

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
Институт естественных наук
Кафедра физиологии, клеточной биологии и биотехнологии

Руководство к практическим работам
по физиологии стресса
Учебно-методическое пособие



Ижевск
2023

УДК 612.766.1(075.8)

ББК 28.707.387я73

P851

Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом УдГУ

Рецензенты: канд. мед. наук, каф. мед. реабилитации и спортивной медицины ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» И.Р. Фатыхов;

директор фитнес клуба «RealFit», ст. преподаватель ЦФО «Реал-Фит», мастер спорта WRPF по жиму штанги лежа и становой тяге Р.С. Шафигуллин.

Составители: Мадера Е.А., Кожевников С.П.

P851 Руководство к практическим работам по физиологии стресса : учеб.-метод. пособие / сост. Е.А. Мадера, С.П. Кожевников. – Ижевск : Удмуртский университет, 2023. – 62 с.

ISBN 978-5-4312-1115-7

Руководство к практическим занятиям включает описание практических работ, позволяющих закрепить теоретические знания по дисциплинам «Спортивная физиология», «Спецпрактикум по физиологии», «Физиология адаптации» и выработать практические умения и навыки по определению функционального состояния различных физиологических систем организма под влиянием стресса вызванного физическими нагрузками. Каждая работа содержит краткое теоретическое обоснование, подробную методику выполнения, количественные нормативы, рекомендации по оформлению результатов.

Руководство предназначено для студентов направлений 06.03.01 Биология, 49.03.01 Физическая культура.

УДК 612.766.1(075.8)

ББК 28.707.387я73

ISBN 978-5-4312-1115-7 © Е.А. Мадера, С.П. Кожевников, сост., 2023
© ФГБОУ ВО «Удмуртский
государственный университет», 2023

ВВЕДЕНИЕ

Для изучения курсов «Спортивная физиология», «Физиология адаптации», «Спецпрактикум по физиологии» учебными планами направлений 06.03.01 Биология и 49.03.01 Физическая культура предусмотрены не только лекционные, но и практические занятия. Основная цель данных занятий заключается в том, чтобы закрепить изучение теоретического материала и выработать навыки физиологического эксперимента, необходимые студенту для выполнения выпускной квалификационной работы, а также для дальнейшей профессиональной деятельности.

К практическим занятиям студенты должны приступать только после того, как прослушают курс лекций по соответствующему разделу. Тем не менее, каждой работе, представленной в практикуме, предшествует теоретическое вступление, позволяющее студенту получить должную теоретическую подготовку для выполнения практической работы и понимания полученных результатов.

Для лучшего усвоения техники физиологического эксперимента и изучения различных физиологических явлений большинство работ выполняются студентами самостоятельно или в парах. Один студент выступает в роли испытуемого другой в роли экспериментатора. Исключение составляют групповые и демонстрационные работы. Выполнение предложенных работ создает необходимую базу для последующего изучения других дисциплин и позволяет приобрести опыт для проведения научных экспериментов.

Преподаватель в течение всего занятия следит за выполнением каждой работы, консультирует студентов, в конце занятия принимает работу. Работа считается выполненной после того, как студент получит правильный результат и даст его теоретическое обоснование.

Правила проведения работ с использованием биологических материалов

При выполнении работ по физиологии крови особенно важно соблюдать все правила гигиены и асептики. У каждого студента должен быть индивидуальный стерильный набор необходимого оборудования.

Инструкция по охране труда и технике безопасности при работе с кровью и другими биологическими жидкостями.

1. Общие требования охраны труда:

1.1. К самостоятельной работе, при которой возможен контакт с кровью и другими биологическими жидкостями, допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, обученные безопасным методам работы и прошедшие инструктаж в объеме данной инструкции.

1.2. При работе следует руководствоваться принципом, что весь биологический материал потенциально инфицирован.

1.3. При выполнении работ с кровью и другими биологическими жидкостями возможны механические повреждения кожи (порезы кистей рук при открывании бутылок, флаконов, пробирок с кровью или сывороткой):

1.4. Работу необходимо выполнять в средствах индивидуальной защиты, предусмотренных санитарными нормами: халат х/б, медицинские перчатки, надетые поверх рукавов медицинского халата.

1.5. В кабинете, где возможен контакт с биологическими жидкостями пациентов, должна быть аварийная аптечка "Анти-СПИД", в состав которой входят:

- 70 % этиловый спирт, ватно-марлевые тампоны;
- 0,05 % раствор марганцовокислого калия или навеска препарата в сухом виде с необходимым количеством дистиллированной воды для приготовления раствора;
- 5 % спиртовой раствор йода;
- бактерицидный пластырь;
- глазные пипетки, одноразовый шприц;
- перевязочный материал.

2. Требования охраны труда перед началом работы

2.1. Надеть и привести в порядок рабочую одежду: халат х/б, застегнуть манжеты и полы халата, подобрать волосы.

2.2. Подготовить и проверить средства индивидуальной защиты.

2.3. Повреждения кожи на руках, если таковые имеются, заклеить пластырем или надеть напальчники.

2.5. К проведению инвазивных процедур не допускается персонал в случае:

- обширных повреждений кожного покрова;
- экссудативных повреждений кожи;
- мокнувшего дерматита.

3. Требования охраны труда во время работы

3.1. Неукоснительно соблюдать меры индивидуальной защиты, особенно при проведении инвазивных процедур, сопровождающихся загрязнением рук кровью и другими биологическими жидкостями:

– работать в резиновых перчатках, при повышенной опасности заражения – в двух парах перчаток;

– осторожно обращаться с острым медицинским инструментарием;

– после дезинфекции использованные одноразовые острые инструменты утилизировать в твердых контейнерах;

– после снятия перчаток замочить их в дезрастворе на 1 час, руки вымыть с мылом и вытереть индивидуальным полотенцем;

– снимать перчатки осторожно, чтобы не загрязнить руки;

– резиновые перчатки, снятые единой рукой, повторно не использовать из-за возможности загрязнения рук.

3.2. Для предохранения себя от инфицирования через кожу и слизистые оболочки соблюдать следующие правила:

– избегать притирающих движений при пользовании бумажным полотенцем, т. к. при этом повреждается поверхностный эпителий;

– применять спиртовые дезинфекционные растворы для рук; дезинфекцию рук никогда не следует предпочитать использованию одноразовых перчаток; руки необходимо мыть водой с мылом, каждый раз после снятия защитных перчаток;

- после любой процедуры необходимо двукратно тщательно мыть руки в проточной воде с мылом;

- руки следует вытирать только индивидуальным полотенцем, сменяемым ежедневно, или салфетками одноразового использования;

- избегать частой обработки рук раздражающими кожу дезинфектантами, не пользоваться жесткими щетками;

- никогда не принимать пищу на рабочем месте, где может оказаться кровь или отделяемое пациента;

- сделать прививку против гепатита В;

- для защиты слизистых оболочек ротовой полости и носа применять 4-х-слойную марлевую маску. Маска должна плотно прилегать к лицу;

- надевать халат или фартук либо и халат, и фартук, чтобы обеспечить надежную защиту от попадания на участки тела биологических жидкостей. Защитная одежда должна закрывать кожу и одежду персонала, не пропускать жидкость, поддерживать кожу и одежду в сухом состоянии.

Передать большую заразную дозу через одежду практически невозможно.

3.3. Использовать барьерные средства защиты необходимо не только при работе с инфицированным биологическим материалом, любой биологический материал считается потенциально опасным в отношении инфекционных заболеваний.

3.4. В лаборатории при работе с кровью, сывороткой или другими биологическими жидкостями запрещается:

- пипетировать ртом, следует пользоваться резиновой грушей;

- переливать кровь, сыворотку через край пробирки;

- использовать для маркировки пробирок этикетки из лейкопластыря. Пробирки следует маркировать карандашом по стеклу.

3.5. При центрифугировании исследуемого материала центрифуга обязательно должна быть закрыта крышкой до полной остановки ротора.

3.6. Разборку, мойку и прополаскивание медицинского инструментария, соприкасавшегося с кровью или сывороткой, нужно прово-

дить после предварительной дезинфекции. Работу осуществлять в резиновых перчатках.

3.7. Предметы одноразового пользования: шприцы, перевязочный материал, перчатки, маски после использования должны подвергаться дезинфекции с последующей утилизацией.

4. Требования охраны труда в аварийных ситуациях.

4.1. К аварийным ситуациям относятся:

- разрыв перчаток;
- проколы и порезы колющими и режущими инструментами;
- попадание крови и других биологических жидкостей на слизистые оболочки и кожные покровы;
- разбрызгивание крови и др.

4.2. К манипуляциям, которые могут привести к аварийной ситуации, в частности, относятся:

- инвазивные процедуры;
- соприкосновение со слизистыми оболочками (целыми и поврежденными);
- соприкосновение с поврежденной кожей пациентов;
- контакт с поверхностями, загрязненными кровью или другими биологическими жидкостями.

4.3. При загрязнении рук кровью и другими биологическими жидкостями следует тщательно протереть их тампоном, смоченным кожным антисептиком, после чего вымыть проточной водой с мылом.

При загрязнении рук, защищенных перчатками, – перчатки обработать салфеткой, затем вымыть проточной водой, снять перчатки рабочей поверхностью внутрь, вымыть руки и обработать их кожным антисептиком.

4.4. При загрязнении рук кровью, биологическими жидкостями следует немедленно обработать их в течение не менее 30 секунд тампоном, смоченным кожным антисептиком, вымыть их двукратно водой с мылом и насухо вытереть чистым полотенцем (салфеткой).

4.5. Если контакт с кровью, другими биологическими жидкостями или биоматериалами сопровождается нарушением целостности кожи (уколом, порезом), то необходимо предпринять следующие меры:

- вымыть руки, не снимая перчаток, проточной водой с мылом;
- снять перчатки рабочей поверхностью внутрь и сбросить их в дезраствор;
- выдавить кровь из раны;
- вымыть руки с мылом;
- обработать рану 70 % спиртом, затем кожу вокруг раны 5 % спиртовым раствором йода;
- на рану наложить бактерицидный пластырь, надеть напальчник, а при необходимости продолжать работу – надеть новые резиновые перчатки.

4.6. При попадании крови или жидкостей на слизистую носа – закапать 0,05 % раствор марганцовокислого калия, рот и горло немедленно прополоскать 70 % спиртом или 0,05 % раствором марганцовокислого калия.

4.7. При попадании биологических жидкостей в глаза следует немедленно промыть их проточной водой, затем промыть их раствором марганцовокислого калия при помощи одноразового шприца в соотношении 1:10000.

Раствор готовят из навески 0,01 г марганцовокислого калия и 100 мл дистиллированной воды, до полного растворения кристаллов (3 мин.).

4.8. При попадании биологического материала на халат, одежду предпринять следующее:

- одежду снять и замочить в одном из дезрастворов;
- кожу рук и других участков тела при их загрязнении, через одежду, после снятия одежды, протереть 70 % раствором этилового спирта;
- поверхность промыть водой с мылом и повторно протереть спиртом;
- загрязненную обувь двукратно протереть тампоном, смоченным в растворе одного из дезинфекционных средств.

4.9. При попадании инфицированного материала на поверхности стен, пола, оборудования – протереть их 6 %-ной перекисью водо-

рода 3 % хлорамином или др. рекомендованными дезсредствами, двукратно с интервалом в 15 минут.

5. Требования охраны труда по окончании работы

5.1. Разовые шприцы и инструменты после использования поместить в непротекаемый контейнер.

5.2. Острые предметы, подлежащие повторному использованию, поместить в прочную емкость для обработки.

5.3. Использованные иглы не ломать вручную, не сгибать, не одевать повторно колпачки.

5.4. Загрязненные кровью перчатки обработать тампоном с дезраствором, снять и погрузить их в емкость с дезраствором на 60 минут (3 % раствор хлорамина или 6 % раствор перекиси водорода с 0,06% НГК) или кипятить в дистиллированной воде 30 минут.

5.5. Поверхности рабочих столов обработать в конце рабочего дня дезинфицирующими средствами, обладающими вирулоцидным действием.

Для составления данной инструкции использованы инструкции по охране труда при работе с кровью и другими биологическими жидкостями Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 декабря 2020 г. № 928н.

Работа 1. Определение уровня аэробной производительности при помощи теста PWC 170.

Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) в 1968 г. для определения физической работоспособности человека рекомендована проба Physical Working Capacity (PWC), разработанная в Каролинском университете в Стокгольме Шестрандом в 50-х годах XX в. Эта проба обозначается ВОЗ как PWC 170.

Физическая работоспособность в пробе PWC170 выражается в величинах той мощности физической нагрузки, при которой ЧСС достигает величины 170 уд/мин. Выбор именно этого значения ЧСС основан на следующих двух положениях.

Первое положение заключается в том, что зона адекватного функционирования кардиореспираторной системы с физиологической точки зрения ограничивается диапазоном изменения ЧСС от 100–110 до 170–180 уд/мин., следовательно, с помощью этой пробы можно установить ту интенсивность физической нагрузки, которая «выводит» деятельность сердечно-сосудистой системы, а вместе с ней и всей кардиореспираторной системы, в область оптимального функционирования.

Второе положение базируется на том, что взаимосвязь между ЧСС и мощностью выполняемой физической нагрузки имеет линейный характер у большинства здоровых людей вплоть до ЧСС, равной 170 уд/мин. При более высокой ЧСС линейный характер зависимости между ЧСС и мощностью физической нагрузки нарушается.

Цель работы: Определить физическую работоспособность испытуемых. Оценить характер изменений лактата и глюкозы в крови до и после проведения теста.

Необходимое оборудование: Велоэргометр, сфигмоманометр, фонендоскоп, спирограф («Спиро-2-25»), секундомеры, ритмокардиосигнализатор, спирт, вата, раствор аммиака приборы Аккутренд, Op Call Plus, тестовые полоски для определения со-

держания глюкозы, лактата, ланцеты одноразовые Anti-Lance, салфетки спиртовые, емкость для утилизации отходов.

Ход работы:

1. Выполнение теста начинается с определения ЧСС испытуемого (уд/мин).
2. Находим величину первой нагрузки N_1 в $\text{кг}\cdot\text{м}/\text{мин}$. Для этого ЧСС умножаем на коэффициент (К) (Таб. 1):

Таблица 1.

Коэффициенты для расчёта величины первой нагрузки

Пulsь в по- кое	Коэф-т (К)		Пulsь в покое	Коэф-т (К)	
	муж	жен		муж	жен
90	2	1,5	70	6	3,5
85	3	2	65	7	4
80	4	2,5	60	8	4,5
75	5	3	55	9	5
			50	10	5,5

3. Переводим $\text{кг}\cdot\text{м}/\text{мин}$ в Ватты (Вт), делим N_1 на 6 = $N_1(\text{Вт})$.
4. Устанавливаем на шкале велоэргометра нагрузку N_1 , выраженную в Вт.
5. Испытуемый выполняет работу заданной мощности в течение 4 минут. Частота вращений 60-70 об/мин.
6. В первые 10 сек. 5-ой минуты считаем ЧСС1 = f_1 .
7. Рассчитываем, на сколько необходимо увеличить нагрузку, чтобы пульс приблизился к 170 уд/мин. $170 - \text{ЧСС1} = A$
8. Составляем пропорцию, исходя из того, что при увеличении нагрузки на $100 \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{мин}$, пульс увеличивается в среднем на 10 ударов:
 $100 \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{мин} - 10 \text{ уд}/\text{мин};$
 $X \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{мин} - A \text{ уд}/\text{мин};$

$X = 100 \cdot A / 10 = A \cdot 10$ кг*м/мин – именно на эту величину необходимо увеличить нагрузку (относительно первой N1, чтобы пульс приблизился к 170 уд/мин).

9. Рассчитываем мощность второй нагрузки N2:

$N2 = N1 + X = \text{кг} \cdot \text{м} / \text{мин}$. Далее, переводим кг*м/мин в Ватты (Вт), делим N2 кг*м/мин на 6.

10. Устанавливаем на велоэргометре N2 в Ваттах.

11. Работаем 4 мин., в первые 10 сек. 5-ой мин. Измеряем пульс ЧСС2 = f2.

12. Расчет работоспособности по данному тесту проводят по формуле:

$$\text{PWC } 170 = N1 + [(N2 - N1) \cdot (170 - f1 / f2 - f1)] = \text{кг} \cdot \text{м} / \text{мин}$$

$$\text{Max. VO2} = 1.7 \cdot \text{PWC} 170 + 1240 =$$

$$\text{МПК} = \text{Max. VO2} / \text{вес тела}$$

Сразу после окончания работы определяется глюкоза и молочную кислоту на приборах Аккутренд и On Call Plus.

При выполнении данного теста первую нагрузку можно считать, основываясь на весе испытуемого.

1. Мощность первой нагрузки (N1) подбирается по таблице 2 в зависимости от массы тела обследуемого с таким расчетом, чтобы в конце 5-й минуты пульс (f1) достигал 110–115 уд/мин.

2. Мощность второй (N2) нагрузки определяется по таблице 3 в зависимости от величины N1. Если величина N2 правильно подобрана, то в конце пятой минуты пульс (f2) должен составить 135–150 уд/мин.

Для точности определения N2 можно воспользоваться формулой:

$$N2 = N1 \cdot [1 + (170 - f1) / (f1 - 60)],$$

где N1 – мощность первой нагрузки, N2 – мощность второй нагрузки, f1 – ЧСС в конце первой нагрузки, f2 – ЧСС в конце второй нагрузки.

Таблица 2.

Мощность первой нагрузки, рекомендуемая испытуемым
различного веса (по Белоцерковскому)

Вес тела в кг	59	60– 64	65– 69	70– 74	75– 79	80
Мощность пер- вой нагрузки, кгм/мин (N1)	300	400	500	600	700	800

Таблица 3.

Ориентировочные значения мощности второй нагрузки
(в кгм / мин), рекомендуемые при определении PWC170

Мощность пер- вой нагрузки, кгм/мин	Мощность N2, кгм/мин				
	ЧСС N1, уд/мин				
	80–89	90–99	100–109	110–119	120–129
400	1100	1000	900	800	700
500	1200	1100	1000	900	800
600	1300	1200	1100	1000	900
700	1400	1300	1200	1100	1000
800	1500	1400	1300	1200	1100

Однако величину PWC170 можно определить и другими способами:

1. Графический метод определения PWC170

Для использования этого метода достаточно определить ЧСС после 2 нагрузочных проб разной мощности. При этом мощность работы может быть задана произвольно.

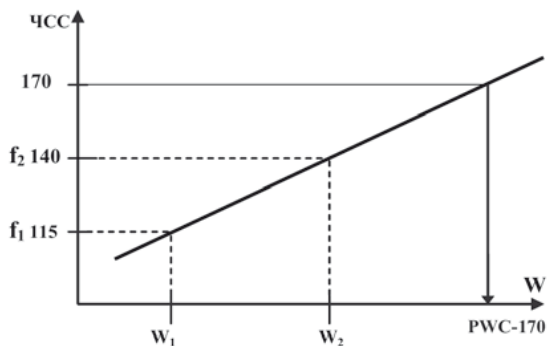


Рис. 1 Графический способ определения PWC170

Поскольку взаимосвязь между ЧСС и мощностью выполняемой физической нагрузки (до ЧСС 170 уд. / мин.) имеет линейный характер можно построить прямую и путем экстраполяции определить ЧСС, мощность работы и рассчитать МПК (рис. 1).

2. Определение PWC170 по формуле Л. В. Карпмана.

$$PWC170 = (W2-W1) * 170 - f1 / f2 - f1$$

где f1 – ЧСС при 1-й нагрузке; f2 – ЧСС при 2-й нагрузке; W1 – мощность 1-й нагрузки, кгм/мин; W2 – мощность 2-й нагрузки, кгм/мин.

Средняя величина PWC170 у нетренированных:

мужчин – 700–1100 кгм,

женщин – 450–750 кгм.

3. Определение PWC170 по методу Астранда.

В его основе лежит линейная зависимость между ЧСС и величиной потребления кислорода. Для проведения теста необходим велоэргометр. Тест начинается с 3-минутной разминки, в течение которой мощность нагрузки постепенно повышается до 200–250 Вт в зависимости от подготовленности спортсмена. Затем выполняется разовая непрерывная субмаксимальная работа продолжительностью

6 мин., в конце которой измеряется ЧСС. К концу теста ЧСС должна установиться на одном постоянном уровне. Рекомендуется подбирать такую мощность нагрузки, при которой ЧСС будет находиться в пределах 140–160 уд./мин. Частота педалирования – 60 об./мин. Расчет МПК проводят по специальной номограмме Астранда (рис. 2).

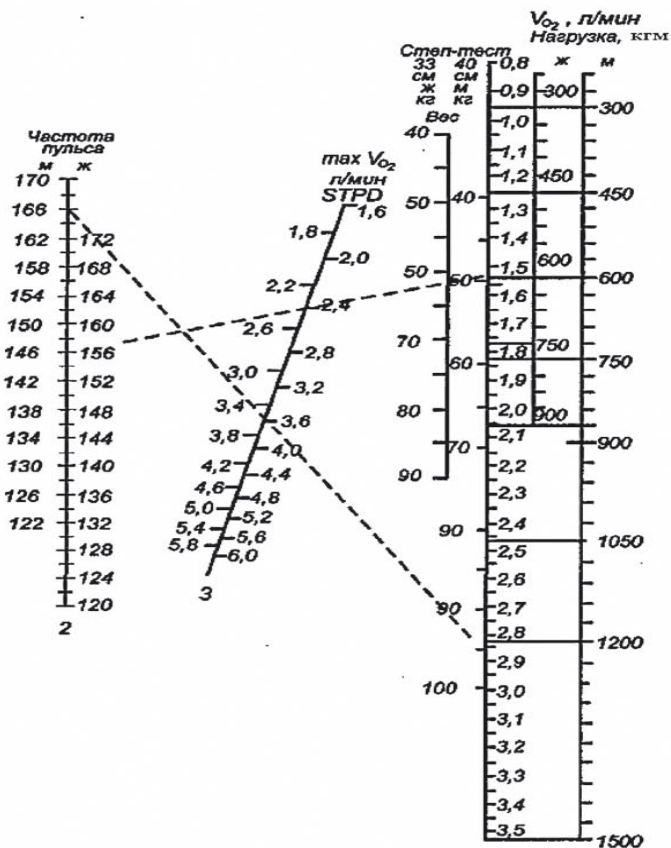


Рис. 2 Номограмма Астранда для непрямого определения МПК

Найденная с помощью номограммы величина МПК корректируется путем умножения на «возрастной фактор» (таб. 4).

Таблица 4.

Возрастные поправочные коэффициенты
к величинам МПК, определенным по номограмме Астранда.

Возраст, лет	15	25	35	40	45	50	55	60	85
Фактор	1,10	1,0	0,87	0,83	0,78	0,75	0,71	0,68	0,65

На рисунке 2 представлена номограмма Астранда, на которой в качестве примера пунктиром представлен результат субмаксимального нагрузочного теста на велоэргометре 25-летнего спортсмена весом 70 кг, выполнившего постоянную нагрузку 200 Вт (1200 кгм). На 6-й минуте работы его ЧСС составляет 166 уд / мин. Согласно номограмме Астранда (пересечение линии, соединяющей ЧСС и мощность нагрузки в кгм) его МПК составляет 3,6 л/мин при возрастном поправочном коэффициенте равном 1.

Таблица 5.

Критерии оценки физической работоспособности
по результатам теста PWC 170

Вес тела (кг)	Оценка физической работоспособности				
	Низкая	Ниже средней	Средняя	Выше средней	Высокая
Значение для тренирующихся «на выносливость»					
60-69	Ниже 1200	1200- 1400	1401-1800	1801- 2000	>2000
70-79	Ниже 1400	1401- 1600	1601-2000	1201- 2200	>2200
80-89	Ниже 1550	1551- 1750	1751-2150	2151- 2350	>2350
Значение для занимающихся игровыми видами спорта					
60-69	Ниже 1000	1001- 1200	1201-1600	1601- 1800	>1800
70-79	Ниже 1150	1150- 1350	1351-1750	1751- 1950	>1950

80-89	Ниже 1300	1300- 1500	1501-1900	901-2100	>2100
Значение для занимающихся скоростно-силовыми и сложно- координационными видами спорта					
60-69	Ниже 700	701-900	901-1300	1301- 1500	>1500
70-79	Ниже 800	801-1000	1001-1400	1401- 1600	>1600
80-89	Ниже 900	901-1100	1101-1500	1501- 1700	>1700

Чем больше значение PWC 170, тем большую физическую работу может выполнить человек при адекватном кровоснабжении органов и тканей, тем выше его физическая работоспособность. Уровень физической работоспособности определяется, прежде всего, производительностью сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Чем эффективнее работа систем кровообращения, чем шире функциональные возможности вегетативных систем организма в обеспечении мышечных нагрузок, тем больше величина PWC 170. Абсолютные значения PWC 170 находятся в прямой зависимости и от размеров тела. Поэтому для учета индивидуальных различий в весе определяют относительные величины PWC 170, рассчитанные на 1 кг веса тела. С увеличением веса тела эти относительные величины имеют тенденцию к уменьшению.

Работа 2. Определение величины максимального потребления кислорода (МПК), при помощи Гарвардского степ-теста.

МПК – это количество кислорода, которое организм способен усвоить (потребить) в единицу времени. Так как потребление кислорода пропорционально расходам энергии, измеряя потребление кислорода, мы неявно измеряем максимальную способность данного человека к выполнению аэробной работы. Чем больше организм способен усвоить кислорода, тем больше у него вырабатывается энергии, которая расходуется как на поддержание внутренних потребностей организма, так и на совершение внешней работы. Именно количество кислорода, усваиваемого организмом в единицу времени, является фактором, лимитирующим нашу работоспособность и определяющим уровень физического здоровья человека.

Величина максимального потребления кислорода (МПК) зависит главным образом от состояния систем дыхания и кровообращения. Поэтому Всемирная организация здравоохранения признала МПК наиболее объективным и информативным показателем функционального состояния кардиореспираторной системы.

Величина максимального потребления кислорода изменяется с возрастом и неодинакова у лиц разного пола. Наиболее объективным показателем работоспособности человека является величина относительного МПК (МПК/кг). Для ее определения делят величину МПК, полученную в эксперименте, на массу тела испытуемого (в кг).

В таблице 6 приведены критерии условной оценки работоспособности человека.

Таблица 6.

Критерии работоспособности человека

МПК/кг		Оценка
Мужчины	Женщины	
55 – 60	45 - 50	Отлично
50 - 54	40 - 44	Хорошо
45 - 49	35 – 39	Удовлетворительно
44 и ниже	34 и ниже	Неудовлетворительно

Цель работы: определить величину максимального потребления кислорода.

Необходимое оборудование: весы, секундомер, препятствие высотой 40-45 см.

Ход работы: испытуемый по сигналу экспериментатора начинает работу (рис. 3), которая осуществляется со скоростью 80 шагов в минуту (20 циклов). Время работы контролируется по секундомеру.

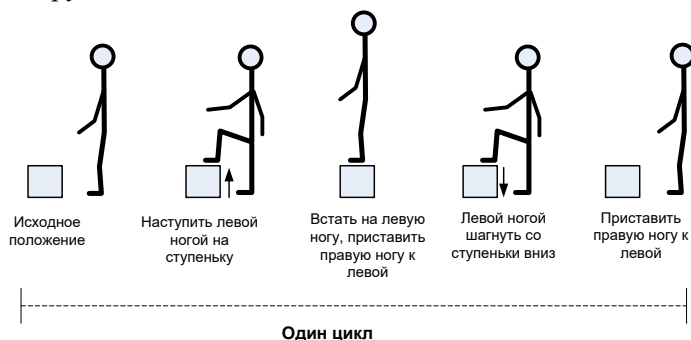


Рис. 3 Последовательность движений при определении мощности работы в степ-тесте.

В конце 3-й мин экспериментатор останавливает испытуемого и подсчитывает у него пульс за 10 сек. Если он оказался ниже 130 ударов в минуту, то темп работы необходимо увеличить на 4-5 циклов в мин. Если же пульс выше 150 уд / мин, то количество циклов следует уменьшить.

После этой пробы работа в степ-тесте продолжается. На 5-й мин точно подсчитывается количество циклов и пульс за 10 с.

Следите за тем, чтобы испытуемый совершал строго вертикальный спуск и не менее 2 раз менял опорную ногу.

Зная массу тела испытуемого, высоту скамейки и количество циклов в 1 мин, рассчитывают мощность работы по формуле:

$$N = P \cdot h \cdot n \cdot 1,5 ,$$

где N – мощность работы (кг/м² *мин), P – масса тела (кг), h – высота ступеньки (м), n- количество циклов, 1,5 – коэффициент.

Величина МПК рассчитывается по формуле Добельна, которая учитывает мощность работы, пульс в устойчивом состоянии на 5-й мин работы и возраст испытуемого:

$$\text{МПК} = 1.29 * \sqrt{N / (H - 60)} * K$$

где N – мощность работы (кг.м/мин); H – пульс за 1 мин; K – возрастной коэффициент (таблица 7).

Таблица 7.

Таблица возрастных коэффициентов

Возраст	Возрастной коэффициент, K	Возраст	Возрастной коэффициент, K
18	0,853	22	0,823
19	0,846	23	0,817
20	0,839	24	0,809
21	0,831	25	0,799

Полученные данные занесите в таблицу 8.

Таблица 8

Показатели физиологического развития и максимального потребления кислорода

Ф.И.О.	Пол	Возраст	Масса тела	МПК, мл/мин	МПК /кг, мл/кг*мин

Для оценки эффективности тренировочного процесса и изменении аэробной производительности можно построить график зависимости ЧСС от МПК или мощности работы (рис. 4).

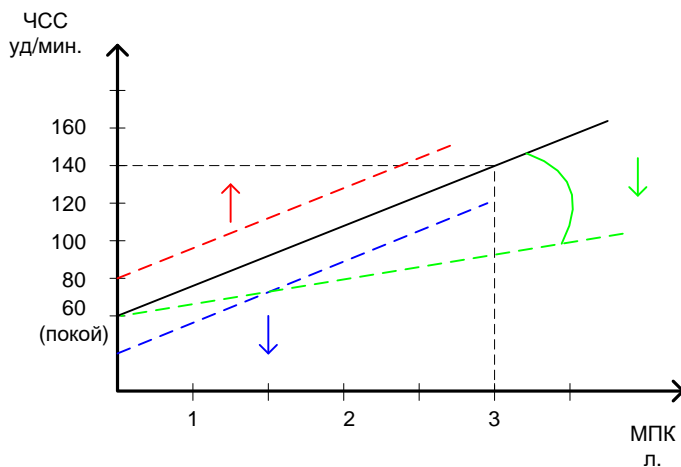


Рис. 4. График зависимости ЧСС от МПК или мощности работы.

При смещении линии зависимости ЧСС/МПК, в ходе тренировочного процесса вверх, работоспособность снижается (ухудшается).

При смещении линии данной зависимости вниз, работоспособность увеличивается.

При изменении угла наклона данной линии вниз (угол становится более острым), можно сделать вывод о меньшем закислении мышц во время работы и улучшении аэробной выносливости.

Работа 3. Оценка силовой выносливости мышц.

Силовая выносливость – способность реализовывать большие импульсы силы в течение необходимого периода нагрузки при незначительной разнице между максимально возможным и реализованным импульсом силы. Или, иными словами, это способность противостоять утомлению при работе почти максимальной мощности длительностью до 3-4 минут, выполняемой преимущественно за счет анаэробно-гликолитического энергообеспечения.

Силовая выносливость проявляется только в случае с большими весами и значительными по силе сокращениями мышц. Если же веса небольшие, и мышцы сокращаются далеко не в полную мощность, то правильнее уже говорить об общей выносливости.

Цель работы: *Оценить изменение лактата и глюкозы в ответ на тестовую нагрузку.*

Необходимое оборудование: *Сфигмоманометр, фонендоскоп, спирограф («Спиро-2-25»), секундомеры, ритмокардиосигнализатор, спирт, вата, раствор аммиака приборы Аккутренд, On Call Plus, тестовые полоски для определения содержания глюкозы и лактата, ланцеты одноразовые Anti-Lance, салфетки спиртовые, емкость для утилизации отходов.*

Ход работы: оценка силовой выносливости начинается с определения максимальной силы интересующей мышечной группы. Для сгибателей или разгибателей рук это можно сделать при помощи упражнений со штангой (жим лежа на спине или подтягивание штанги лежа на животе). В ходе упражнения определяется максимальный вес, который может поднять или подтянуть испытуемый.

Определив максимальный вес его необходимо снизить до 80% от максимума. Далее упражнение с данным весом выполняется максимально возможное количество раз (до отказа). Чем большее количество раз человек может выполнить упражнение с весом в 80% от максимального, тем выше его силовая выносливость.

При выполнении упражнения важно обращать внимание на время, оно не должно превышать 1 мин. Более продолжительные

упражнения могут привести к сильному закислению мышц и потере работоспособности. Кроме того, необходимо следить за количеством повторений, если испытуемый способен поднять предложенный вес более 20-25 раз, то максимальный вес определен неправильно и его нужно увеличить.

Сразу после окончания работы определяется глюкоза и молочную кислоту на приборах Аккутренд и On Call Plus .

Таблица 9.

Критерии силовой выносливости

Оценка	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Количество повторений	5-6	7-8	10 и более

Работа 4. Физиологическая и биохимическая характеристика работы в зоне умеренной мощности.

Данный тип физической работы продолжается от 30-40 минут до 1 часа и более. Сюда относятся: легкоатлетический бег на 20, 25, 30, 42 км, спортивная ходьба на 10, 20, 30, 50 км, велогонки на 50, 100, 200 км, бег на коньках на 15, 30, 50 км.

Характерной особенностью зоны умеренной мощности является наличие устойчивого состояния, описанного А. Хилом. Под устойчивым состоянием понимается равенство кислородного запаса и потребления кислорода в единицу времени. Лишь в начале работы кислородный запрос несколько превышает потребление кислорода, а через несколько минут работы его потребление соответствует уровню запаса. Кислородный долг составляет до 4,0 литров,

***Цель работы:** Освоить проведение комплексного физиологического эксперимента. Провести анализ физиологических и биохимических сдвигов при физической нагрузке в зоне умеренной мощности.*

***Необходимое оборудование:** Велоэргометр, сфигмоманометр, фонендоскоп, спирограф («Спиро-2-25»), секундомеры, ритмокардиосигнализатор, спирт, вата, раствор аммиака приборы Аккутренд, Op Call Plus, тестовые полоски для определения содержания глюкозы, лактата, ланцеты одноразовые Anti-Lance, салфетки спиртовые, емкость для утилизации отходов*

***Ход работы:** Исследования проводятся бригадным способом. В работе участвуют не менее 9 человек. 1 человек – исследуемый, 1 человек – ведущий хронометрист, 3 человека – регистрация частоты сердечных сокращений (ЧСС) и индекса восстановления сердца, 2 человека – регистрация частоты дыхания (ЧД) и дыхательного объема (ДО), 2 человека – регистрация артериального кровяного давления (АКД). Рассчитывается величина систолического объема (СО), минутного объема крови (МОК), минутный объем дыхания (МОД).*

Продолжительность исследования 30 мин. Из них первые 5 минут испытуемый сидит на велоэргометре (мышечный покой).

В конце каждой минуты, фиксируются показатели ЧСС, ЧД, ДО, АКД, рассчитывается СО, МОК, МОД. В состоянии покоя определяется уровень глюкозы и молочной кислоты на приборах Акку-тренд и On Call Plus,

Далее испытуемый в течение 20 мин выполняет работу на велоэргометре с заданной мощностью. В ходе работы через каждые 2 мин. регистрируются и рассчитываются аналогичные показатели. На 5-ой, 10-ой и 15-ой минутах работы проводится определение глюкозы и молочной кислоты на приборе Аккутренд.

Затем следует восстановительный период (испытуемый сидит на велоэргометре). В конце каждой минуты также фиксируются и рассчитываются исследуемые показатели. Кроме того, на 10, 30-40 и 60-70 сек. после окончания работы фиксируются показатели ЧСС для расчёта индекса восстановления сердца (ИВС). Сразу после окончания работы и на пятой минуте восстановления определяется глюкоза и молочная кислота на приборах Аккутренд и On Call Plus .

Расчёт мощности нагрузки (W):

Мощность нагрузки устанавливается из расчета 1,5-2 Ватта на килограмм веса испытуемого.

Расчёт СО, МОД, МОК, ИВС:

МОД= ЧД*ДО

СО= [(101 +0,5*ПД) - (0,6*ДД)] - 0,6А,

МОК= СО*ЧСС

ИВС= (P1-P3)/P2

P₁ – пульс на 10 сек., P₂ – на 30-40 сек P₃ – на 60-70 сек.

Анализ результатов и выводы:

1. Полученные данные фиксируются в таблице 10. На их основании строятся графики и описывается динамика регистрируемых показателей.
2. Обсуждается устойчивость разных физиологических сдвигов: ЧСС, АКД, МОД, ДО, ЧД и т. д.
3. Анализируются другие признаки истинного устойчивого состояния. Умеренность сдвигов.
4. Дается характеристика процессов восстановления.

Протокол исследования №1.

Таблица 10.

Испытуемый....., вид спорта.....,
 разряд....., возраст..., вес..., мощность нагрузки...

	мин	ЧСС уд/мин	СО мл	МОК мл/мин	ЧД раз/мин	ДО мл	МОД л/мин	САД мм.рт.ст.	ДАД мм.рт.ст.
Покой	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
Работа	2								
	4								
	6								
	8								
	10								
	12								
	14								
	16								
	18								
20									
Вост-ие	1								
	2								
	3								
	4								
	5								

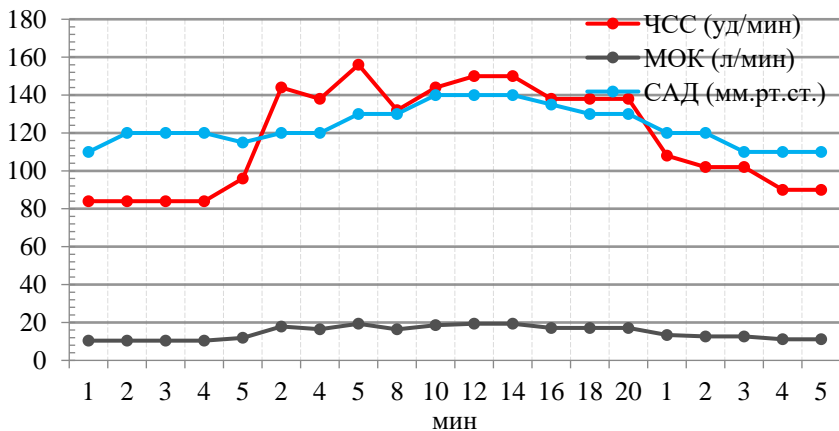


Рис. 5. Изменение минутного объема крови (МОК), артериального давления (САД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) при работе в зоне умеренной мощности.

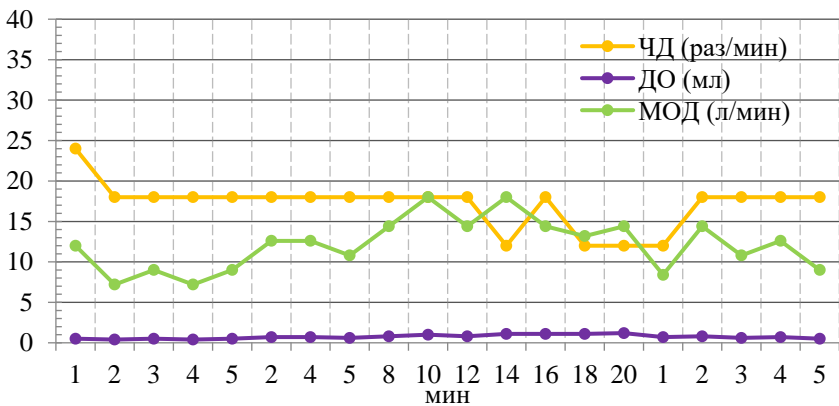


Рис. 6. Изменение минутного объема дыхания (МОД), частоты дыхания (ЧД) и дыхательного объема (ДО) при работе в зоне умеренной мощности.

Работа 5. Физиологическая и биохимическая характеристика работы в зоне большой мощности.

Временные границы работы большой интенсивности находятся между 5-6 и 30-40 минутами. В этих пределах выполняются легкоатлетический бег на 3, 5, 10 км, плавание на 300, 1500 м, лыжные гонки на 5-10 км. Значительная длительность и высокая интенсивность работы большой мощности обеспечивают полное развертывание функций сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Показатели легочной вентиляции достигают 120-140 л/мин. Величина кислородного запроса при выполнении работы большой мощности намного превышает возможности сердечно-сосудистой системы в транспортировке кислорода к работающим органам. Потребление кислорода составляет примерно 5 / 6 от кислородного запроса. По абсолютному количеству потребление кислорода достигает своих максимально возможных значений – 21 кислородного потолка. Вследствие этого, большая часть (до 85-90 %) энергетических трат покрывается за счет аэробных обменных процессов. Величина кислородного долга после работы составляет 10-15 % от суммарного кислородного запроса, т. е. 12-15 литров.

***Цель работы:** Провести анализ физиологических и биохимических сдвигов при работе в зоне большой мощности. Показать, относится ли выбранная нагрузка к зоне большой мощности.*

***Необходимое оборудование:** Велоэргометр, сфигмоманометр, фонендоскоп, спирограф («Спиро-2-25»), секундомеры, ритмокардиосигнализатор, спирт, вата, раствор аммиака приборы Аккутренд, Op Call Plus, тестовые полоски для определения содержания глюкозы, лактата, ланцеты одноразовые Anti-Lance, салфетки спиртовые, емкость для утилизации отходов*

***Ход работы:** Исследования проводятся так же, как и в предыдущей работе. После 5-ти минутного обследования в покое, испытуемый педалирует с заданной мощностью до отказа. Поскольку при данной работе утомление развивается относительно медленно, момент окончания работы приурочивается к окончанию*

очередной минуты исследования, когда испытуемый уже не в состоянии поддерживать заданную мощность. Регистрация показателей в восстановительном периоде осуществляется в течение 5 минут.

Мощность нагрузки устанавливается из расчета 2,5-3 Ватта на килограмм веса испытуемого. Длительность работы при такой мощности составляет более 7-8 мин, но не более 15-20 мин.

В состоянии покоя, на каждой пятой минуте нагрузки и через 5 минут восстановления определяется уровень глюкозы и молочной кислоты на приборах Аккутренд и On Call Plus

Примечание:

1. При проведении исследования необходимо обратить внимание на возникновение шокового состояния при восстановлении.

2. Испытуемый должен быть действующим спортсменом.

Анализ результатов и выводы:

1. Полученные результаты фиксируются в таблице 11. На основании полученных данных строятся графики и описывается их динамика.

2. Анализируется длительность работы, вероятность достижения спортсменом его истинного предела.

3. Обсуждается главный физиологический признак зоны большой мощности.

4. Обсуждается околомаксимальный характер показателей ЧСС, АКД, МОД, ЧД, зарегистрированных в конце работы.

5. Делается вывод о принадлежности данной работы к той или иной зоне мощности.

Протокол исследования № 2.

Таблица 11.

Испытуемый....., вид спорта.....,
 разряд....., возраст..., вес..., мощность нагрузки...

	мин	ЧСС уд/мин	СО мл	МОК мл/мин	ЧД раз/мин	ДО мл	МОД л/мин	САД мм.рт.ст.	ДАД мм.рт.ст.
Покой	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
Работа	2								
	4								
	6								
	8								
	10								
Вост-ие	1								
	2								
	3								
	4								
	5								

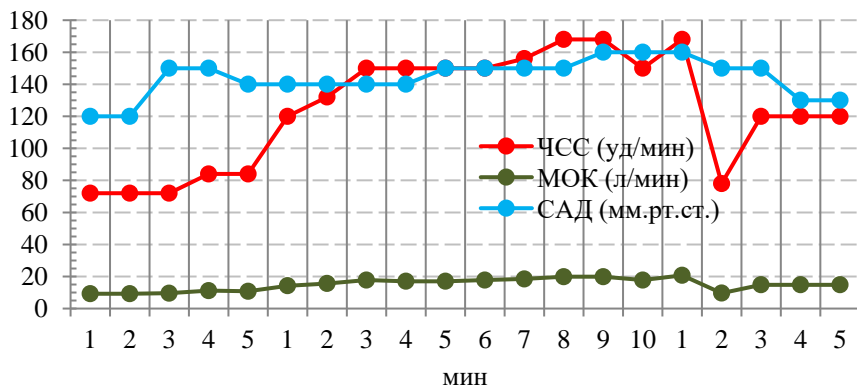


Рис. 7. Изменение минутного объема крови (МОК), артериального давления (САД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) при работе в зоне большой мощности.

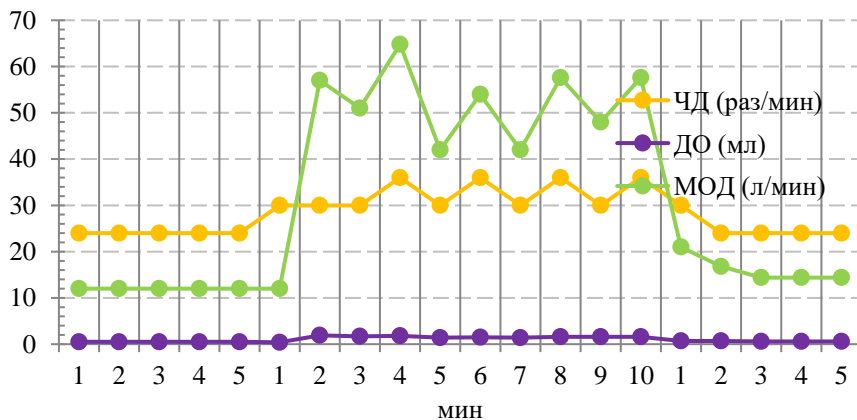


Рис. 8. Изменение минутного объема дыхания (МОД), частоты дыхания (ЧД) и дыхательного объема (ДО) при работе в зоне большой мощности.

Работа № 6. Физиологическая и биохимическая характеристика работы в зоне максимальной мощности.

Нагрузка максимальной мощности длится 20-30 сек, в зависимости от возраста и подготовленности занимающихся. Это имеет место в таких видах упражнений школьной программы, как бег на 60, 100, 200 метров, в беге на коньках 200-300 метров, в плавании 25, 50 метров. При выполнении упражнений максимальной мощности уже через 10-15 секунд развивается утомление. Основная черта работы такой интенсивности заключается в том, что она выполняется в анаэробных условиях. Это не значит, что здесь нет окислительных процессов. Спринтерские дистанции отличаются наиболее интенсивным расходом энергии, а именно фосфогенной системы (креатинфосфатный и аденозинфосфатные механизмы).

***Цель работы:** Определить максимальную для испытуемого мощность физической нагрузки. Изучить особенности функционирования систем дыхания и кровообращения при работе в зоне максимальной мощности. Оценить изменение биохимических показателей до и после нагрузки.*

***Необходимое оборудование:** Велоэргометр, сфигмоманометр, фонендоскоп, спирограф («Спиро-2-25»), секундомеры, ритмокардиосигнализатор, спирт, вата, раствор аммиака приборы Аккутренд, Op Call Plus, тестовые полоски для определения содержания глюкозы, лактата, ланцеты одноразовые Anti-Lance, салфетки спиртовые, емкость для утилизации отходов.*

***Ход работы:** Испытуемый – студент, привычный к спринтерской работе. Регистрируются те же показатели, что и в предыдущих исследованиях. Длительность измерений в покое – 20 сек. Отсчет времени производится через 5-8 секунд после начала педалирования. За это время испытуемый должен развить максимальную скорость и удерживать ее до конца работы.*

Мощность работы определяется из расчета 5 Ватт на килограмм веса испытуемого. Нагрузка устанавливается в первые секунды после начала работы, чтобы дать спортсмену набрать ско-

рость. Два студента во время работы по сигналу ведущего хронометриста регистрируют скорость по спидометру и количество оборотов педалей (П). Период восстановления длится 10 минут. Регистрация показателей осуществляется как обычно. Во время работы фиксируются все показатели за 20 сек., кроме АКД.

Примечание:

Следует обратить внимание, предупреждению развития коллаптоидного состояния («гравитационный шок»), которое может наступить на 4-6 минуте восстановительного периода вследствие запоздалого расширения периферических сосудов нижних конечностей и одновременного уменьшения общего кровотока. Для этого перед работой за 10-15 мин. Испытуемый выполняет интенсивную разминку. «Фоновые» же величины показателей можно определить по их уровню в конце восстановления. У испытуемого нужно выяснить – не голоден ли он? Под рукой всегда должен находиться нашатырный спирт. При ухудшении состояния испытуемого (тошнота, головокружение) немедленно прекратить исследование, уложить испытуемого на кушетку.

Расчёт мощности работы при использовании велоэргометра с ременной регулировкой нагрузки см. в приложении.

Анализ результатов и выводы:

1. Полученные данные внести в таблицу 12, выразить графически (см. приложение).
2. Построить график зависимости скорости работ от времени, являющийся одновременно и графиком мощности (см. образец).
3. Описать полученные кривые.
4. Показать, что испытуемый работал в зоне своей максимальной мощности (по характеру роста и снижения мощности, особенностей дыхания и сердечно-сосудистой системы).

Протокол опыта №3.

Таблица 12.

Испытуемый _____, вид спорта _____,
 Возраст _____, вес _____, мощность работы _____.

	№	ЧСС уд за 10''	АКД мм рт. ст.	ЧД мин.	ДО	МОД	Индекс восста- новления		
							P1	P2	P3
							0- 10''	20- 40''	60- 70''
Покой	1								
	2								
	3								
Работа	...								
	20								
Вост- ие.	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								

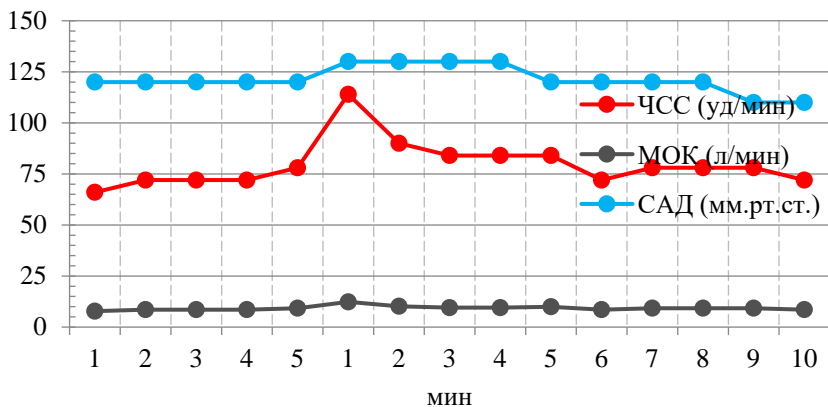


Рис. 9. Изменение минутного объема крови (МОК), артериального давления (САД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) при выполнении статических упражнений.

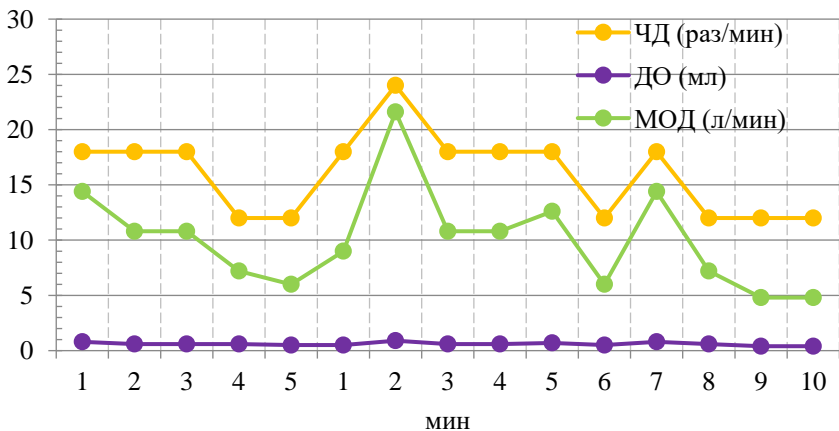


Рис. 10. Изменение минутного объема дыхания (МОД), частоты дыхания (ЧД) и дыхательного объема (ДО) при выполнении статических упражнений.

Скорость педалирования при работе в зоне максимальной мощности:

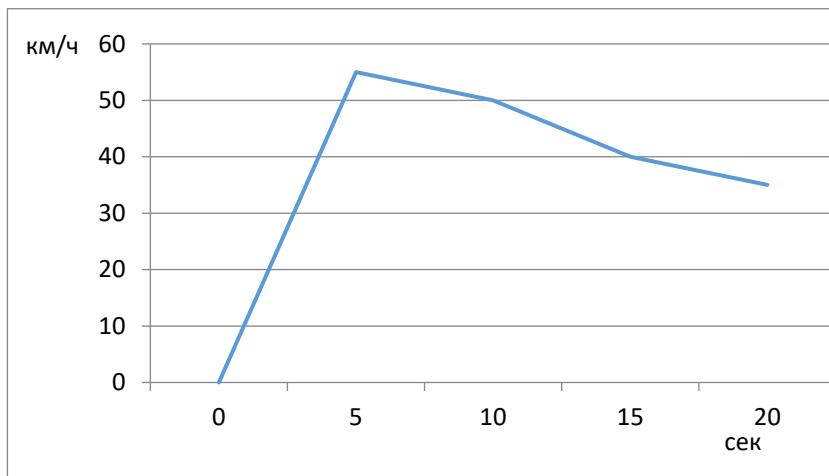


Рис. 11. Скорость педалирования при работе в зоне максимальной мощности

Работа 7. Физиологическая и биохимическая характеристика работы переменной интенсивности.

Переменная мощность работы (от максимальной до минимальной или полной остановки) сопряжена с постоянными изменениями структуры двигательных действий или направления движений.

В связи с переменной интенсивностью работы и отсутствием правильного ритма движений, деятельность дыхательной и сердечно-сосудистой систем не является такой устойчивой, как при циклической работе. Дыхательные движения, как правило, координируются с деятельностью двигательного аппарата, включаясь в общий двигательный стереотип. Энерготраты при работе в данной зоне интенсивности не велики, ЧСС колеблется в пределах 130-180 уд/мин.

Однако исключением являются спортивные игры, характеризующиеся длительными периодами соревновательной деятельности. В основном они относятся, работе большой интенсивности. Они предъявляют большие требования как анаэробной, так и аэробной производительности.

***Цель работы:** Определить нагрузку. Проанализировать скорости переходных процессов в деятельности систем дыхания и кровоснабжения при физической нагрузке переменной мощности.*

***Необходимое оборудование:** то же, что и на предыдущих работах.*

***Ход работы:** Испытуемый после 5-минутной разминки выполняет работу в течение 10 мин. на велоэргометре с определенной скоростью (30 км/ч) и мощностью, предварительно рассчитанной и зафиксированной в таб. 13 в кг*м/мин на 1 кг веса.*

По ходу работы ежеминутно регистрируются: ЧСС (пальпаторно), и МОД (по спирограмме).

Анализ результатов и выводы.

После окончания работы проводится математическая обработка полученных данных. Вычисляется коэффициент ранговой

корреляции между N и ЧСС; N и МОД, по величине которых судят о скорости переходных процессов.

$R = \frac{6\sum d^2}{n(n^2-1)}$; где \sum - знак суммирования, d^2 – квадрат рангов, n – число измерений.

Таблица 13.

Изменение мощности работы показателей кровообращения и дыхания. Расчеты проведены исходя из веса спортсмена в 61 кг.

мин. ра- боты	кг*м/мин на 1 кг ве- са	кг*м/мин N	кг F	ЧСС (10'')	МОД (л)
1	15	315	1,8	22	26
2	10	610	1,2	31	36
3	17	1037	3,1	25	32
4	125	915	1,8	24	41
5	20	1220	2,4	26	34
6	11	671	1,3	26	36
7	0	0	0	31	26
8	19	1169	2,3	24	34
9	18	1098	2,2	26	39
10	26	1587	3,1	30	46

Таблица 14.

Пример расчета R между N и ЧСС

№ п/п	ЧСС 10''	кг*м/мин на кг ве- са	Ранговый номер ЧСС	Ранг №	Разность рангов	Разность рангов в квадрате
1	22	15	3	4,5	-1,5	2,25
2	21	10	1,5	2	-0,5	0,25
3	25	17	6	6	0	0
4	24	15	4,5	4,5	0	0
5	26	20	8	9	-1	1
6	26	11	8	3	5	25
7	21	0	1,5	1	0,5	0,25
8	24	19	4,5	8	-3,5	12,25
9	36	18	8	7	1	1
10	30	26	10	10	0	0

$$R = I - \frac{6 \cdot 42}{10(100 - I)} = I - 0,25 = 0,75$$

Работа 8. Физиологическая и биохимическая характеристика работы ступенчато повышающейся мощности.

Временные границы работы большой интенсивности находятся между 5-6 и 30-40 минутами. В этих пределах выполняются легкоатлетический бег на 3, 5, 10 км, плавание на 300, 1500 м, лыжные гонки на 5-10 км. Значительная длительность и высокая интенсивность работы большой мощности обеспечивают полное развертывание функций сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Показатели легочной вентиляции достигают 120-140 л/мин. Величина кислородного запроса при выполнении работы большой мощности намного превышает возможности сердечно-сосудистой системы в транспортировке кислорода к работающим органам. Потребление кислорода составляет примерно 5/6 от кислородного запроса. По абсолютному количеству потребление кислорода достигает своих максимально возможных значений – 21 кислородного потолка. Вследствие этого, большая часть (до 85-90 %) энергетических трат покрывается за счет аэробных обменных процессов. Величина кислородного долга после работы составляет 10-15 % от суммарного кислородного запроса, т. е. 12-15 литров.

Цель работы: Провести анализ физиологических и биохимических сдвигов при работе ступенчато повышающейся мощности. Определить при какой мощности нагрузки спортсмен достигает ПАНО (порога анаэробного обмена)

Необходимое оборудование: Велоэргометр, сфигмоманометр, фонендоскоп, спирограф («Спиро-2-25»), секундомеры, ритмокардиосигнализатор, спирт, вата, раствор аммиака приборы Аккутренд, Op Call Plus, тестовые полоски для определения содержания глюкозы, лактата, ланцеты одноразовые Anti-Lance, салфетки спиртовые, емкость для утилизации отходов

Ход работы: На велоэргометре выбирается программа со ступенчато повышающейся мощностью нагрузки.

В состоянии покоя проводится измерение основных физиологических параметров. Оценивается уровень глюкозы и молочной

кислоты. Далее испытуемый выполняет нагрузку ступенчато повышающейся мощности в течение 10 минут. Мощность нагрузки увеличивается каждую минуту. На 3-ей, 5-ой, 8-ой минуте работы измеряется ЧСС, АД, уровень молочной кислоты и глюкозы в крови. Регистрация показателей в восстановительном периоде осуществляется на 3-ей, 5-ой и 10-ой минуте.

Мощность нагрузки устанавливается из расчета 2,5-3 Ватта на килограмм веса испытуемого. Длительность работы при такой мощности составляет более 7-8 мин, но не более 15-20 мин.

В состоянии покоя, на каждой пятой минуте нагрузки и через 5 минут восстановления определяется уровень глюкозы и молочной кислоты на приборах Аккутренд и On Call Plus

Анализ результатов и выводы:

1. Полученные результаты фиксируются в таблицах 15-17. На основании полученных данных строятся графики и описывается их динамика.

2. Анализируется длительность работы, проводится оценка достижения порога анаэробного обмена (ПАНО).

3. Делается вывод о принадлежности данной работы к той или иной зоне мощности.

Таблица 15.

Содержание молочной кислоты во время теста ступенчато повышающейся мощности

ФИО	Нагрузка				Восстановление		
	0 мин	3 мин	5 мин	8 мин	3 мин	5 мин	10 мин
1							
2							
3							

Таблица 16.

Содержание глюкозы во время теста
ступенчато повышающейся мощности

ФИО	Нагрузка				Восстановление		
	0 мин	3 мин	5 мин	8 мин	3 мин	5 мин	10 мин
1							
2							
3							

Таблица 17.

Уровень ЧСС во время теста ступенчато повышающейся мощности

ФИО	Нагрузка				Восстановление		
	0 мин	3 мин	5 мин	8 мин	3 мин	5 мин	10 мин
1							
2							
3							

Работа 9. Физиологическая и биохимическая характеристика статических усилий.

Статическое усилие (напряжение) характеризуется непрерывным изометрическим типом мышечного сокращения с развитием степени мышечного напряжения более 30 % от максимальной произвольной статической силы. При меньшей степени изометрического сокращения мышц значительно увеличивается продолжительность удержания статического усилия. Поскольку внешняя работа равна нулю, статическую работоспособность определяют, как произведение величины напряжения мышц на время его удержания, выражая её в кг/с. Максимальные статические усилия длятся не более 1–2 с, а поддержание обычной рабочей позы – несколько часов.

Механизм энергообеспечения анаэробный. В силу избыточного напряжения мышц (натуживания) дыхание и кровообращение затруднены. В мышцах из-за сдавливания кровеносных сосудов нарушается кровообращение. Частота сердечных сокращений существенно возрастает в конце усилия, что является компенсаторной реакцией на уменьшение систолического объёма. Повышение артериального давления обычно способствует проталкиванию крови через сосуды сокращающихся мышц, а отсутствие такого повышения рассматривается как признаки срыва регуляции кровообращения или недостаточности миокарда.

Цель работы: *Анализ вегетативных и биохимических сдвигов при статических усилиях. Оценка выраженности характерных феноменов в зависимости от трудности усилий и от тренированности спортсмена.*

Необходимое оборудование: *Велоэргометр, сфигмоманометр, фонендоскоп, спирограф («Спиро-2-25»), секундомеры, ритмокардиосигнализатор, спирт, вата, раствор аммиака приборы Аккутренд, On Call Plus, тестовые полоски для определения содержания глюкозы, лактата, ланцеты одноразовые Anti-Lance, салфетки спиртовые, емкость для утилизации отходов.*

Ход работы: после 3-минутного обследования в покое, испытуемый спортсмен, привыкший к силовой работе, ложится спиной на стол, удерживая ноги на весу под углом 45 градусов (1-е упражнение) в течение 1 мин.

После 5-минутного восстановления испытуемый выполняет на столе стойку на кисти (2-е упражнение). При этом ассистенты страхуют его как при выходе в стойку, так и при удержании равновесия. Время выполнения – 1 мин. Восстановительный период длится в течении 5 мин, после чего выполняется 3-е упражнение, наиболее трудное – угол в упоре. Испытуемый предупреждается об обязательном поддержании усилия на протяжении 1 мин., даже при непроизвольном опускании ног. Период восстановления 5 мин. При необходимости может исследоваться и более 5 мин.

Примечание: замеры всех показателей (кроме АКД) производятся на каждой минуте дважды (в начале и в конце).

Анализ результатов и выводы:

1. Полученные данные вносятся в таблицу 18 (форма прилагается).
2. На основании полученных результатов строят рисунки:
 - 1) ЧСС и МОД при выполнении статических упражнений;
 - 2) Изменение показателей внешнего дыхания (ЧД, ДО, МОД).
3. Обсуждается главный феномен статистического усилия, активизация систем дыхания и кровообращения после окончания работы.

Таблица 18.

Влияние статистических усилий на систему
дыхания и кровообращения

Усло- вия	Ми н.	ЧСС		ЧД		ДО		
		0 – 10"	40-50"	0 – 30"	30-60"	0 – 30"	30-60"	0 –
Покой	1							
	2							
	3							
Упр. 1	1							
Вос- ие	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
Упр. 2	1							
Вос- ие	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
Упр. 3	1							
Вос- ие	1							
	2							
	3							
	4							
	5							

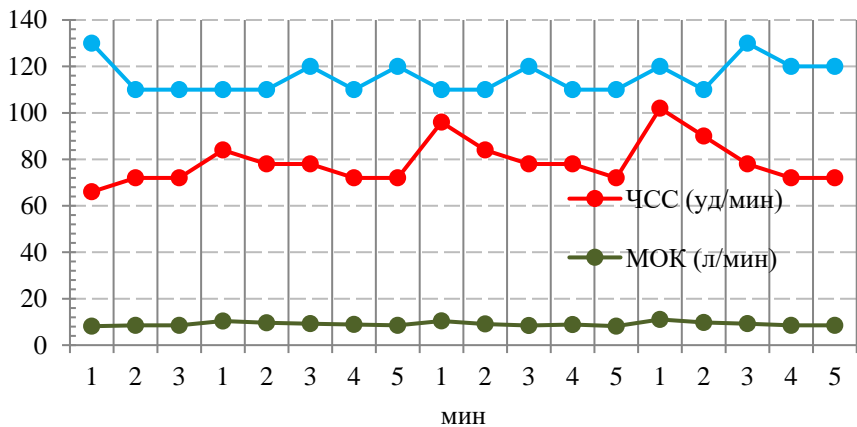


Рис. 12. Изменение минутного объема крови (МОК), артериального давления (САД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) при выполнении статических упражнений.

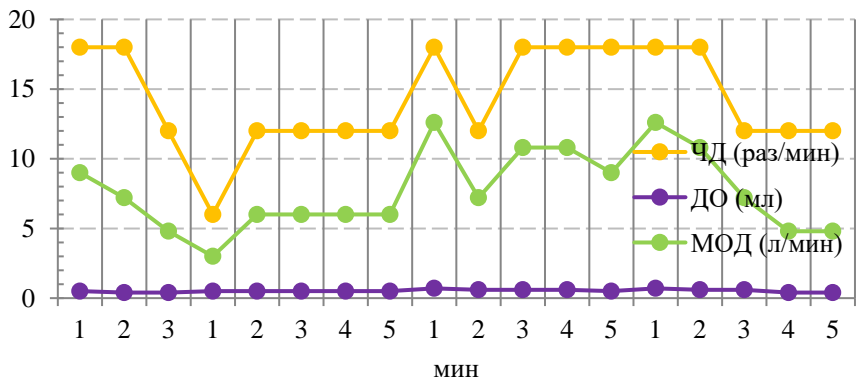


Рис. 13. Изменение минутного объема дыхания (МОД), частоты дыхания (ЧД) и дыхательного объема (ДО) при выполнении статических упражнений.

Работа 10. Функциональные пробы для оценки состояния сердца по кардиограмме.

При скрытых поражениях сердца и нарушениях периферического кровообращения физическая нагрузка усиливает или провоцирует появление на ЭКГ изменений, которые выявляются при сравнении ЭКГ, снятой в покое и после нагрузки.

При хорошем функциональном состоянии сердца ЭКГ после пробы характеризуется незначительными изменениями: 1) на 50 – 60% по сравнению с исходной увеличивается частота сердечных сокращений и сохраняется синусовый ритм; 2) положение электрической оси не изменяется или несколько смещается вправо, изредка влево; 3) интервал P-Q не изменяется или незначительно укорачивается; 4) длительность комплекса QRS не изменяется или укорачивается незначительно; 5) сегмент S-T остается на уровне изоэлектрической линии или смещается книзу не более чем на 0,5 мм; 6) наблюдается уплощение зубца P в I отведении и увеличение его во II отведении не более чем до 3 мм; 7) несколько увеличивается амплитуда зубца T во II, III; 8) зубцы Q и S существенно не изменяются или слегка углубляются в I отведении; 9) восстановление всех исходных показателей заканчивается на 5-й мин отдыха. Проба может быть также использована для оценки генеза удлинения P-Q, атриовентрикулярного ритма, экстрасистолической аритмии и других нарушений ритма. Иногда удлинение P-Q является следствием повышения тонуса блуждающего нерва. В этом случае после нагрузки длительность P-Q нормализуется. Удлинение P-Q после физической нагрузки указывает на органическую природу удлинения предсердно-желудочковой проводимости.

Цель работы: по изменению параметров ЭКГ до после физической нагрузки оценить реакцию сердечной мышцы на нагрузку, а также скорость и полноту процессов восстановления.

Необходимое оборудование: электрокардиограф, электроды, спирт, вата кушетка.

Ход работы: для сравнения результатов исследования в динамике используют одну из общепринятых функциональных проб, которую выбирают в зависимости от состояния испытуемого.

Наибольшее распространение имеют следующие пробы: 1) 20 приседаний; 2) 10 – 20-кратное вставание на платформу высотой в 50 см; 3) быстрый 15 или 20-секундный бег на месте.

Для проведения указанных проб в состоянии покоя при обычном дыхании регистрируют ЭКГ во II стандартном отведении. Затем записывают ЭКГ непосредственно после дозированной нагрузки, на 3-й и 6-й мин. восстановительного периода.

Электрокардиограммы, зарегистрированные до и после функциональной пробы, вклейте в протокол опыта, обозначьте зубцы и интервалы. Измерьте зубцы и интервалы ЭКГ (данные занесите в таблицу 19), сделайте их сравнительный анализ. По полученным данным сделайте вывод об изменениях в ЭКГ, возникших в результате функциональной пробы, и о динамике их восстановления.

Таблица 19.

Изменение параметров ЭКГ при физической нагрузке

Проба	ЧСС	P-Q, сек	QRS, сек	Уровень S-T	P, мВ	T, мВ	Q, мВ	S, мВ
Фон								
После нагрузки								
Через 3 мин								
Через 6 мин								

Работа 11. Измерение артериального давления у человека. Влияние физической нагрузки на показатели кровообращения.

Кровь, выбрасываемая сердцем, поступает в систему кровеносных сосудов, доставляющих ее ко всем органам и тканям. Давление крови в сосудистом русле является одним из важнейших физиологических показателей, характеризующих состояние организма.

Величина кровяного давления зависит главным образом от систолического объема крови (объема крови, выбрасываемого сердцем при одном сокращении) и диаметра (сопротивления) сосудов.

Систолический объем крови зависит от силы сокращений сердца: чем сильнее сокращение, тем больше объем выбрасываемой крови. Поэтому давление в артериях будет тем выше, чем сильнее сокращение сердца.

Величина кровяного давления тем выше, чем уже просвет сосудистого русла. Кровяное давление неодинаково в разных участках сосудистого русла. Самая большая величина кровяного давления в аорте, несколько меньше – в крупных артериях. Кровяное давление по мере удаления сосудов от сердца постепенно снижается. Его величина тем меньше, чем дальше сосуд от артериального отдела сердца и чем ближе он к венозному. В полых венах оно иногда становится даже ниже атмосферного.

Давление в артериях неодинаково в различных фазах сердечного цикла. Оно наибольшее во время систолы и называется *систолическим* или *максимальным* давлением. В состоянии покоя у взрослого человека систолическое давление в плечевой артерии в среднем составляет 120 мм рт. ст. Во время диастолы давление крови наименьшее, оно называется *диастолическим* или *минимальным* давлением. В среднем в плечевой артерии оно составляет 70 мм рт. ст.

Разница между систолическим и диастолическим давлением получила название *пульсового* давления оно составляет 30-40 мм. рт. ст. Оно является важным показателем функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

У человека можно определить величину систолического и диастолического давления методом Короткова при помощи ртутного или пружинного манометра.

Зная величину систолического (СД), диастолического (ДД) и пульсового (ПД) давления крови, частоту сердечных сокращений (ЧСС), можно по формуле рассчитать величину систолического (в мл) и минутного (в л) объемов крови у человека.

Цель работы: освоить методику измерения артериального давления. Измерить параметры артериального давления, а также систолический и минутный объемы крови до и после физической нагрузки разной интенсивности. Оценить адекватность изменений в ответ на физическую нагрузку.

Необходимое оборудование: манометр, фонендоскоп, секундомер.

Ход работы: измерение артериального давления: Ознакомьтесь с устройством прибора, применяемого для измерения кровяного давления (рис. 14). Испытуемый располагается сидя. Левая рука (предплечье) должна находиться на уровне сердца. Манжету оборачивают вокруг плеча испытуемого так, чтобы ее нижний край находился на 2,5—3 см выше локтевого сгиба. В области локтевого сгиба на лучевой артерии установите фонендоскоп. Желательно чтобы манометр находился вне поля зрения испытуемого. Положение стрелки пружинного манометра должно соответствовать нулю.

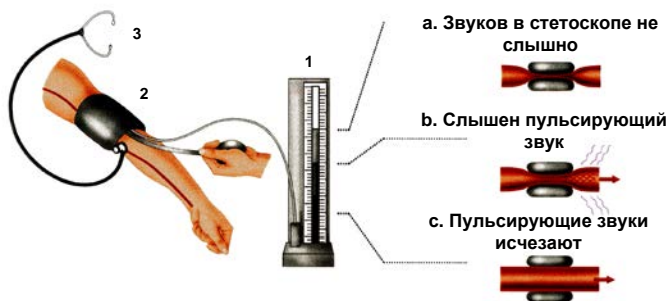


Рис. 14. Измерение кровяного давления по методу Короткова:
1– ртутный манометр; 2– манжета; 3– фонендоскоп.

С помощью ручного насоса «груши» воздух нагнетается в манжету до тех пор, пока стрелка манометра не достигнет показателя 160–180 мм рт. ст. Когда давление в манжете начинает превышать давление в плечевой артерии кровотоки в ней прекращаются. Пульсовые точки не прослушиваются. Затем постепенно открывают клапан насоса и снижают давление в манжете, при этом внимательно прослушивают плечевую артерию в фонендоскоп. Фиксируют появление первого звука (пульсового толчка) и показания стрелки манометра. Эта величина будет соответствовать максимальному или систолическому давлению крови. В этот момент кровь с шумом проталкивается через сдавленный участок сосуда.

Продолжайте прослушивать пульсовые толчки. Они постепенно затухают, и в момент полного исчезновения звука снова фиксируют показания манометра. Эта величина соответствует минимальному (диастолическому) давлению. В это время давление в манжете равно диастолическому и кровь бесшумно начинает протекать под манжетой не только во время систолы, но и во время диастолы.

Исследование влияния физической нагрузки:

Предложите испытуемому сделать 10 приседаний (глубоких и быстрых), после чего в течение 10 с. подсчитайте его пульс и сразу же определите величину кровяного давления. Рассчитайте частоту сердечных сокращений (ЧСС) за 1 мин, для чего полученное число ударов за 10 с. умножьте на 6. Это число вам понадобится в дальнейшем для расчета минутного объема крови.

Повторите подсчеты пульса и определение артериального давления после 20 приседаний. Сравните полученные данные. Сделайте вывод о влиянии физической нагрузки на частоту пульса и величину кровяного давления.

Расчет систолического и минутного объемов крови: в связи с невозможностью широко использовать существующие лабораторные методы определения систолического (СО) и минутного (МОК) объемов крови в миллилитрах, различные исследователи на основании экспериментальных данных вывели формулы для их расчета.

Широкое применение получила формула Старра:

$$CO = [(101 + 0,5 * ПД) - (0,6 * ДД)] - 0,6A,$$

где CO – систолический объем; ПД – пульсовое давление; ДД – диастолическое давление; А – возраст испытуемого.

Установлено, что расчетные величины CO, полученные с помощью этой формулы, хорошо совпадают с данными, добытыми классическими методами.

Используя полученные вами данные при определении артериального давления, рассчитайте по формуле Старра величину CO в покое и после выполнения физической нагрузки.

Рассчитайте также минутный объем крови в покое и после работы, для чего величину CO умножьте на число сокращений сердца в 1 мин:

$$МОК = CO * ЧСС$$

Полученные данные занесите в таблицу 20. Проанализируйте их, сделайте выводы.

Таблица 20.

Изменения частоты сердечных сокращений и кровяного давления при физической работе различной тяжести

Показатели	Покой	После 10 приседаний	После 20 приседаний
ЧСС			
Систолическое давление			
Диастолическое давление			
Пульсовое давление			
Систолический объем			
Минутный объем крови			

Работа 12. Определение биохимических показателей крови на экспресс анализаторе Аккутренд.

Прибор Аккутренд Плюс предназначен для количественного анализа четырех показателей крови: глюкозы, холестерина, триглицеридов и лактата. Измерение выполняется путем фотометрического анализа света, отражаемого от тест-полосок, различных для каждого из этих показателей.

Принцип измерения:

С кодовой пластинки прибор считывает информацию о специфических характеристиках соответствующей партии тест-полосок.

Считанная информация сохраняется в памяти прибора (для каждого флакона с тест-полосками достаточно, соответственно, закодировать прибор один раз). После кодирования неиспользованная тест-полоска из флакона вставляется в прибор. Тестовая зона вставленной тест-полоски подсвечивается светодиодом (СИД) снизу.

Отраженный (тестовой зоной) свет позволяет установить соответствующие характеристики тест-полоски перед анализом образца.

После этого на тест-полоску наносится образец крови, откидная крышка измерительного отсека закрывается. В результате ферментативной реакции измеряемого компонента образца образуется краситель. Количество красителя прямо пропорционально концентрации анализируемого вещества.

Через определенное время (в зависимости от параметра измерения) тестовая зона полоски облучается еще раз светодиодом (СИД) снизу. Сила отраженного света измеряется фотоэлементом (метод отражательной фотометрии).

Результат измерения определяется в зависимости от силы сигнала отраженного света относительно ранее полученного контрольного результата (чистая тестовая зона) с учетом считанной информации о характеристиках соответствующей партии тест-полосок.

В заключение результат выводится на дисплей и сохраняется в памяти.



A Дисплей

Для отображения результатов измерений, информации, символов и всех сохраненных параметров, и результатов.

B Кнопка M (память)

Этой кнопкой из памяти вызываются все сохраненные параметры и результаты и (вместе с кнопкой **Set**) задаются все настройки прибора.

C Кнопка Вкл / Выкл Этой кнопкой Вы включаете и выключаете прибор.

D Откидная крышка измерительного отсека

Открывается для нанесения образца.

E Направляющее приспособление для тест-полоски

Сюда вставляется тест-полоска.

F Кнопка Set

Для корректировки различных настроек прибора. Кнопка используется также для переключения между различными параметрами измерения с целью вызова соответствующих значений текущего кода (перед измерением).

Г Инфракрасный порт

Для передачи сохраненных данных.

Информация о работе с тест-полосками

А Тест-полоска (верхняя сторона, на иллюстрации с маркировкой TG) с тестовой зоной для нанесения образца.

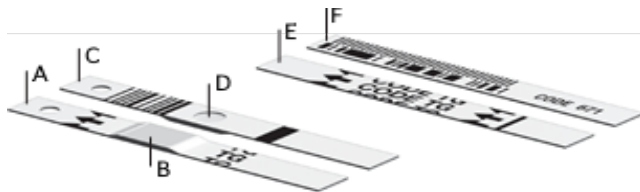
В Тестовая зона Сюда наносится образец.

С Тест-полоска (нижняя сторона) Штрих-код содержит информацию о типе и партии тест-полосок.

Д Зона реакции Контрольное окошко для визуального контроля правильности нанесения крови.

Е Кодовая тест-полоска (верхняя сторона, на иллюстрации с маркировкой TG) Прилагается к каждому флакону с партией тест-полосок.

Ф Тест-полоска (нижняя сторона) Штрих-код содержит информацию о партии тест-полосок, считываемую и сохраняемую в памяти прибора.



Цель работы: освоить методику работы на приборе Аккутренд. Определить содержание молочной кислоты у испытуемых в покое и после выполнения тестовых нагрузок. Оценить характер изменений данного показателя после физических нагрузок разной мощности и интенсивности.

Необходимое оборудование: прибор Аккутренд, тестовые полоски для определения содержания лактата, ланцеты одноразовые Anti-Lance, салфетки спиртовые, емкость для утилизации отходов.



Ход работы:

1. Закодировать прибор (каждый раз, начиная новый флакон с тест-полосками).
2. Вставить тест-полоску.
3. Открыть крышку отсека. Нанести кровь.
4. Закрыть крышку.
5. Прочитать результаты измерения на дисплее.

Внимание!

- Не прикасайтесь к тест-полоске и не извлекайте тест-полоску из прибора непосредственно в процессе измерения (это допустимо перед началом измерения при нанесении крови вне прибора).
- Не медлите с запуском измерения после нанесения крови.
- Не допускайте резких перемещений прибора во время измерения.

Техника безопасности

Существует потенциальный риск инфекционного заражения. Лицам, пользующимся прибором Аккутренд Плюс для измерения образцов крови различных пациентов, следует помнить о том, что любой предмет, контактирующий с человеческой кровью, является потенциальным источником инфекции.

- Работайте в перчатках.
- При выполнении нескольких измерений наносите кровь вне прибора.
- Для утилизации использованных капиллярных пипеток и тест-полосок используйте прочный контейнер с крышкой.
- Соблюдайте все соответствующие санитарно-гигиенические правила и нормы, действующие на месте работы.
- Пользуйтесь профессиональным ланцетным устройством типа Акку-Чек Софткликс Про или Акку-Чек Сейф-Т-Про для предотвращения перекрестной контаминации проб крови.

Работа 13. Определение концентрации глюкозы на Глюкометре On Call Plus



Глюкометр: производит считывание тест-полосок и показывает значение концентрации глюкозы в крови.

Тест-полоски: Полоски с химическим реагентом, используемые в глюкометре для измерения концентрации глюкозы в крови.

Кодовая пластина: При вводе в глюкометр автоматически калибрует прибор кодовым номером.

Строение глюкометра:



Цель работы: освоить методику работы на приборе On Call Plus. Определить содержание глюкозы у испытуемых в покое и после выполнения тестовых нагрузок. Оценить характер изменений данного показателя после физических нагрузок разной мощности и интенсивности.

Необходимое оборудование: прибор On Call Plus, тестовые полоски для определения содержания глюкозы, ланцеты одноразовые Anti-Lance, салфетки спиртовые, емкость для утилизации отходов.

Ход работы:

1. Для запуска устройства необходимо нажать на кнопку с обозначением "M".
2. Далее измерительная полоска ставится в устройство светлым концом внутрь.



3. После введения полоски в прибор на ее кончик наносится капля крови, затем кровь автоматически абсорбируется в реакционную ячейку, где происходит реакция.



4. Подождите несколько секунд, расчет начнется автоматически, результат появится на экране. Глюкометр отключится автоматически.

Защита от инфекций

Лицам, пользующимся глюкометром On Call Plus следует помнить о том, что любой предмет, контактирующий с человеческой кровью, является потенциальным источником инфекции.

- Работайте в перчатках.
- Для утилизации использованных капиллярных пипеток и тест-полосок используйте прочный контейнер с крышкой.
- Соблюдайте все соответствующие санитарно-гигиенические правила и нормы, действующие на месте работы.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Расчёт мощности работы для велоэргометра с ременной регулировкой нагрузки

Работа, выполненная на велоэргометре (А), равна произведению пройденного колесом расстояния (М) на сопротивление движению колеса (КГ)

$$A \text{ (кг*м)} = M * \text{КГ}$$

Сопротивление движению регистрируется прижимным устройством (с начала педалирования) и контролируется по маятниковым весам. Пройденный путь можно определить по спидометру или путем подсчета оборотов педалей (П) при кратковременной работе. За один оборот педалей колесо проходит 6 метров. Значит, путь равен – П * 6м. На спидометре велоэргометра скорость указана в км/час, необходимо её выразить в м/мин. При скорости 30 км/час это составит м/мин.

Должное сопротивление при заданной мощности и скорости рассчитывается так:

$$F = \frac{N}{V},$$

Например, для обеспечения мощности, равной 900 кг/мин при V=30 км/ч (500 м/мин), необходимо поддерживать сопротивление:

$$F = \frac{900}{500} = 1,8 \text{ кг.}$$

Расчёт мощности работы в зоне максимальной мощности для велоэргометра с ременной регулировкой нагрузки

1. Определяется величина проделанной работы и ее средняя мощность:

$$M \text{ (кг/мин)} = \frac{A \text{ (кг*м)} * S * F * П * 6\text{м} * 4,5\text{кг}}{1/3\text{мин}}$$

2. Мощность, развитая спортсменом в момент наибольшей скорости педалирования. Например, при сопротивлении равном 4,5 кг была достигнута скорость $V = 60$ км/ч (1000м/мин), то мощность-
 $N = F \cdot V - 4,5 \text{ кг} \cdot 1000 \text{ м/мин} = 4500 \text{ кг} \cdot \text{м/мин}$, (75кг*м/сек), или одна лошадиная сила.

Расчёт сопротивления для велоэргометров с ременной регулировкой нагрузки по формуле при выполнении работы с переменной мощностью рассчитывается по формуле:

$$F = \frac{N}{V}$$

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Платонов В. Н. Основы подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Настольная книга тренера: в 2 т. / В. Н. Платонов. – М.: ООО «ПРИНТЛЕТО», 2021.
2. Волков Н. И., Несен Э. Н., Осипенко А. А., Корсун С. Н. Биохимия мышечной деятельности. – Киев.: Олимпийская литература, 2000.
3. Малах О. Н. Физиология спорта: методические рекомендации для проведения практических и лабораторных работ / О. Н. Малах. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2022. – 47 с.
4. Семенов, Е. Н. Сборник лабораторных работ по физиологии спорта: учебно-методическое пособие / Е. Н. Семенов, С. С. Артемьева. — Воронеж : ВГИФК, 2017. – 41 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Правила проведения работ с использованием биологических материалов	4
Работа 1. Определение уровня аэробной производительности при помощи теста PWC 170.	10
Работа 2. Определение величины максимального потребления кислорода (МПК), при помощи Гарвардского степ-теста.	18
Работа 3. Оценка силовой выносливости мышц.	22
Работа 4. Физиологическая и биохимическая характеристика работы в зоне умеренной мощности.	24
Работа 5. Физиологическая и биохимическая характеристика работы в зоне большой мощности.	28
Работа № 6. Физиологическая и биохимическая характеристика работы в зоне максимальной мощности.	32
Работа 7. Физиологическая и биохимическая характеристика работы переменной интенсивности.	37
Работа 8. Физиологическая и биохимическая характеристика работы ступенчато повышающейся мощности.	40
Работа 9. Физиологическая и биохимическая характеристика статических усилий.	43
Работа 10. Функциональные пробы для оценки состояния сердца по кардиограмме.	47
Работа 11. Измерение артериального давления у человека. Влияние физической нагрузки на показатели кровообращения	49
Работа 12. Определение биохимических показателей крови на экспресс анализаторе Аккутренд.	53
Работа 13. Определение концентрации глюкозы на Глюкометре On Call Plus	57
ПРИЛОЖЕНИЕ	59
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:	61

Учебное издание

Составители:

Мадера Елена Анатольевна,
Кожевников Сергей Павлович

**Руководство к практическим работам
по физиологии стресса**

Учебно-методическое пособие

*Авторская редакция
Компьютерная верстка: А. Ж. Фаттахова*

Подписано в печать 01.09.2023 Формат 60x84 ¹/₁₆.
Усл. печ. л. 3,6. Уч. изд. л. 3,47
Тираж 44 экз. Заказ № 1475.

Издательский центр «Удмуртский университет»
426034, Ижевск, ул. Ломоносова, 4Б, каб. 021
Тел.: +7(3412) 916-364, E-mail: editorial@udsu.ru

Типография Издательского центра
«Удмуртский университет»
426034, Ижевск, Университетская, 1, корп. 2.
Тел. 68-57-18, 91-73-05