дыхания и движений. В видах спорта с высокой частотой движений этот способ не осуществим. «Анатомический» способ рекомендуется при выполнении малоинтенсивных упражнений (в разминке и т. п.).

При дыхании следует акцентировать выдох, а не вдох. Тогда поступающий в легкие богатые кислородом дыхательный воздух смешивается с меньшим количеством остаточного и резервного воздуха, в котором содержание О2 значительно ниже, а содержание СО2 выше, чем в атмосферном воздухе. (Опарина О.Н. 2003 г.)

**Частота и глубина дыхания**

Широкое распространение получило мнение о целесообразности редкого (22-26 цикл/мин) и глубокого дыхания. Однако во время выполнения физических упражнений циклического характера трудно произвольно урежать дыхание. По мере повышения частоты дыхания (что является естественной реакцией организма) уменьшается его глубина, но величина МОД продолжает увеличиваться.

Серьезные возражения встречает и рекомендация дышать глубоко - в большинстве видах спорта циклического характера это практически не осуществимо. Так, в велосипедном спорте регистрация электромиограмм основных дыхательных мышц (диафрагмы, внутренних и наружных межреберных) показали, что они обеспечивают глубину дыхания до 30-40 % ЖЕЛ. При глубине дыхания свыше 40 % ЖЕЛ включаются большие грудные, грудинно-ключично-сосцевидные, лестничные и зубчатые мышцы, а при глубине дыхания свыше 65-80 % ЖЕЛ - практически все мышцы пояса верхних конечностей, спины и брюшного пресса. По-видимому, поэтому у велосипедистов высокой квалификации глубина дыхания не превышает в среднем 1,8-2,2 л, что составляет примерно 35-42 % ЖЕЛ (В.В. Михайлов,1974).Такая глубина дыхания (1/3 ЖЕЛ и несколько больше) в целом характеристика для напряженных физических упражнений циклического характера. (Акопян Н.С. 2003 г.).

Газообмен между легкими и окружающей средой осуществляется за счет вдоха и выдоха. При вдохе объем легких увеличивается, давление в них становится ниже атмосферного, и воздух поступает в дыхательные пути. Этот процесс носит активный характер и обусловлен сокращением наружных межреберных мышц и опусканием (сокращением) диафрагмы, в результате чего объем легких возрастает на 250-300 мл. Во время выдоха объем грудной полости уменьшается, воздух в легких сжимается, давление в них становится выше атмосферного, и воздух выходит наружу. Выдох в спокойном состоянии осуществляется пассивно за счет тяжести грудной клетки и расслабления диафрагмы. Форсированный выдох происходит вследствие сокращений внутренних межреберных мышц, частично - за счет мышц плечевого пояса и брюшного пресса. (Сафонов В.А. 2006 г.).

Количество воздуха, в легких после максимального вдоха, составляет общую емкость легких у взрослого человека 4-6 литров. В общей емкости легких выделяют 4 составляющих её компонента:

. Дыхательный объем - количество воздуха, проходящего через легкие при спокойном вдохе (выдохе) 400-500.

. Резервный объем вдоха и выдоха - воздух, который можно вдохнуть дополнительно после обычного вдоха (1,5-3 литра). Выдоха - объем воздуха, который можно выдохнуть после обычного (1-1,5 литра).

. Остаточный объем - количество воздуха, которое остается в легких после максимального выдоха (1-1,2 литров). (Солодков А.С. 2001)

**.4** **Произвольные режимы внешнего дыхания**

В практике физического воспитания используются многочисленные режимы внешнего дыхания. Ниже перечисляются основные из них.

*.Произвольные изменения соотношений частоты и глубины дыхания.* Пример: спортсмен во время бега со скоростью 5 м/с непроизвольно дышит с частотой 50 дыхательных циклов в 1 мин при дыхательном объеме, равном 40 % ЖЕЛ. Тренер считая такое дыхание недостаточно эффективным, рекомендует спортсмену следующий произвольный вариант: частота дыхания 35 в 1 мин, а глубина 70 % ЖЕЛ, выдох акцентированный. Как видно, по сравнению с непроизвольным режимом произвольное дыхание характерно большей глубиной, но меньшей частотой.

. *Синхронизация (или кратные соотношения) числа дыханий с числом движений.* Пример: лыжник, используя попеременный двухшажный способ, передвигается по лыжне со скоростью 5 м/с. При этом темп движений составляет 52 цикла в 1 мин. Тренер дает указание синхронизовать число дыханий и движений при сохранении прежней скорости и числа шагов. Выполняя такое указание, лыжник должен произвольно увеличить число дыханий с 46 до 52 в 1 мин и достигнуть соотношения 1:1, т. е. осуществлять 52 двойных шага и 52 дыхательных циклов за 1 мин.

*. Произвольное изменение дыхания через нос и через рот.* Пример: велосипедист едет по шоссе со скоростью 43 км/час, дышит непроизвольно, используя одновременно дыхание через нос и через рот, при этом объем вдыхаемого через рот воздуха является преобладающим. Тренер советует спортсмену, произвольно контролируя дыхание, либо дышать только через нос, либо вдох выполнять через нос, а выдох через рот.

. *Произвольное прекращение (задержка) дыхания.* Пример: штангист трижды выжимает штангу среднего веса из положения удержания на груди. При выжимании штанги на прямые руки он делает вдох, а при опускании снаряда на грудь - выдох. Тренер считает такое дыхание нерациональным. Он рекомендует задерживать дыхание при выжимании и опускании штанги, а дыхательные циклы выполнять, когда гриф снаряда находится в исходном положении на груди.

. *Произвольное увеличение объема легочной вентиляции*. Пример: тренер рекомендует спортсмену перед нырянием выполнить произвольную гипервентиляцию с целью несколько увеличить объем кислорода, а также уменьшить содержание углекислоты в артериальной крови. Предполагается, что в таком случае пловец достигает более высокого спортивного результата посредством гипервентиляции.

Или - стрелок после выстрела произвольно выполняет несколько углубленных вдохов и выдохов с целью ликвидации небольшого кислородного дефицита, возникшего во время прицеливания с задержанным дыханием.

. *Произвольные изменения фаз движения и дыхательных циклов для повышения биомеханической эффективности выполняемого движения.* Пример: спортсмен во время утренней зарядки выполняет наклоны из исходного положения - основной стойки. Рекомендуется при разгибании тела в тазобедренном суставе, выполняемом обычно в сочетании с поднимание рук и прогибанием позвоночника, делать вдох, а при сгибании тела в сочетании с опусканием рак - выдох. Если вдох производится при сгибании тела, а выдох во время разгибания, то выполнение движения затрудняется.

*7.* *Произвольное усиление грудного типа дыхания по отношению к брюшному, и наоборот.*

Многие авторы считают, что применение спортсменами произвольного дыхания с учетом специфики движения позволяет показать более высокий спортивный результат по сравнению с результатом, достигнутым при использовании непроизвольного дыхания.

Приводим основные рекомендации о правильном дыхании во время выполнения мышечной работы:

· Дышать следует только через нос. В ряде случаев вдох может выполняться через нос, а выдох через рот;

· Дышать необходимо по возможности глубже. Иногда рекомендуется дышать глубже, но реже;

· Во время мышечной деятельности следует по возможности избегать задержек дыхания;

· Дыхание должно быть ритмичным, следует произвольно формировать синхронные и кратные соотношения числа дыханий с числом двигательных циклов; (Михайлов В.В. 1983 г.).

**Эффективность синхронных и асинхронных соотношений темпа движений и частоты дыхания**

Этот вопрос следует рассмотреть отдельно применительно к двум группам ситуаций. Первая из них - это выполнение упражнений, где движения рук не играют важной роли для биомеханической эффективности движений, например при беге. Вторая ситуация характерна важным значением работы рук (гребля, передвижение на лыжах, плавание). Дыхание, частота которого совпадает с темпом движений обозначим как синхронное, а не совпадающее, как асинхронное.

При выполнении второй группы упражнений (гребля, плавание, бег на лыжах) синхронность темпа движений и частоты дыхания имеют большое значение. При плавании асинхронное дыхание вообще невозможно, ибо в противном случае спортсмен захлебнется. Практически асинхронное дыхание исключено и во время гребли ибо при этом возникают грубые ошибки в технике движений. (Тристан В.Г. 2001 г.).

**1.5** **Влияние дыхательных упражнений на организм**

Произвольное изменения объема и характер внешнего дыхания, как об этом было сказано выше, оказывают на организм выраженное воздействие.

Так энергичные экскурсии грудной клетки, значительное увеличение объема легких при глубоком вдохе и высокоамплитудные смещения диафрагмы оказывают механическое воздействие на соприкасающиеся с легкими органы, стимулируют центральный кровоток и лимфоток, а также массируют смежные с легкими органы и ткани.

Изменяя объем дыхания, а также прекращая его на некоторые время, можно вызвать сдвиги кислотно-щелочного равновесия и нарушать оптимальную концентрацию газов крови. Соответствующие гомеостатические возмущения, в свою очередь, изменяют уровень функционирования отдельных систем и таким образом оказывают различное влияние на состояние всего организма в целом. Так, например, длительная задержка дыхания тормозит деятельность сердца. Усиленное сверх нормы дыхание приводит к уменьшению содержания углекислого газа в крови, отчего сужаются церебральные сосуды и значительно снижается объем кровотока через головной мозг. В свою очередь, ухудшение кровообращения головного мозга влияет на психическое состояние человека.(Солопов И.Н. 1998 г.)

Увеличивая или уменьшая объем дыхания, можно изменить уровень стимуляции рецепторных зон верхних дыхательных путей и, таким образом, усилить или ослабить висцеро-висцеральные и висцеро-моторные рефлексы. Так, например, вдыхание паров аммиака тормозит дыхание, а раздражение носовой полости приводит к сужению сосудов скелетных мышц.

Приведенные изменения происходят в организме на определенном уровне и во время непроизвольного дыхания. Однако произвольные коррекции дыхания позволяют усилить или ослабить тот или иной стимул и таким образом добиться направленного воздействия в соответствии с поставленным заданием. Такие эффекты достигаются при использовании специальных дыхательных упражнений.

К числу основных компонентов, из которых формируются дыхательные упражнения, следует отнести: частоту и глубину дыхания; ритмические характеристики в связи с разными временными соотношениями продолжительности вдоха, выдоха и дыхательной паузы; грудное и диафрагмальное дыхание; направление потока вдыхаемого и выдыхаемого воздуха через нос или через рот; искусственное сопротивление воздушному потоку. (Кингисепп П-хГ, 1983 г.)



**2.** **Организация и методика исследования**

**2.1 Общие сведения о проводимых исследованиях**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ф.И. испытуемого | Пол | Возраст | Вид спорта | Спортивный р разряд | Стаж |
| 1. Найда Анастасия | жен | 20 | Худ. гимнастика | МС | 12 |
| 2. Смирнова Анна | жен | 20 | Сп. гимнастика | МС | 11 |
| 3. Звонарева Елизавета | жен | 19 | Баскетбол | 1 р. | 8 |
| 4. Зорин Сергей | муж | 21 | Баскетбол | 1 р. | 10 |
| 5. Митя Титов | муж | 19 | Легкая атл. | КМС | 7 |
| 6. Клюйков Максим | муж | 20 | Футбол | 1 р. | 10 |
| 7. Миронов Артем | муж | 20 | Велоспорт | КМС | 10 |
| 8. Кокорева Дарья | жен | 20 | Горные лыжи | КМС | 9 |

**2.2 Методика исследования**

Оборудование: газовый счетчик, клапанная коробка с клапанами вдоха и выдоха, гофрированная дыхательная трубка, носовой зажим, загубник, спирт, вата, секундомер, спирометр.

Исследование было проведено в 4 этапа

этап. Физиологическая характеристика статических усилий. Испытуемый удерживал угол ногами 900 (ноги согнуты) в упоре на руках в течении 30 сек. ЧД регистрировалось на протяжении всего периода работы и затем в течении каждой минуты после нее до полного восстановления до исходных значений.

этап. Физиологическая характеристика работы максимальной мощности. Испытуемый совершал работу на велоэргометре в течении 20 сек при нагрузке 400 Вт и частоте педалирования 50 об./мин. ЧД регистрируется за время работы, и полученная величина умножается на 3. Таким образом определяется ЧД за 1 мин.

этап. Физиологическая характеристика работы субмаксимальной мощности. Для выполнения работы субмаксимальной мощности испытуемому предлагается работать на велоэргометре в течении 5 мин при нагрузке 200 Вт и частоте педалирования 50 об/мин. Во время работы каждую минуту регистрируется ЧД.

этап. Физиологическая характеристика работы умеренной мощности. Для выполнения работы умеренной мощности испытуемый совершает работу в течении 30 мин на велоэргометре при нагрузке 150 Вт и частоте педалирования 50 об./мин. Во время работы каждую минуту регистрируются ЧД.

МОД представляет собой количество воздуха, проходящего через легкие за 1 мин. Величина этого показателя может значительно изменяться при работе и под влиянием различных внешних условий. Увеличение частоты дыхания при одновременном снижении дыхательного объема отражает поверхностное дыхание и свидетельствуют об уменьшении кислородного обеспечения организма. Повышение потребности организма в кислороде ведет к увеличению объема дыхания за счет углубления вдоха и выдоха.

Во время выполнения физической нагрузки дыхание значительно активизируется, что выражается в увеличении глубины, частоты дыхания и возрастании легочной вентиляции, уменьшении резервного объема вдоха и выдоха. При этом носовое дыхание переходит в ротовое. Одновременно возрастает диффузионная способность легких и увеличивается количество кислорода, поступающего в кровь и доставляемого тканям, растет потребление кислорода организмом.

**2.3 Физиологическая характеристика статических усилий**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Покой | Работа (мин.) | Восстановление | | | | | |
|  | 1 | 30 сек Ч 2 | 1 | | 3 | 5 | 7 |
| **Найда Анастасия** | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 502 | 518 | 538 | 570 | | 590 | 603 | |
| МОД (л/мин.) | 13 | 15Ч2=30 | 32 | 20 | | 15 | 13 | |
| ЧД (цикл/мин) | 14 | 14Ч2=28 | 17 | 15 | | 14 | 14 | |
| **Смирнова Анна Владимировна** | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 234 | 249 | 277 | 299 | | 311 | 322 | |
| МОД (л/мин.) | 11 | 14Ч2=28 | 30 | 17 | | 12 | 11 | |
| ЧД (цикл/мин) | 13 | 17Ч2=34 | 15 | 14 | | 13 | 13 | |
| **Звонарева Елизавета** | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 410 | 426 | 456 | 488 | | 514 | 526 | |
| МОД (л/мин.) | 12 | 15Ч2=30 | 32 | 26 | | 17 | 12 | |
| ЧД (цикл/мин) | 14 | 19Ч2=38 | 17 | 16 | | 14 | 14 | |
| **Зорин Сергей** | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 603 | 618 | 648 | 681 | | 706 | 725 | |
| МОД (л/мин.) | 20 | 15Ч2=30 | 33 | 25 | | 20 | 19 | |
| ЧД (цикл/мин) | 9 | 13Ч2=26 | 18 | 10 | | 9 | 9 | |
| **Митя Титов** | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 245 | 275 | 308 | 329 | | 342 | 353 | |
| МОД (л/мин.) | 11 | 15Ч2=30 | 33 | 21 | | 13 | 11 | |
| ЧД (цикл/мин) | 10 | 16Ч2=32 | 26 | 19 | | 14 | 10 | |
| **Клюйков Максим** | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 769 | 784 | 814 | 845 | | 865 | 880 | |
| МОД (л/мин.) | 12 | 15Ч2=30 | 31 | 20 | | 15 | 12 | |
| ЧД (цикл/мин) | 10 | 16Ч2=32 | 27 | 20 | | 13 | 10 | |
| **Миронов Артем** | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 564 | 580 | 612 | 634 | | 649 | 659 | |
| МОД (л/мин.) | 12 | 17Ч2=34 | 36 | 28 | | 15 | 10 | |
| ЧД (цикл/мин) | 13 | 17Ч2=34 | 30 | 24 | | 17 | 13 | |
| **Кокорева Дарья** | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 453 | 468 | 498 | 518 | | 535 | 547 | |
| МОД (л/мин.) | 12 | 15Ч2=30 | 33 | 20 | | 16 | 12 | |
| ЧД (цикл/мин) | 13 | 16Ч2=32 | 28 | 22 | | 16 | 13 | |

**2.4 Физиологическая характеристика работы максимальной мощности**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Покой | Работа (мин.) | Восстановление | | | | | |
|  | 1 | 20 сек Ч3 | 1 | | 3 | 5 | 7 |
| **Найда Анастасия** | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 185 | 195 | 226 | 252 | | 272 | 282 | |
| МОД (л/мин.) | 10 | 10Ч3=30 | 29 | 26 | | 20 | 10 | |
| ЧД (цикл/мин) | 13 | 12Ч3=36 | 31 | 24 | | 19 | 13 | |
| **Смирнова Анна Владимировна** | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 410 | 420 | 447 | 468 | | 483 | 492 | |
| МОД (л/мин.) | 9 | 10Ч3=30 | 27 | 21 | | 15 | 9 | |
| ЧД (цикл/мин) | 12 | 11Ч3=33 | 30 | 25 | | 17 | 12 | |
| **Звонарева Елизавета** | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 673 | 684 | 713 | 736 | | 752 | 762 | |
| МОД (л/мин.) | 10 | 11Ч3=33 | 29 | 23 | | 16 | 10 | |
| ЧД (цикл/мин) | 12 | 12Ч3=36 | 30 | 25 | | 17 | 12 | |
| **Зорин Сергей** | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 438 | 449 | 476 | 599 | | 616 | 629 | |
| МОД (л/мин.) | 13 | 11Ч3=33 | 27 | 23 | | 17 | 13 | |
| ЧД (цикл/мин) | 11 | 9Ч3=27 | 28 | 20 | | 16 | 11 | |
| **Митя Титов** | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 871 | 881 | 908 | 930 | | 946 | 956 | |
| МОД (л/мин.) | 9 | 10Ч3=30 | 27 | 22 | | 16 | 10 | |
| ЧД (цикл/мин) | 12 | 12Ч3=36 | 30 | 25 | | 19 | 12 | |
| **Клюйков Максим** | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 658 | 667 | 692 | 709 | | 721 | 732 | |
| МОД (л/мин.) | 11 | 11Ч3=33 | 25 | 17 | | 12 | 11 | |
| ЧД (цикл/мин) | 13 | 13Ч3=39 | 27 | 21 | | 17 | 13 | |
| **Миронов Артем** | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 67 | 77 | 101 | 119 | | 133 | 143 | |
| МОД (л/мин.) | 9 | 10Ч3=30 | 24 | 18 | | 14 | 10 | |
| ЧД (цикл/мин) | 12 | 12Ч3=36 | 31 | 24 | | 16 | 12 | |
| **Кокорева Дарья** | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 437 | 448 | 484 | 509 | | 525 | 536 | |
| МОД (л/мин.) | 11 | 12Ч3=36 | 31 | 25 | | 16 | 11 | |
| ЧД (цикл/мин) | 13 | 13Ч3=39 | 33 | 24 | | 17 | 13 | |

**2.5 Физиологическая характеристика работы субмаксимальной мощности**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Покой (мин.) | Работа (мин.) | | | | | Восстановление | | | |
|  | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | 5 | 7 |
| **Найда Анастасия** | | | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 205 | 217 | 232 | 251 | 273 | 298 | 325 | 349 | 367 | 378 |
| МОД (л/мин) | 12 | 15 | 19 | 22 | 25 | 27 | 24 | 18 | 13 | 11 |
| ЧД (цикл/мин) | 10 | 16 | 21 | 22 | 25 | 30 | 27 | 20 | 15 | 10 |
| **Смирнова Анна Владимировна** | | | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 347 | 360 | 376 | 396 | 420 | 446 | 469 | 488 | 500 | 511 |
| МОД (л/мин) | 10 | 13 | 16 | 20 | 24 | 26 | 23 | 19 | 12 | 11 |
| ЧД (цикл/мин) | 9 | 15 | 20 | 24 | 27 | 29 | 25 | 20 | 15 | 9 |
| **Звонарева Елизавета** | | | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 876 | 891 | 908 | 929 | 954 | 982 | 100 6 | 10 26 | 10 41 | 10 52 |
| МОД (л/мин) | 11 | 15 | 17 | 21 | 25 | 28 | 24 | 20 | 15 | 11 |
| ЧД (цикл/мин) | 10 | 15 | 20 | 23 | 27 | 29 | 25 | 20 | 17 | 11 |
| **Зорин Сергей** | | | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 568 | 576 | 587 | 606 | 631 | 662 | 679 | 691 | 700 | 708 |
| МОД (л/мин) | 8 | 9 | 11 | 19 | 25 | 31 | 17 | 12 | 9 | 8 |
| ЧД (цикл/мин) | 14 | 14 | 14 | 16 | 21 | 27 | 18 | 15 | 14 | 14 |
| **Митя Титов** | | | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 348 | 360 | 377 | 397 | 420 | 449 | 470 | 485 | 497 | 505 |
| МОД (л/мин) | 8 | 12 | 17 | 20 | 23 | 29 | 21 | 15 | 12 | 8 |
| ЧД (цикл/мин) | 14 | 16 | 17 | 20 | 29 | 33 | 27 | 17 | 15 | 14 |
| **Клюйков Максим** | | | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 589 | 602 | 621 | 643 | 669 | 698 | 722 | 741 | 756 | 767 |
| МОД (л/мин) | 11 | 13 | 19 | 22 | 26 | 29 | 24 | 19 | 15 | 11 |
| ЧД (цикл/мин) | 13 | 16 | 18 | 23 | 27 | 30 | 28 | 24 | 17 | 13 |
| **Миронов Артем** | | | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 489 | 503 | 522 | 547 | 574 | 603 | 629 | 647 | 660 | 669 |
| МОД (л/мин) | 9 | 14 | 19 | 25 | 27 | 29 | 26 | 18 | 13 | 9 |
| ЧД (цикл/мин) | 12 | 15 | 19 | 23 | 29 | 33 | 26 | 21 | 16 | 12 |
| **Кокорева Дарья** | | | | | | | | | | |
| Показатели счетчика (ед.) | 374 | 389 | 407 | 428 | 452 | 481 | 506 | 531 | 547 | 559 |
| МОД (л/мин) | 11 | 15 | 18 | 21 | 24 | 29 | 25 | 19 | 16 | 12 |
| ЧД (цикл/мин) | 13 | 18 | 23 | 26 | 29 | 31 | 27 | 21 | 16 | 13 |

**2.6 Физиологическая характеристика работы умеренной мощности**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Найда Анастасия | | | Смирнова Анна | | | Звонарева Елизавета | | | Зорин Сергей | | |
|  | Показатели счетчика | МОД л/мин | ЧД цикл/мин | Показатели счетчика | МОД л/мин | ЧД цикл/мин | Показатели счетчика | МОД л/мин | ЧД цикл/мин | Показатели счетчика | МОД л/мин | ЧД цикл/мин |
| Покой | 287 | 7 | 11 | 389 | 8 | 13 | 478 | 11 | 13 | 568 | 14 | 14 |
| Работа | 305 | 18 | 21 | 397 | 15 | 16 | 496 | 18 | 15 | 602 | 34 | 18 |
| 2 | 320 | 15 | 28 | 413 | 16 | 19 | 517 | 21 | 16 | 636 | 34 | 16 |
| 3 | 336 | 16 | 29 | 431 | 18 | 18 | 539 | 22 | 19 | 669 | 33 | 13 |
| 4 | 356 | 20 | 28 | 449 | 18 | 15 | 559 | 20 | 19 | 709 | 40 | 20 |
| 5 | 375 | 19 | 28 | 470 | 21 | 17 | 580 | 21 | 21 | 752 | 43 | 22 |
| 6 | 393 | 18 | 30 | 490 | 20 | 21 | 599 | 19 | 20 | 792 | 40 | 16 |
| 7 | 414 | 21 | 28 | 513 | 23 | 20 | 618 | 19 | 19 | 833 | 41 | 19 |
| 8 | 437 | 23 | 26 | 534 | 21 | 23 | 640 | 22 | 19 | 866 | 33 | 21 |
| 9 | 457 | 20 | 24 | 558 | 24 | 19 | 661 | 21 | 18 | 907 | 41 | 16 |
| 10 | 472 | 15 | 27 | 577 | 19 | 17 | 682 | 21 | 20 | 945 | 38 | 20 |
| 11 | 488 | 16 | 24 | 602 | 25 | 17 | 704 | 22 | 21 | 981 | 36 | 16 |
| 12 | 502 | 14 | 27 | 619 | 17 | 19 | 727 | 23 | 20 | 1020 | 39 | 17 |
| 13 | 519 | 17 | 24 | 638 | 19 | 17 | 750 | 23 | 22 | 1058 | 38 | 21 |
| 14 | 536 | 17 | 29 | 659 | 21 | 18 | 769 | 19 | 20 | 1093 | 35 | 20 |
| 15 | 548 | 12 | 28 | 681 | 22 | 19 | 787 | 18 | 18 | 1129 | 36 | 16 |
| 16 | 558 | 10 | 27 | 698 | 17 | 18 | 808 | 21 | 19 | 1164 | 35 | 17 |
| 17 | 572 | 14 | 26 | 714 | 16 | 16 | 831 | 23 | 17 | 1129 | 35 | 17 |
| 18 | 585 | 13 | 30 | 729 | 15 | 20 | 853 | 22 | 19 | 1232 | 33 | 17 |
| 19 | 598 | 13 | 31 | 742 | 13 | 21 | 878 | 25 | 18 | 1267 | 35 | 18 |
| 20 | 613 | 15 | 28 | 754 | 12 | 21 | 902 | 24 | 19 | 1300 | 33 | 17 |
| 21 | 627 | 12 | 27 | 767 | 13 | 17 | 928 | 26 | 19 |  |  |  |
| 22 | 548 | 21 | 30 | 783 | 16 | 18 | 955 | 27 | 20 |  |  |  |
| 23 | 680 | 32 | 28 | 802 | 19 | 18 | 981 | 26 | 21 |  |  |  |
| 24 | 700 | 20 | 29 | 825 | 23 | 17 | 1099 | 28 | 21 |  |  |  |
| 25 | 715 | 15 | 31 | 850 | 25 | 20 | 1039 | 30 | 20 |  |  |  |
| 26 | 740 | 25 | 32 | 876 | 26 | 21 | 1070 | 31 | 21 |  |  |  |
| 27 | 771 | 31 | 31 | 900 | 24 | 20 | 1102 | 32 | 20 |  |  |  |
| 28 | 803 | 32 | 32 | 927 | 27 | 22 | 1132 | 30 | 22 |  |  |  |
| 29 | 837 | 34 | 31 | 950 | 23 | 23 | 1161 | 29 | 24 |  |  |  |
| 30 | 870 | 33 | 26 | 977 | 27 | 19 | 1192 | 31 | 23 |  |  |  |
| Восст. | 893 | 23 | 19 | 999 | 22 | 16 | 1218 | 26 | 20 | 1331 | 31 | 14 |
| 3 | 903 | 10 | 14 | 1014 | 15 | 14 | 1237 | 19 | 17 | 1349 | 18 | 12 |
| 5 | 911 | 8 | 12 | 1022 | 8 | 13 | 1252 | 15 | 14 | 1361 | 12 | 12 |
| 7 | 918 | 7 | 11 | 1030 | 8 | 13 | 1263 | 11 | 13 | 1373 | 12 | 12 |
|  | Митя Титов | | | Клюйков Максим | | | Миронов Артем | | | Кокорева Дарья | | |
|  | Показатели счетчика | МОД л/мин | ЧД цикл/мин | Показатели счетчика | МОД л/мин | ЧД цикл/мин | Показатели счетчика | МОД л/мин | ЧД цикл/мин | Показатели счетчика | МОД л/мин | ЧД цикл/мин |
| Покой | 560 | 13 | 14 | 074 | 14 | 12 | 604 | 14 | 13 | 034 | 13 | 11 |
| Работа | 573 | 19 | 18 | 99 | 25 | 16 | 626 | 22 | 15 | 47 | 21 | 15 |
| 2 | 594 | 21 | 19 | 127 | 28 | 18 | 650 | 24 | 16 | 71 | 24 | 17 |
| 3 | 617 | 23 | 19 | 156 | 29 | 19 | 673 | 23 | 17 | 99 | 28 | 18 |
| 4 | 638 | 21 | 21 | 186 | 30 | 19 | 698 | 25 | 18 | 128 | 29 | 17 |
| 5 | 660 | 22 | 23 | 217 | 31 | 21 | 724 | 26 | 19 | 159 | 31 | 18 |
| 6 | 684 | 24 | 24 | 249 | 32 | 23 | 748 | 24 | 19 | 192 | 33 | 19 |
| 7 | 709 | 25 | 21 | 282 | 33 | 21 | 775 | 27 | 20 | 227 | 35 | 19 |
| 8 | 736 | 27 | 21 | 317 | 35 | 18 | 803 | 28 | 20 | 260 | 33 | 21 |
| 9 | 767 | 31 | 22 | 352 | 35 | 19 | 834 | 31 | 21 | 292 | 32 | 20 |
| 10 | 797 | 30 | 20 | 383 | 31 | 17 | 868 | 34 | 21 | 326 | 34 | 21 |
| 11 | 823 | 26 | 23 | 413 | 30 | 17 | 904 | 36 | 20 | 358 | 32 | 21 |
| 12 | 852 | 29 | 21 | 447 | 34 | 18 | 938 | 34 | 20 | 389 | 31 | 20 |
| 13 | 883 | 31 | 19 | 480 | 33 | 18 | 977 | 39 | 19 | 419 | 30 | 23 |
| 14 | 916 | 33 | 19 | 516 | 36 | 18 | 1014 | 37 | 21 | 450 | 31 | 21 |
| 15 | 951 | 35 | 23 | 551 | 35 | 19 | 1053 | 39 | 22 | 482 | 32 | 19 |
| 16 | 980 | 29 | 24 | 588 | 37 | 21 | 1088 | 35 | 19 | 512 | 30 | 17 |
| 17 | 1016 | 36 | 22 | 624 | 36 | 20 | 1125 | 37 | 20 | 546 | 34 | 18 |
| 18 | 1048 | 32 | 25 | 655 | 31 | 21 | 1162 | 37 | 21 | 582 | 36 | 19 |
| 19 | 1081 | 33 | 23 | 687 | 32 | 21 | 1200 | 38 | 22 | 617 | 35 | 19 |
| 20 | 1115 | 34 | 21 | 720 | 33 | 22 | 1236 | 36 | 23 | 651 | 34 | 18 |
| Восст. | 1142 | 27 | 19 | 745 | 25 | 18 | 1263 | 27 | 19 | 677 | 26 | 16 |
| 3 | 1161 | 19 | 16 | 761 | 16 | 15 | 1284 | 21 | 17 | 696 | 19 | 14 |
| 5 | 1174 | 13 | 14 | 775 | 14 | 14 | 1302 | 18 | 14 | 710 | 14 | 12 |
| 7 | 1187 | 13 | 13 | 789 | 14 | 12 | 1316 | 14 | 13 | 723 | 13 | 11 |

**3.** **Результаты исследования**

Полученные данные были обработаны с помощью компьютерной программы Statgraphics plus 3.0 для статистической обработки экспериментальных данных. В ходе статистической обработки результатов были вычислены среднее арифметическое, средние квадратичное отклонение, стандартная ошибка среднего значения исследуемых гемодинамических показателей при различных видах работы, а также достоверность этих показателей.

**3.1 Обработка показателей статических усилий**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПокойРаботаВосстановление | |  | |  | |  | | | | | | |
|  | |  | |  | | 1 | | 3 | | 5 | | 7 |
| Найда Анастасия | | 13 | | 30 | | 32 | | 20 | | 15 | | 13 |
| Смирнова Анна | | 11 | | 28 | | 30 | | 17 | | 12 | | 11 |
| Звонарева Елизавета | | 12 | | 30 | | 32 | | 26 | | 17 | | 12 |
| Зорин Сергей | | 20 | | 30 | | 33 | | 25 | | 20 | | 19 |
| Митя Титов | | 11 | | 30 | | 33 | | 21 | | 13 | | 11 |
| Клюйков Максим | | 12 | | 34 | | 36 | | 20 | | 15 | | 12 |
| Миронов Артем | | 12 | | 34 | | 36 | | 28 | | 15 | | 10 |
| Кокорева Дарья | | 12 | | 30 | | 33 | | 20 | | 16 | | 12 |
| Ср.арифметическое | | 12,8 | | 30,7 | | 33,1 | | 22,1 | | 15,3 | | 12,5 |
| Ср.квадр.отклонение | | 2,95 | | 2,12 | | 2,031 | | 3,75 | | 2,44 | | 2,77 |
| Станд.ош.ср.арифмет. | | 1,04262 | | 0,75 | | 0,71807 | | 1,328 | | 0,86 | | 0,98 |
| Выборочная дисперсия | | 8,69643 | | 4,5 | | 4,125 | | 14,125 | | 5,98 | | 7,17 |
| ПокойРаботаВосстановление |  | |  | |  | | | | | | | |
|  |  | |  | | 1 | | 3 | | 5 | | 7 | |
| Найда Анастасия | 14 | | 28 | | 17 | | 15 | | 14 | | 14 | |
| Смирнова Анна | 13 | | 34 | | 15 | | 14 | | 13 | | 13 | |
| Звонарева Елизавета | 14 | | 38 | | 17 | | 16 | | 14 | | 14 | |
| Зорин Сергей | 9 | | 26 | | 18 | | 10 | | 9 | | 9 | |
| Митя Титов | 10 | | 30 | | 25 | | 19 | | 14 | | 11 | |
| Клюйков Максим | 10 | | 32 | | 27 | | 20 | | 13 | | 10 | |
| Миронов Артем | 13 | | 34 | | 30 | | 24 | | 17 | | 13 | |
| Кокорева Дарья | 13 | | 32 | | 28 | | 22 | | 16 | | 13 | |
| Ср.арифметическая | 12,0 | | 31,75 | | 22,12 | | 17,5 | | 13,75 | | 12,125 | |
| Ср.квадр.отклонение | 2,0 | | 3,77 | | 5,96 | | 4,59 | | 2,375 | | 1,88 | |
| Станд.ош.ср.знач. | 0,707 | | 1,33 | | 2,10 | | 1,62 | | 0,83 | | 0,666 | |
| Выборочная дисперсия | 4,0 | | 14,21 | | 2,1 | | 21,14 | | 5,64 | | 3,55 | |

**3.2 Обработка показателей работы максимальной мощности**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПокойРаботаВосстановление |  |  |  | | | |
|  |  |  | 1 | 3 | 5 | 7 |
| Найда Анастасия | 10 | 30 | 29 | 26 | 20 | 10 |
| Смирнова Анна | 9 | 30 | 27 | 21 | 15 | 9 |
| Звонарева Елизавета | 10 | 33 | 29 | 23 | 16 | 10 |
| Зорин Сергей | 13 | 33 | 27 | 23 | 17 | 13 |
| Митя Титов | 9 | 30 | 27 | 22 | 16 | 10 |
| Клюйков Максим | 11 | 33 | 25 | 17 | 12 | 11 |
| Миронов Артем | 9 | 30 | 24 | 18 | 14 | 10 |
| Кокорева Дарья | 11 | 36 | 31 | 25 | 16 | 11 |
| Ср.арифметическая | 10,25 | 31,87 | 27,37 | 21,87 | 15,75 | 10,5 |
| Ср.квадр.отклонение | 1,38 | 2,23 | 2,26 | 3,13 | 2,31 | 1,19 |
| Станд.ош.ср.знач. | 0,49 | 0,79 | 0,8 | 1,11 | 0,82 | 0,42 |
| Выборочная дисперсия | 1,92 | 4,98 | 5,12 | 9,83 | 5,36 | 1,42 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПокойРаботаВосстановление |  |  |  | | | |
|  |  |  | 1 | 3 | 5 | 7 |
| Найда Анастасия | 13 | 36 | 31 | 24 | 19 | 13 |
| Смирнова Анна | 12 | 33 | 30 | 25 | 17 | 12 |
| Звонарева Елизавета | 12 | 36 | 30 | 25 | 17 | 12 |
| Зорин Сергей | 11 | 27 | 28 | 20 | 16 | 11 |
| Митя Титов | 12 | 36 | 30 | 25 | 19 | 12 |
| Клюйков Максим | 13 | 39 | 27 | 21 | 17 | 14 |
| Миронов Артем | 12 | 36 | 31 | 24 | 16 | 12 |
| Кокорева Дарья | 13 | 39 | 33 | 24 | 17 | 14 |
| Ср.арифметическое | 12,25 | 35,25 | 30,0 | 23,5 | 17,25 | 11,89 |
| Ср.квадр.отклонение | 0,707 | 3,84 | 1,85 | 1,92 | 1,16 | 2,08 |
| Станд.ош.ср.знач. | 0,25 | 1,35 | 0,65 | 0,68 | 0,41 | 0,696 |
| Выборочная дисперсия | 0,5 | 14,78 | 3,42 | 3,71 | 1,36 | 4,36 |

**3.3 Обработка показателей работы субмаксимальной мощности**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПокойРаботаВосстановление |  |  | | | | |  | | | |
|  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | 5 | 7 |
| Найда Анастасия | 12 | 15 | 19 | 22 | 25 | 27 | 24 | 18 | 13 | 11 |
| Смирнова Анна | 10 | 13 | 16 | 20 | 24 | 26 | 23 | 19 | 12 | 11 |
| Звонарева Елизавета | 11 | 15 | 17 | 21 | 25 | 28 | 24 | 20 | 15 | 11 |
| Зорин Сергей | 8 | 9 | 11 | 19 | 25 | 31 | 17 | 12 | 9 | 8 |
| Митя Титов | 8 | 12 | 17 | 20 | 23 | 29 | 21 | 15 | 12 | 8 |
| Клюйков Максим | 11 | 13 | 19 | 22 | 26 | 29 | 24 | 19 | 15 | 11 |
| Миронов Артем | 9 | 14 | 19 | 25 | 27 | 29 | 26 | 18 | 13 | 9 |
| Кокорева Дарья | 11 | 15 | 18 | 21 | 24 | 29 | 25 | 19 | 16 | 12 |
| Ср.арифметическая | 10,0 | 13,2 | 17,0 | 21,2 | 24,8 | 28,5 | 23,0 | 17,5 | 13,1 | 10,1 |
| Ср.квадр.отклонение | 1,511 | 2,1 | 2,6 | 1,8 | 1,2 | 1,51 | 2,82 | 2,67 | 2,23 | 1,55 |
| Станд.ош.ср.знач. | 0,53 | 0,7 | 0,9 | 0,64 | 0,4 | 0,53 | 1,0 | 0,94 | 0,78 | 0,54 |
| Выборочная дисперсия | 2,28 | 4,2 | 7,1 | 3,35 | 1,5 | 2,28 | 8,0 | 7,14 | 4,98 | 2,4 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПокойРаботаВосстановление |  |  | | | | |  | | | |
|  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | 5 | 7 |
| Найда Анастасия | 10 | 16 | 21 | 22 | 25 | 30 | 27 | 20 | 15 | 10 |
| Смирнова Анна | 9 | 15 | 20 | 24 | 27 | 29 | 25 | 20 | 15 | 9 |
| Звонарева Елизавета | 10 | 15 | 20 | 23 | 27 | 29 | 25 | 20 | 17 | 11 |
| Зорин Сергей | 14 | 14 | 14 | 16 | 21 | 27 | 18 | 15 | 14 | 14 |
| Митя Титов | 14 | 16 | 17 | 20 | 29 | 33 | 27 | 17 | 15 | 14 |
| Клюйков Максим | 13 | 18 | 23 | 26 | 27 | 30 | 27 | 21 | 16 | 13 |
| Миронов Артем | 12 | 15 | 19 | 23 | 29 | 33 | 26 | 21 | 16 | 12 |
| Кокорева Дарья | 13 | 18 | 23 | 26 | 29 | 31 | 27 | 21 | 16 | 13 |
| Ср.арифметическая | 11,87 | 15,8 | 19,6 | 22,5 | 26,7 | 30,2 | 25,2 | 19,4 | 15,5 | 12,0 |
| Ср.квадр.отклонение | 1,95 | 1,45 | 3,02 | 3,29 | 2,71 | 2,05 | 3,05 | 2,19 | 0,92 | 1,85 |
| Станд.ош.ср.знач. | 0,69 | 0,51 | 3,02 | 1,16 | 0,95 | 0,75 | 1,08 | 0,77 | 0,33 | 0,65 |
| Выборочная дисперсия | 3,83 | 2,12 | 9,12 | 10,8 | 7,35 | 4,21 | 9,35 | 4,83 | 0,86 | 3,42 |

**3.4 Обработка показателей работы умеренной мощности**



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Найда А.Смирнова АннаЗвонарева Е. Зорин С.Титов М.Клюйков М.Миронов А.Кокорева Д.Ср.арифметич.Ср.квадр.отклон.Станд.ош.ср.значВыбороч.дисперсия |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Покой | 7 | 8 | 11 | 14 | 13 | 14 | 14 | 13 | 11,42 | 2,88 | 1,1 | 8,2 |
| Работа 1 | 18 | 15 | 18 | 34 | 19 | 25 | 22 | 21 | 21,5 | 5,879 | 2,079 | 34,571 |
| 2 | 15 | 16 | 21 | 34 | 21 | 28 | 24 | 24 | 22,87 | 6,197 | 2,191 | 38,41 |
| 3 | 16 | 18 | 22 | 33 | 23 | 29 | 23 | 28 | 24,0 | 5,707 | 2,017 | 32,517 |
| 4 | 20 | 18 | 20 | 40 | 21 | 30 | 25 | 29 | 25,375 | 7,366 | 2,604 | 54,267 |
| 5 | 19 | 21 | 21 | 43 | 22 | 31 | 26 | 31 | 26,75 | 8,013 | 2,83 | 64,214 |
| 6 | 18 | 20 | 19 | 40 | 24 | 32 | 24 | 33 | 26,25 | 7,905 | 2,795 | 62,5 |
| 7 | 21 | 23 | 19 | 41 | 25 | 33 | 27 | 35 | 27,0 | 7,659 | 2,894 | 58,666 |
| 8 | 23 | 21 | 22 | 33 | 27 | 35 | 28 | 33 | 27,75 | 5,471 | 1,934 | 29,928 |
| 9 | 20 | 24 | 21 | 41 | 31 | 35 | 31 | 32 | 29,375 | 7,223 | 2,556 | 29,375 |
| 10 | 15 | 19 | 21 | 38 | 30 | 31 | 34 | 34 | 27,75 | 8,311 | 2,938 | 69,071 |
| 11 | 16 | 25 | 22 | 36 | 26 | 30 | 36 | 32 | 27,875 | 6,978 | 2,467 | 6,978 |
| 12 | 14 | 17 | 23 | 39 | 29 | 34 | 34 | 31 | 27,625 | 8,824 | 3,116 | 77,696 |
| 13 | 17 | 19 | 23 | 38 | 31 | 33 | 39 | 30 | 28,75 | 8,294 | 2,932 | 68,786 |
| 14 | 17 | 21 | 19 | 35 | 33 | 36 | 37 | 31 | 28,625 | 8,245 | 2,915 | 67,982 |
| 15 | 12 | 22 | 18 | 36 | 35 | 35 | 39 | 32 | 28,625 | 9,913 | 3,505 | 98,268 |
| 16 | 10 | 17 | 21 | 35 | 29 | 37 | 35 | 30 | 26,75 | 9,750 | 3,447 | 95,071 |
| 17 | 14 | 16 | 23 | 35 | 36 | 36 | 37 | 34 | 28,875 | 9,657 | 3,414 | 93,268 |
| 18 | 13 | 15 | 22 | 33 | 32 | 31 | 37 | 36 | 27,375 | 9,425 | 3,332 | 88,839 |
| 19 | 13 | 13 | 25 | 35 | 33 | 32 | 38 | 35 | 28,0 | 9,986 | 3,530 | 99,714 |
| 20 | 15 | 12 | 24 | 33 | 34 | 33 | 36 | 34 | 27,625 | 9,456 | 3,343 | 89,411 |
| 21 | 12 | 13 | 26 |  |  |  |  |  | 17,0 | 7,810 | 4,509 | 61,0 |
| 22 | 21 | 16 | 27 |  |  |  |  |  | 21,333 | 5,507 | 3,179 | 30,333 |
| 23 | 32 | 19 | 26 |  |  |  |  |  | 25,666 | 6,506 | 3,756 | 42,333 |
| 24 | 20 | 23 | 28 |  |  |  |  |  | 23,667 | 4,014 | 2,333 | 16,333 |
| 25 | 15 | 25 | 30 |  |  |  |  |  | 23,333 | 7,638 | 4,409 | 58,333 |
| 26 | 25 | 26 | 31 |  |  |  |  |  | 27,333 | 3,214 | 1,856 | 10,333 |
| 27 | 31 | 24 | 32 |  |  |  |  |  | 29,0 | 4,358 | 2,516 | 19,0 |
| 28 | 32 | 27 | 30 |  |  |  |  |  | 29,667 | 2,516 | 1,453 | 6,333 |
| 29 | 34 | 23 | 29 |  |  |  |  |  | 28,667 | 5,507 | 3,179 | 30,333 |
| 30 | 33 | 27 | 31 |  |  |  |  |  | 30,333 | 3,055 | 1,764 | 9,333 |
| Восст. | 23 | 22 | 26 | 31 | 27 | 25 | 27 | 26 | 25,875 | 2,748 | 0,971 | 7,553 |
| 3 | 10 | 15 | 19 | 18 | 19 | 16 | 21 | 19 | 17,125 | 3,441 | 1,216 | 11,84 |
| 5 | 8 | 8 | 15 | 12 | 13 | 14 | 18 | 14 | 12,75 | 3,412 | 1,206 | 11,643 |
| 7 | 7 | 8 | 11 | 12 | 13 | 14 | 14 | 13 | 11,5 | 2,672 | 0,945 | 7,143 |



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Найда А.Смирнова АннаЗвонарева Е. Зорин С.Титов М.Клюйков М.Миронов А.Кокорева Д.Ср.арифметич.Ср.квадр.отклон.Станд.ош.ср.значВыбороч.дисперсия |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Покой | 11 | 13 | 13 | 14 | 14 | 12 | 13 | 11 | 12,625 | 1,187 | 0,419 | 1,411 |
| Работа 1 | 21 | 16 | 15 | 18 | 18 | 16 | 15 | 15 | 16,75 | 2,121 | 0,75 | 4,5 |
| 2 | 28 | 19 | 16 | 16 | 19 | 18 | 16 | 17 | 18,625 | 3,997 | 1,413 | 15,982 |
| 3 | 29 | 18 | 19 | 13 | 19 | 19 | 17 | 18 | 19,0 | 4,504 | 1,592 | 20,286 |
| 4 | 28 | 15 | 19 | 20 | 21 | 19 | 18 | 17 | 19,625 | 3,852 | 1,361 | 14,839 |
| 5 | 28 | 17 | 21 | 22 | 23 | 21 | 19 | 18 | 21,125 | 3,441 | 1,216 | 11,839 |
| 6 | 30 | 21 | 20 | 16 | 24 | 23 | 19 | 19 | 21,5 | 4,242 | 1,5 | 18,0 |
| 7 | 28 | 20 | 19 | 19 | 21 | 21 | 20 | 19 | 20,875 | 2,997 | 1,059 | 8,982 |
| 8 | 26 | 23 | 19 | 21 | 21 | 18 | 20 | 21 | 21,125 | 2,475 | 0,875 | 6,125 |
| 9 | 24 | 19 | 18 | 16 | 22 | 19 | 21 | 20 | 19,875 | 2,475 | 0,875 | 6,125 |
| 10 | 27 | 17 | 20 | 20 | 20 | 17 | 21 | 21 | 20,375 | 3,113 | 1,101 | 3,114 |
| 11 | 24 | 17 | 21 | 16 | 23 | 17 | 20 | 21 | 19,875 | 2,949 | 1,042 | 8,696 |
| 12 | 27 | 19 | 20 | 17 | 21 | 18 | 20 | 20 | 20,25 | 3,012 | 1,065 | 9,071 |
| 13 | 24 | 17 | 22 | 21 | 19 | 18 | 19 | 23 | 20,375 | 2,503 | 0,885 | 6,268 |
| 14 | 29 | 18 | 20 | 20 | 19 | 18 | 21 | 21 | 20,75 | 3,533 | 1,25 | 12,5 |
| 15 | 28 | 19 | 18 | 16 | 23 | 19 | 22 | 19 | 20,5 | 3,741 | 1,323 | 14,0 |
| 16 | 27 | 18 | 19 | 17 | 24 | 21 | 19 | 17 | 20,25 | 3,575 | 1,264 | 12,786 |
| 17 | 26 | 16 | 17 | 17 | 22 | 20 | 20 | 18 | 19,5 | 3,295 | 1,164 | 10,857 |
| 18 | 30 | 20 | 19 | 17 | 25 | 21 | 21 | 19 | 21,5 | 4,140 | 1,463 | 17,143 |
| 19 | 31 | 21 | 18 | 18 | 23 | 21 | 22 | 19 | 21,625 | 4,207 | 1,487 | 17,696 |
| 20 | 28 | 21 | 19 | 17 | 21 | 22 | 23 | 18 | 21,125 | 3,441 | 1,216 | 11,839 |
| 21 | 27 | 17 | 19 |  |  |  |  |  | 21,0 | 5,291 | 3,055 | 28,0 |
| 22 | 30 | 18 | 20 |  |  |  |  |  | 22,667 | 6,429 | 3,712 | 41,333 |
| 23 | 28 | 18 | 21 |  |  |  |  |  | 22,333 | 5,132 | 2,963 | 26,333 |
| 24 | 29 | 17 | 21 |  |  |  |  |  | 22,333 | 6,111 | 3,528 | 37,333 |
| 25 | 31 | 20 | 20 |  |  |  |  |  | 23,667 | 6,351 | 3,667 | 40,333 |
| 26 | 32 | 21 | 21 |  |  |  |  |  | 22,333 | 5,132 | 2,962 | 26,333 |
| 27 | 31 | 20 | 20 |  |  |  |  |  | 22,333 | 6,111 | 3,527 | 37,333 |
| 28 | 32 | 22 | 22 |  |  |  |  |  | 25,333 | 5,773 | 3,333 | 33,333 |
| 29 | 31 | 23 | 24 |  |  |  |  |  | 26,0 | 4,358 | 2,516 | 19,0 |
| 30 | 26 | 19 | 23 |  |  |  |  |  | 22,667 | 3,512 | 2,027 | 12,333 |
| Восст. | 19 | 16 | 20 | 14 | 19 | 18 | 19 | 16 | 17,625 | 2,066 | 0,730 | 4,267 |
| 3 | 14 | 14 | 17 | 12 | 16 | 15 | 17 | 14 | 14,875 | 1,723 | 0,610 | 2,982 |
| 5 | 12 | 13 | 14 | 12 | 14 | 14 | 14 | 12 | 13,125 | 0,991 | 0,350 | 0,982 |
| 7 | 11 | 13 | 13 | 12 | 13 | 12 | 13 | 11 | 12,25 | 0,886 | 0,313 | 0,785 |

**.5 Обсуждение полученных данных**

Сравнивая средние значения МОД при статической работе, мы получили следующие данные: так как рассчитанное значение уровня значимости равное 0,479498 больше 0,05, то различия результатов перед статической работы 12,8 ±1,042 и после полного восстановления 12,5 ± 0,98 недостоверно на уровне значимости 0,05, т. е. результаты до и после эксперимента можно считать одинаковыми.

Сравнивая средние значения ЧД при статической работе, мы получили следующие данные: так как рассчитанное значение уровня значимости равное 0,999994 больше 0,05, то различия результатов перед статической работы 12,0 ± 0,707 и после полного восстановления 12,125 ± 0,666 недостоверно на уровне значимости 0,05, т. е. результаты до и после эксперимента можно считать одинаковыми.

После выполнения задания у испытуемого наблюдался феномен статических усилий (или феномен Линдгарда-Верещагина): в момент выполнения работы уменьшается МОД, а после окончания работы наблюдается резкое повышение этих показателей. При статической работе содержание кислорода в альвеолах легких зависит от принятой позы: из-за ухудшения легочного кровотока и неравномерности вентиляции различных долей легких. При значительных усилиях наблюдается явление натуживания, которое представляет собой выдох при закрытой голосовой щели, в результате чего туловище получает хорошую механическую опору, а сила скелетных мышц увеличивается. Восстановление произошло до исходного уровня на 5 минуте.

Сравнивая средние значения МОД при работе максимальной мощности, мы получили следующие данные: так как рассчитанное значение уровня значимости равное 0,479498 больше 0,05, то различия результатов перед статической работы 10,25 ± 0,49 и после полного восстановления 10,5 ± 0,42 недостоверно на уровне значимости 0,05, т. е. результаты до и после эксперимента можно считать одинаковыми.

Сравнивая средние значения ЧД при работе максимальной мощности, мы получили следующие данные: так как рассчитанное значение уровня значимости равное 0,479498 больше 0,05, то различия результатов перед статической работы 12,25 ± 0,25 и после полного восстановления 11,89 ± 0,696 недостоверно на уровне значимости 0,05, т. е. результаты до и после эксперимента можно считать одинаковыми.

Сравнивая средние значения МОД при работе субмаксимальной мощности, мы получили следующие данные: так как рассчитанное значение уровня значимости равное 0,999994 больше 0,05, то различия результатов перед статической работы 10,0 ± 0,53 и после полного восстановления 10,1 ± 0,54 недостоверно на уровне значимости 0,05, т. е. результаты до и после эксперимента можно считать одинаковыми.

Сравнивая средние значения ЧД при работе субмаксимальной мощности, мы получили следующие данные: так как рассчитанное значение уровня значимости равное 0,999994 больше 0,05, то различия результатов перед статической работы 11,87 ± 0,69 и после полного восстановления 12,0 ± 0,65 недостоверно на уровне значимости 0,05, т. е. результаты до и после эксперимента можно считать одинаковыми.

Сравнивая средние значения МОД при работе умеренной мощности, мы получили следующие данные: так как рассчитанное значение уровня значимости равное 0,999994 больше 0,05, то различия результатов перед статической работы 11,42 ± 1,1 и после полного восстановления 11,5 ± 0,945 недостоверно на уровне значимости 0,05, т. е. результаты до и после эксперимента можно считать одинаковыми.

Сравнивая средние значения ЧД при работе умеренной мощности, мы получили следующие данные: так как рассчитанное значение уровня значимости равное 0,479498 больше 0,05, то различия результатов перед статической работы 12,625 ± 0,419 и после полного восстановления 12,25 ± 0,313 недостоверно на уровне значимости 0,05, т. е. результаты до и после эксперимента можно считать одинаковыми.

**Выводы**

. При обработке данных было выявлено, что результаты не достоверны на уровне значимости >0,05.

. Все показатели у испытуемых находятся в норме.

. Все показатели внешнего дыхания спортсмена зависят в известной степени от его спортивной специализации. Поэтому для установления функционального состояния спортсмена определенной спортивной специализации путем гипоксемической пробы его показатели внешнего дыхания следует сравнивать с его же показателями в другие тренировочные периоды или с соответствующими средними показателями у спортсменов той же спортивной специализации.

. Применение понятия совокупного различия между видами спорта как многопризнаковыми биологическими совокупностями дает возможность одновременно учитывать различия и сходства между спортивными специализациями по их влиянию на изучаемые показатели внешнего дыхания. Этим гарантируется объективная и комплексная оценка влияния тренировочных нагрузок на организм спортсмена.

. Тренировочные нагрузки, нацеленные на выработку выносливости, способствуют повышению экономичности легочной вентиляции. Компенсаторные механизмы организма у спортсменов, тренирующихся в основном на выносливость, развиты в большей степени, благодаря чему они приспосабливаются к длительной гипоксемии лучше, чем спортсмены, тренирующиеся главным образом на быстроту и ловкость.

. На основании изменений функции внешнего дыхания можно судить об уровня тренированности спортсмена. Состояние хорошей тренированности характеризуется высокой экономичностью легочной вентиляции, о чем свидетельствуют сравнительно малые значения МОД и высокие значения коэффициента использования кислорода.

**Список литературы**

1. Акопян, Н.С Биоэкономика внешнего дыхания.-2003.-№ 11.-58-61.

2. Гандельсман А.Б. Внешнее дыхание спортсменов: лекция для повышения квалификации/А.Б. Гандельсман; ГАОИФК им. П.Ф. Лесгафта.-Л., 1975.-26 с.

. Жмылевская В.В. Влияние физических факторов на параметры внешнего дыхания/В.В.Жмылевская // Лечебная Физ. Кул-ра и массаж.-2006.- № 10.-с15-17.

. Зациорский В.М. Биомеханические основы выносливости. М. Ф. и С..-1982 г. С. 178-185.

. Изаксон Х.А. Метод пневмотонометрии в комплексном изучении влияний физических упражнений на человека. Автореферат дис. Канд.мед наук /Изаксон Х.А.- Каушес, 1968. - 15 с.

. Кингисепп П-х.Г. О регуляции внешнего дыхания при мышечной работе постоянной и переменной интенсивности: Автореферат дис. Кандидата мед. Наук/ Кингисепп П-х. Г.; Тартуский Гос. Унив.- Тарту, 1973. - 35.: ил.

. Крестовников А.Н. Очерки по физиологии Физических упражнений/А.Н.Крестовников. - М.: ФиС, 1951. - 53 с.

. Куприс Ю.А. К вопросу мощности вдоха-выдоха: автореферат диссертация д-ра мед. наук/Ю.А. Куприс; мин-во высшего и среднего образования Литовской ССР, Каунасский мед. Инс-т.- Каунас, 1968.-51 с.:51 с.:ил.

. Куртев С.Г. Исследование кардиоресператорной системы у лиц занимающихся физической культурой и спортом: Учебное пособие для практ. занятий по курсу спорт. мед. - Омск: СибГАФК, 1997. - 52 с.

. Малкин В.Б. Физиологические эффекты произвольной задержки дыхания у детей и подростков/В.Б.Малкин // Физиология человека.- 1998.- Т. 24.- № 1.- с. 46-52.

. Михайлов, В.В. Дыхание спортсмена/ ВВМ. - М.: ФиС, 1983. - 103 с.: ил.-(наука спорту).

. Новикова Д.А. Сравнительные исследования аппарата внешнего дыхания у юных спортсменов и нетренирующихся школьников: автореферат дис./ А.А. Новикова, министерство здравоохранения ССР, Саратовский Гос. Мед. Институт.- Саратов, 1973.-17 с.

. Ольм Т.Э. о применении гипоксемических проб при определении функций внешнего дыхания, автореферат/ Т.Э. Ольм, Тартуский Гос. Ун-т.-Тарту,1968.-17 с.

. Опарина О.Н. Изменение показателей внешнего дыхания при адаптации к физическим нагрузкам. - 2003.-№ 3.-с56-57.

. Сафонов В.А. Нервная регуляция дыхания/В.А.Сафонов, Н.Н.Тарасова; научн. исслед. инс-т общ. Патологии и патофизиологии. Рос. Академ. Мед. Наук // Физиология человека.-2006.-Т.32.-№ 4.-с64-76.

. Сваншвили Р.А. Материалы по вопросу диагностических значений функциональных показателей внешнего дыхания спортсменов: автореферат диссертация кандидата мед. наук/Р.А.Сваншвили; Тбилисский Гос. мед. инс-т.- Тбилиси,1957.-19 с.

. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Возрастная: Учебник.- М.:Терра-Спорт, Олимпия Пресс, 2001.-520 с.,ил.

. Солопов И.Н. Восприятие и произведенный контроль основных параметров внешнего дыхания у человека: Моногр./ИНС: Волгоград: ВГАФК, 1998.-183 с.

. Тристан В.Г. Физиологические основы физической культуры и спорта: (учебное пособие)/ В.Г. Тристан, Ю.В. Корягина.- Омск: СибГАФК, 2001.-95 с.

. Урбонас, П.А. Динамика потребления кислорода при дозировании физических нагрузок и некоторые показатели внешнего дыхания у студентов спортсменов, автореферат диссертация кандидата биол.наук/ П.А. Урбонас; Вильнюсский Гос. Ун-т им. В. Капсукаса.- Вильнюс; 1972.-22 с.

. Шанлеутам Т.М. Изменение компонентов общей емкости легких в различных позах у человека: автореферат диссертация кандидата биол. Наук/Т.М. Шанлеутам; Институт физиологии им. И.П.Павлова.-Л., 1971.-25 с.

. Руководство к практическим занятиям по физиологии человека [Текст]: учеб. пособие для вузов физической культуры / под общ. ред. А.С. Солодкова; СПбГУФК им. П.Ф.Лесгафта.- М.: Советский спорт, 2006.-192 с.:ил.