

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

для практических (лабораторных) работ
студента (студентки) _____
группы _____
спортивно-педагогического факультета

В двух частях

Часть 2

Физиология сенсорных и вегетативных систем

ВВЕДЕНИЕ

При изучении курса «Физиология» и «Физиология человека» в высших учебных заведениях учебной программой предусмотрены не только теоретические (лекции), но и практические (лабораторные) занятия. Основная цель этих занятий – углубленное изучение теоретического материала и выработка навыков физиологического эксперимента, необходимых будущему преподавателю физического воспитания для его дальнейшей работы в школе и специалисту в области туризма.

Методическое пособие «Тетрадь для практических (лабораторных) работ по физиологии человека» включает 60 лабораторных работ к основным учебным модулям, представленным в УМК «Физиология человека» (ч. 1). В предлагаемом пособии собраны наиболее важные лабораторные работы по изучаемому курсу.

Тетрадь состоит из 2-х частей:

- Часть 1. Физиология нервной и мышечной систем (лабораторные работы № 1 – 31).
- Часть 2. Физиология сенсорных и вегетативных систем (лабораторные работы № 32 – 60).

При составлении перечня лабораторных работ авторы исходят из того, что университет не имеет всего необходимого оборудования для организации сложных лабораторных работ, поэтому подобраны в основном такие лабораторные работы, для которых не требуется особого оснащения и сложных приборов. В тетради предложены опыты, позволяющие изучать особенности работы различных органов и систем организма, а также их функций не в статике, а в динамике, для чего в работы введены специальные функциональные нагрузки.

Основное назначение данного пособия – рациональное использование отводимого для лабораторных (практических) занятий времени и организация самостоятельной работы студентов.

Для эффективного проведения занятий и высококачественного выполнения лабораторных работ в группе должно быть не более 15 человек, причем каждый студент должен иметь отдельное рабочее место. Для лучшего усвоения техники физиологического эксперимента и изучения различных физиологических явлений лабораторные работы выполняют либо индивидуально, либо в парах (за исключением демонстрационных или групповых работ).

Модуль 7
ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

Лабораторная работа № 32
(проводится в парах)

Тема. Аккомодация глаза.

Цель: познакомить с физиологическими причинами аккомодации.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: деревянная рамка размером 15 x 20 см с хорошо натянутой на ней марлей. Лист бумаги с печатным текстом.

Под аккомодацией понимают способность глаза к ясному видению разноудаленных предметов. В основе аккомодации лежит способность глаза изменять преломляющую силу оптической системы за счет изменения кривизны хрусталика. Для ясного видения предмета лучи, отражающиеся от предмета, должны быть сфокусированы на сетчатке. Если смотреть вдаль, то близкие предметы видны неясно, расплывчато, так как лучи от ближних точек фокусируются за сетчаткой. Одинаково ясно видеть разноудаленные от глаз предметы невозможно.

Ход работы

Через тонкую марлю, натянутую на деревянную рамку, посмотрите на печатный текст, находящийся на расстоянии около 50 см от ваших глаз. Если вы фиксируете свой взгляд на буквах, то нитки марли становятся плохо видимыми. Если же вы фиксируете взгляд на нитях марли, то невозможно ясно видеть текст, буквы постоянно расплываются. Следовательно, нельзя одинаково ясно видеть и сетку, и буквы.

Форма отчетности

Нарисуйте схему преломления лучей хрусталиком глаза при рассматривании близко и далеко расположенных предметов, объясните физиологические механизмы аккомодации.

Выводы:

Лабораторная работа № 33 (проводится в парах)

Тема. Острота зрения.

Цель: научиться определять остроту зрения с помощью типовых таблиц.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: таблицы для определения остроты зрения, указка, щиток для закрытия глаза.

Острота зрения человека определяется способностью его глаза различать две близко расположенные друг от друга точки как отдельные. Таблица состоит из нескольких рядов букв или незамкнутых окружностей, по-разному расположенных. В каждой строке знаки одинаковы по размеру, в каждой нижней строке они меньше, чем в верхней, т.е. величина знаков уменьшается сверху вниз.

Слева у каждой строки стоит число, обозначающее расстояние (в метрах), с которого данная строка правильно читается нормальным глазом, – диоптрии (D). Справа от каждой строки указана острота зрения (V).

Острота зрения рассчитывается по формуле:

Формула расчета остроты зрения

$$V = d / D.$$

где V – острота зрения, d – расстояние исследуемого глаза до таблицы, D – расстояние, с которого данная строка правильно читается нормальным глазом.

Ход работы

Задание 1. Таблицу вешают на стену. Испытуемому предлагают сесть на расстоянии 5 м от таблицы и закрыть один глаз специальным щитком, темной повязкой или рукой. Указкой показывают ту или иную букву или незамкнутую окружность, выясняя, какую из строк испытуемый отчетливо видит. Затем эту процедуру повторяют с другим глазом.

Задание 2. Исследуемый подходит к таблице, а затем, закрыв один глаз щитком, медленно отходит от нее до тех пор, пока будет четко видна строка, которая соответствует остроте зрения, равной 1. Острота зрения вычисляется путем деления расстояния, с которого исследуемый может прочесть эту строку, на расстояние, с которого она должна читаться при условии нормального зрения.

Запишите результаты исследования в протокол.

Протокол опыта:

Задание 1			
Глаз	V	D	d
Левый			
Правый			
Задание 2			
Глаз	d	D	V
Левый			
Правый			

Форма отчетности

Сравните результаты, полученные в обоих опытах, сделайте выводы.

Оценка результатов

Средние показатели остроты зрения у человека: нормальная – 1,0; пониженная – от 0,8 и ниже; повышенная – 1,5 – 2,0.

Выводы:

Лабораторная работа № 34
(проводится индивидуально)

Тема. Обнаружение борозды полей зрения.

Цель: научиться обнаруживать борозду полей зрения.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: лист бумаги.

Ход работы

Сверните лист бумаги в трубку, диаметром 3 см и длиной 25 – 30 см. Приставьте к одному глазу трубку, а против другого держите ладонь руки так, чтобы она касалась трубки. Смотрите обоими глазами. Отметьте, что ладонь кажется продырявленной.

Форма отчетности

Зарисуйте в протоколе опыта появившееся изображение и объясните наблюдаемые явления.

Выводы:

Лабораторная работа № 35 (проводится индивидуально)

Тема. Доказательство преимущества бинокулярного зрения перед монокулярным.

Цель: доказать, что бинокулярное зрение имеет преимущество перед монокулярным в восприятии глубины пространства.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: штатив, шнурок, палочка, кольцо с диаметром, превышающим поперечник палочки не более чем вдвое, пробка с булавками, картонный экран.

Ход работы

Задание 1. Кольцо подвесьте на шнурке, закрепленном в штативе. Продевайте палочку в кольцо сначала с открытыми глазами, а затем повторите столько же попыток, закрыв один глаз. Результаты (число неудачных попыток) при моно- и бинокулярном зрении занесите в протокол.

Задание 2. Вколите булавки в пробку на разном расстоянии от ее края и загородите пробку экраном так, чтобы были видны головки булавок. Определите, какая булавка находится ближе к вам, рассматривая их двумя глазами, а затем – одним глазом. При каком рассмотрении ответ оказывается более правильным?

Задание 1	
Число неудачных попыток	
при монокулярном зрении	при бинокулярном зрении
Задание 2	
Наличие ошибки	
при монокулярном зрении	при бинокулярном зрении

Задание 3. Фиксируйте взглядом какой-либо предмет. Затем сместите одно глазное яблоко, нажав на него сбоку, – при этом предмет покажется двойным вследствие того, что изменилось направление зрительной оси, и лучи от предмета стали попадать на неидентичные участки сетчатки.

Задание 4. Фиксируйте взглядом какой-либо дальний предмет. Вытяните вперед руки и держите вертикально указательные пальцы. Отметьте, что изображения пальцев дwoятся. Затем медленно приближайте пальцы друг к другу. Как только средние (ближние друг к другу) изображения попадут на идентичные участки сетчатки обоих глаз, они сливаются и воспринимаются как одно отчетливое изображение. Чем дальше от глаз будут расположены пальцы, тем на меньшем расстоянии друг от друга они будут сливаться. Объясните наблюдаемые явления.

Выводы:

Лабораторная работа № 36 (проводится индивидуально и в парах)

Тема. Обнаружение и измерение иллюзий зрительного восприятия.

Цель: ознакомиться с иллюзиями зрительного восприятия.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: стакан, ложка, ванночка, вода, набор рисунков, полотенце.

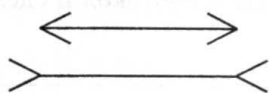
Ход работы

Задание 1. Поместите ложку в стакан с водой и, поместив стакан напротив глаз, наблюдаете ли вы «излом» ручки ложки на границе воды и воздуха.

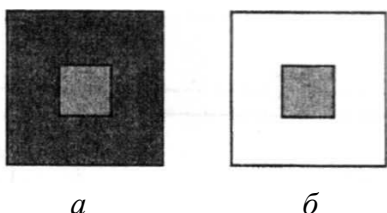
Задание 2. Поместите кисти рук в ванночку с водой так, чтобы они были полностью погружены в воду. Наблюдаете ли вы «изменение длины» пальцев при различном положении кистей.

Задание 3. Рассмотрите поочередно предложенные рисунки и ответьте на предлагаемые к ним вопросы:

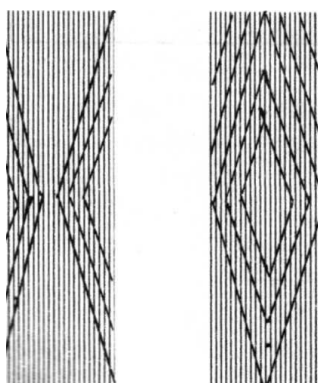
3.1. Какой отрезок длиннее: верхний или нижний?



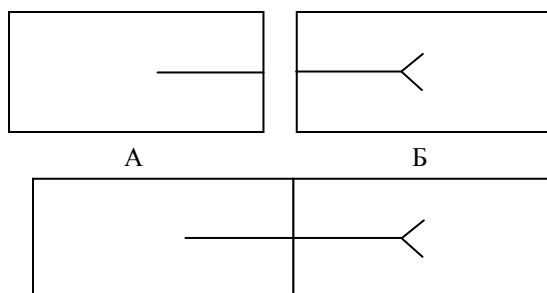
3.2. Какой внутренний квадрат (*a* или *б*) темнее?



3.3. Являются ли параллельными данные прямоугольники?



Задание 4. Работа проводится вдвоем. Сидя за столом, наложите правую сторону листа **А** поверх левой стороны листа **Б** таким образом, чтобы отрезки на обоих листах лежали на одной горизонтальной прямой. Затем перемещайте лист **А** вправо или влево до тех пор, пока длина отрезков на обоих листах не будет восприниматься вами как одинаковая:



Исследователь измеряет и вписывает в протокол длину указанных вами отрезков, не сообщая вам результатов измерения. Повторяют опыт 10-15 раз. Затем определяют величину иллюзии для каждого опыта, измерив длину отрезков на листах **А** и **Б**.

Протокол опытов:

Задание	Результаты наблюдений
1	
2	
3.1	
3.2	
3.3	
4	

Выводы:

Лабораторная работа № 37 (проводится индивидуально)

Тема. Обнаружение слепого пятна.

Цель: научиться определять слепое пятно и длину поперечника слепого пятна.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: рисунок для выявления слепого пятна, лист бумаги, карандаш.

Ход работы:

Задание 1. Закройте правый глаз и поместите на расстоянии 20 – 25 см рис. 7. Затем открытым глазом фиксируйте крест, и, не сводя с него взгляда, медленно приближайте рисунок до тех пор, пока белый круг перестанет быть видимым, и отметьте, на каком расстоянии от глаза это произошло.

Задание 2. Для определения одного из поперечников слепого пятна в левом верхнем углу листа бумаги нарисуйте крест, который фиксируйте правым глазом (левый глаз закройте).

Из правого верхнего угла по направлению к кресту ведите карандаш, обернутый, кроме его отточенного кончика, белой бумагой. На определенном расстоянии от креста (BC) карандаш перестанет быть видимым, но по мере дальнейшего приближения к кресту, на расстоянии AC от него, снова возникает изображение карандаша.

Постройте изображение точек А и В на сетчатке (рис. 6). Из подобия треугольников АОВ и А₁ОВ₁ выведите отношение $AB / A_1B_1 == OK / OL$, и найдите длину поперечника слепого пятна (А₁ В₁):

$$A_1 B_1 = (AB \times OL) / OK,$$

где расстояние АВ измеряется на бумаге; ОК – расстояние от бумаги до глаза; ОЛ – расстояние от узловой точки глаза до сетчатки (17 мм).

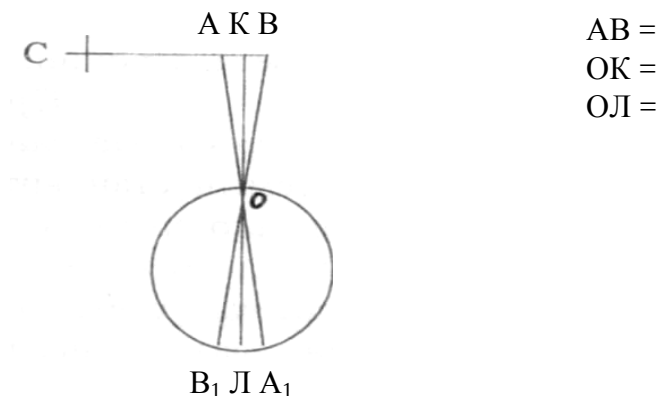


Рис. 6. Схема для определения величины поперечника слепого пятна

Протокол опыта:

Задание	Результаты наблюдений
1	Белый круг перестает быть видимым на расстоянии см
2	Длина поперечника слепого пятна равна

Выводы:



Рис. 7. Рисунок для выявления слепого пятна

Лабораторная работа № 38 (проводится в группе)

Тема. Острота слуха.

Цель: определить остроту слуха с помощью речи.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: рулетка или метровая лента, ватные тампоны и подготовленный список слов.

Исследование абсолютных порогов слуховой чувствительности проводят шепотом. Рекомендуется составить 2 группы слов. Первая группа слов включает гласные **у, о** и согласные **м, н, в, р**. Например: ворон, двор, море, номер и т.д. Вторая группа слов – гласные **а, и, э** и шипящие, свистящие согласные. Например: час, щи, чижик, заяц, шерсть и т.д.

Ход работы

Перед началом эксперимента у испытуемого одно ухо затыкают смоченным ватным тампоном. Далее исследователь с небольшого расстояния шепотом начинает произносить слова из 1-й и 2-й групп, постепенно при этом отдаляясь.

Расстояние, на котором находится исследователь, когда испытуемый начинает называть 50% и более произнесенных слов неправильно, считают пороговой величиной. Расстояние между исследователем и испытуемым продолжают увеличивать (при необходимости исследователь может повернуться к испытуемому спиной, что соответствует увеличению расстояния вдвое). Конечной точкой отдаления от испытуемого будет точка, с которой он не сможет услышать ни одного слова. Это расстояние измеряют. Меняя ватные тампоны поочередно в каждом ухе, опыт проводят несколько раз.

Оценка результатов

1. Слова 1-й группы в норме различаются на расстоянии 5 м (низкочастотные).
2. Слова 2-й группы в норме различаются на расстоянии около 20 м (высокочастотные).

Форма отчетности

Сравните полученные результаты с нормой и сделайте вывод, почему слова из 1-й группы воспринимаются человеком с более короткого расстояния.

Выводы:

Лабораторная работа № 39
(проводится в парах или группах)

Тема. Исследование слуховых рефлексов человека.

Цель: исследовать некоторые слуховые рефлексы человека.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: свисток, резиновая игрушка.

Ход работы

Задание 1. Мигательный рефлекс Бехтерева.

Издайте у уха исследуемого резкий звук и наблюдайте подергивание верхнего века. Данный рефлекс замыкается в продолговатом мозгу от улиткового нерва через ядро лицевого нерва. Рефлекс быстро угасает.

Задание 2. Улитково-зрачковый рефлекс.

Предложите исследуемому смотреть при рассеянном дневном свете вперед в одну точку. Затем издайте сильный неожиданный звук у его уха и наблюдайте сужение зрачка с последующим его расширением (иногда наоборот). Данный рефлекс замыкается со слухового нерва на уровне среднего мозга, где боковая петля акустического пути частично заходит в ядро глазодвигательного нерва.

Задание 3. Общий акустический мышечный рефлекс.

Издайте резкий звук и наблюдайте вздрагивание исследуемого. Данный рефлекс служит для проверки слуха у грудных детей, а у взрослых легко тормозится.

Форма отчетности

Результаты опытов заносятся в протокол.

Протокол опытов:

	Наблюдаемые проявления
Мигательный рефлекс	
Улитково-зрачковый рефлекс	
Общий акустический мышечный рефлекс	

Выводы:

Лабораторная работа № 40
(проводится в парах или группах)

Тема. Изучение свойств вестибулярного аппарата.

Цель: изучить свойства вестибулярного аппарата.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: мел, секундомер, повязка на глаза.

Ход работы

Задание 1. Изменения двигательных реакций.

На полу длинной комнаты проводят мелом черту и просят испытуемого быстро пробежать вдоль нее. Затем быстро 10 – 20 раз раскружиться вокруг своей оси и тотчас снова попытаться пробежать вдоль линии. Экспериментатор отмечает изменение двигательных реакций испытуемого. То же самое проделать с закрытыми глазами.

Задание 2. Влияние раздражения вестибулярного аппарата на вегетативные рефлексы (лабиринтно-сердечные реакции).

У испытуемого измеряют в покое частоту пульса, затем ему предлагают покружиться вокруг своей оси 10 – 20 раз и тотчас после окончания вращения снова измеряют частоту пульса. Отмечаются изменения.

Задание 3. Вестибулярное влияние на конечности и туловище.

Удобно усаживают испытуемого. Затем, повернув его голову в сторону до максимума, удерживают в таком положении. Далее ему предлагают при закрытых глазах протянуть горизонтально руки и подержать их так некоторое время. При этом пронаблюдать положение рук. Плечо постепенно уходит вверх, руки отклоняются по направлению к челюсти, причем наружное плечо отклоняется интенсивнее. Одновременно происходит и вращение туловища. Эти движения проявляются у 80 – 90% здоровых людей. При поражении мозжечка эта реакция выражена резче.

Форма отчетности

Описать результаты, полученные при проведении опытов. Занести их в протокол опытов.

Протокол опытов:

Задание	Результат опытов
1	
2	
3	

Выводы:

Лабораторная работа № 41
(проводится в парах)

Тема. Исследование комплексной деятельности кожного и двигательного анализаторов.

Цель: изучить свойства кожного и двигательного анализаторов.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: набор геометрических тел, секундомер, маленький шарик (горошина).

Ход работы

Задание 1. Исследуемый с закрытыми глазами приводит руку в задаваемое исследователем положение и тотчас воспроизводит это положение другой рукой. Исследователь отмечает степень точности воспроизведения и величину ошибки.

Задание 2. Исследуемый с закрытыми глазами определяет форму геометрического тела, которое полностью помещается в его ладони:

а) без движений пальцев – сомкнутая рука скользит вдоль поверхностей;

б) при помощи пальцев (собственно ощупывание).

В обоих случаях исследователь измеряет время, необходимое для описания данного тела.

Задание 3. Опыт Аристотеля.

а) катая по столу маленький шарик (горошину) между указательным и средним пальцами при их нормальном положении, вы воспринимаете только один предмет. Перекрестите пальцы таким образом, чтобы шарик очутился между медиальной (лучевой) поверхностью указательного пальца и латеральной (локтевой) поверхностью среднего пальца, и снова покатайте шарик.

б) дотроньтесь обращенными друг к другу боковыми поверхностями указательного и среднего пальцев кончика носа. Запомните свои ощущения. Затем перекрестите пальцы и повторите опыт. Опишите возникшие ощущения и дайте им объяснение.

Протокол опытов:

Задание	Результаты опытов
1	
2а	
2б	
3а	
3б	

Выводы:

Лабораторная работа № 42 (проводится в парах или группах)

Тема. Определение чувствительности языка к различным вкусовым раздражителям.

Цель: изучить чувствительности языка к различным вкусовым раздражителям.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: 1% р-р солянокислого хинина, 2% р-р лимонной кислоты, 10% р-р хлорида натрия, 10% р-р сахара. Пипетки, стаканы, дистиллированная вода.

Ход работы

Исследуемому на различные участки языка исследователь наносит по капле одного из растворов, вкус которого исследуемый заранее не знает. Задача исследуемого – определить вкус раствора и отметить, на каком участке языка возникло вкусовое ощущение.

Проведя исследование с одним раствором, исследуемый тщательно прополаскивает рот и делает 2 – 3-х минутный перерыв.

Протокол опыта:

Сделайте схематический рисунок языка и на основании ответов исследуемого составьте карту вкусовой рецепции языка, на которой различные вкусы обозначьте геометрическими фигурами. Сделайте выводы о чувствительности определенных участков языка к различным вкусовым раздражителям.

Условные обозначения:

□ – горькое

Δ – сладкое

о – кислое

↑ – соленое

Выводы:

Модуль 9
ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ И КРОВООБРАЩЕНИЯ

Лабораторная работа № 43
(проводится индивидуально или в парах)

Тема. Микроскопическое строение крови (микропрепараты крови человека и лягушки).

Цель: дать представление о строении клеточных элементов крови у человека и лягушки.

Объект исследования: готовые микропрепараты крови.

Материалы и оборудование: микропрепараты крови человека и лягушки, микроскопы.

Кровь состоит из клеточных (форменных) элементов и плазмы (межклеточного вещества). Клеточные элементы – эритроциты (красные клетки крови), осуществляющие перенос кислорода от органов дыхания ко всем клеткам организма и удаление углекислого газа из тканей, лейкоциты (белые клетки крови), выполняющие защитную функцию, и тромбоциты (кровяные пластинки), участвующие в свертывании крови.

Лейкоциты по наличию или отсутствию зернистости в цитоплазме и форме ядра подразделяются на зернистые (гранулоциты) и незернистые (агранулоциты). Среди зернистых в зависимости от способности цитоплазмы окрашиваться различными красителями различают нейтрофилы, эозинофилы, базофилы, среди незернистых – лимфоциты и моноциты.

Основную массу клеток мазка крови человека составляют безъядерные клетки – эритроциты. Более крупных клеток, содержащих ядра, – лейкоцитов, меньше (рис. 8).

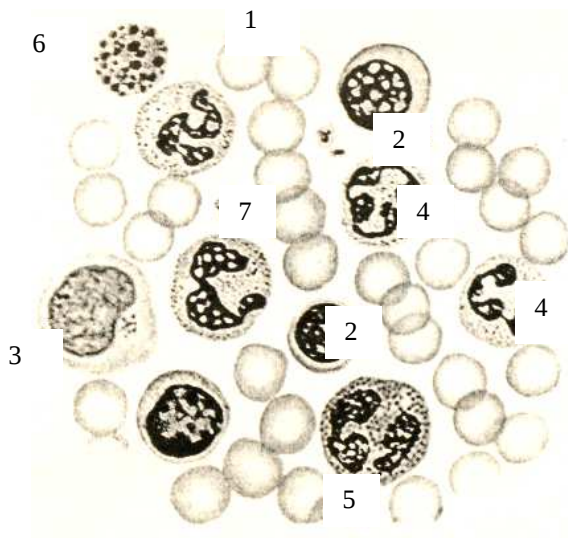


Рис. 8. Клетки крови человека:

1 – эритроциты; 2 – лимфоциты (малый и большой); 3 – моноциты; 4 – нейтрофильные гранулоциты (лейкоциты); 5 – эозинофильный гранулоцит (лейкоцит); 6 – базофильный гранулоцит (лейкоцит); 7 – кровяные пластинки (тромбоциты)

Из лейкоцитов наиболее часто встречаются: нейтрофилы, у которых ядро представляет собой несколько сегментов или имеет форму палочки, а в цитоплазме наблюдается очень мелкая, равномерно распределенная зернистость; лимфоциты – с большим круглым ядром; моноциты – самые крупные клетки с подковообразным или лопастным ядром.

В мазке крови лягушки эритроцитов меньше, чем в мазке крови человека. Кроме того, они больше по размерам, имеют овальную форму и палочковидное ядро (рис. 9).



Рис. 9. Клетки крови лягушки:

1 – эритроциты; 2 – эозинофилы; 3 – лимфоциты; 4 – тромбоциты

Ход работы

Изучите при большом увеличении микроскопа микропрепарат крови человека. Найдите эритроциты, обратите внимание на их окраску, форму, строение. Передвигая препарат, отыщите лейкоциты разных видов и рассмотрите их цвет, форму ядра. Зарисуйте 1 – 2 эритроцита и некоторые лейкоциты.

Изучите микропрепарат крови лягушки при малом увеличении микроскопа. Обратите внимание на размер и форму эритроцитов, на эозинофилы (лейкоциты с крупными ярко-красными гранулами и ядром, состоящим из 2 – 3 сегментов), на тромбоциты (очень мелкие ядерные клетки, чаще расположенные группами и поэтому напоминающие большую клетку с многочисленными ядрами). Зарисуйте эритроциты и тромбоциты.

Форма отчетности

Результаты наблюдений занести в протокол опытов.

Протокол опытов:

Сравнительная характеристика строения эритроцитов человека и лягушки

Эритроцит	Относительные размеры клетки	Форма клетки	Наличие ядра	Окраска цитоплазмы
Человек				
Лягушка				

Объясните, почему в единице объема крови человека может быть больше кислорода, чем в таком же объеме крови лягушки.

Выводы:

Лабораторная работа № 44 (проводится индивидуально)

Тема. Определение пульса.

Цель: отработка навыка подсчета пульса в разных условиях.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: секундомер или часы с секундной стрелкой.

Пульс – это ритмические колебания стенки артериальных сосудов, вызываемые повышением давления в период систолы.

В основе регистрации пульса лежит пальпаторный метод. Он заключается в прощупывании и подсчете пульсовых волн. Обычно принято определять пульс на лучевой артерии у основания большого пальца, для чего 2-, 3- и 4-й пальцы накладываются несколько выше лучезапястного сустава, артерия нащупывается и прижимается к кости. После высокой нагрузки более точно можно подсчитать частоту сердцебиений (которая равна частоте пульса), положив руку на область сердца. В состоянии покоя пульс можно считать в течение 10, 15, 30 или 60-секундных интервалов. После физической нагрузки пульс считают 10-секундными интервалами. При подсчете пульса необходимо придерживаться определенных требований.

Пульс необходимо измерять:

- в одном и том же положении (лежа, сидя или стоя);
- лучше сразу после сна в положении лежа;
- желательно сидя, до или после занятий.

Ход работы

Подсчитайте собственный пульс в разных физических состояниях: сидя, стоя, после 10 приседаний. Прделайте это 3 – 5 раз и найдите среднее арифметическое значение.

Форма отчетности

Занесите полученные данные в протокол опытов.

Сравните полученные результаты со среднестатистическими. Объясните, почему в разных физических состояниях происходит изменение величины пульса.

Протокол опыта:

Физическое состояние	Частота пульса			Среднее значение пульса
	1	2	3	
Сидя				
Стоя				
После 10 приседаний				

Оценка результатов

Частота пульса в возрасте 15 – 20 лет в норме у людей составляет 60 – 90 ударов в минуту. В положении лежа пульс в среднем на 10 уд/мин меньше, чем в положении стоя. У женщин пульс на 7 – 10 уд/мин чаще, чем у мужчин того же возраста. Частота пульса во время работы в пределах 100 – 130 уд/мин свидетельствует о небольшой интенсивности нагрузки. Частота 130 – 150 уд/мин характеризует нагрузку средней интенсивности. Частота 150 – 170 уд/мин – нагрузку выше средней интенсивности. Частота 170 – 200 уд/мин свойственна предельной нагрузке.

Выводы:

Лабораторная работа № 45 *(проводится в парах или группах)*

Тема. Артериальное давление.

Цель работы: отработать методику измерения артериального давления.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: тонометр и фонендоскоп (для прослушивания тонов).

Артериальным называют давление крови в артериальных сосудах организма. Это важнейший показатель состояния сердца и сосудов. Уровень артериального давления определяется рядом факторов, среди которых основными являются работа сердца и тонус мышц. Артериальное давление колеблется в зависимости от фаз сердечного цикла. В период систолы оно повышается (систолическое, или максимальное, давление), в период диастолы – снижается (диастолическое, или минимальное, давление). Разность между величиной систолического и диастолического давления составляет пульсовое давление.

Ход работы

Манжетку тонометра оборачивают вокруг левого плеча испытуемого (предварительно обнажив левую руку). В области локтевой ямки устанавливают фонендоскоп. Левая рука испытуемого развернута и под ее локоть подставляется ладонь правой руки. Экспериментатор нагнетает воздух в манжетку до отметки 150 – 170 мм рт. ст. Затем медленно выпускает воздух из манжетки и прослушивает тоны (рис. 10). В момент первого звукового сигнала на шкале прибора появляется величина систолического давления (т. к. в этот момент только во время систолы левого желудочка кровь проталкивается через сдавленный участок артерии). Экспериментатор записывает величину давления. Постепенно звуковой сигнал будет ослабевать и наступит затишье. Кровь начинает протекать через пережатый участок бесшумно. В этот момент на шкале можно видеть величину диастолического давления. Экспериментатор фиксирует и эту величину. Для получения более точных результатов опыт следует повторить несколько раз.

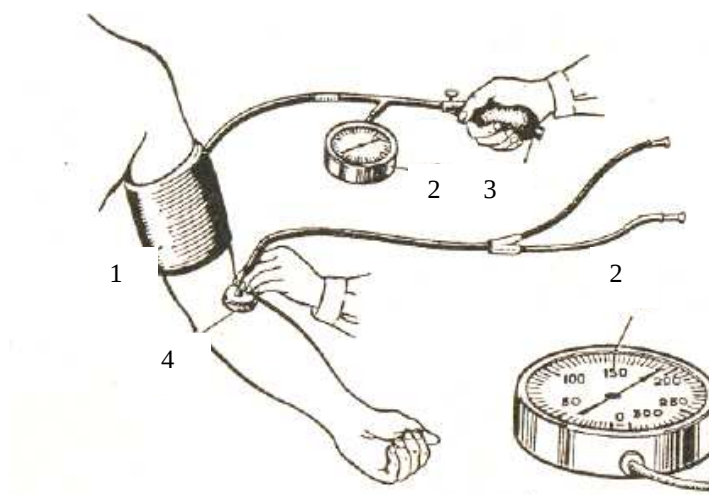


Рис. 10. Измерение кровяного давления у человека по способу Короткова:

1 – манжетка; 2 – тонометр; 3 – груша; 4 – фонендоскоп

Форма отчетности

1. Сравните полученные данные в эксперименте со среднестатистическими табличными данными по артериальному давлению для вашего возраста (табл. 8). Сделайте вывод. Рассчитайте значения: пульсового (ПД), среднего артериального (АД_{ср}) и собственного артериального давлений (АД_{сист} и АД_{диаст}). Известно, что в норме у здорового человека пульсовое давление составляет примерно 45 мм рт. ст.

Формулы расчета давления:

- пульсовое (ПД)

$$\text{ПД} = \text{АД}_{\text{сист}} - \text{АД}_{\text{диаст}};$$

- среднее артериальное

$$\text{АД}_{\text{ср}} = \frac{\text{АД}_{\text{сист}} - \text{АД}_{\text{диаст}}}{3} + \text{АД}_{\text{диаст}};$$

- артериальное (АД)

$$\text{АД}_{\text{сист}} = 1,7 \cdot \text{возраст} + 83;$$

$$\text{АД}_{\text{диаст}} = 1,6 \cdot \text{возраст} + 42.$$

Оценка результатов

Сравните расчетные данные, полученные в эксперименте, с данными, представленными в табл. 7.

Таблица 7

**Средние показатели
максимального и минимального давления крови для учащихся**

Возраст, лет	Мальчики (юноши)	Девочки (девушки)
7 – 8	88/ 52	87/ 52
9 – 10	91/ 54	89/ 53
11 – 12	103/ 60	94/ 60
13 – 14	108/ 61	106/ 62
15	112/ 66	111/ 67
16	113/ 70	111/ 68
17	114/ 71	112/ 69
18	116/ 72	113/ 71

Как можно объяснить некоторое несоответствие?

Ответьте на вопросы.

1. Какую опасность для человека представляет постоянно высокое давление?
2. В каких сосудах нашего организма максимально низкое давление и почему?
3. Вы хорошо знаете о давлении в большом круге кровообращения, а каково давление крови в малом (легочном) круге?

Выводы:

Лабораторная работа № 46

(проводится в парах)

Тема. Минутный и систолический объем крови.

Цель: научиться рассчитывать минутный и систолический объем крови.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: тонометр, фонендоскоп.

Минутный и систолический объем крови – это важные показатели работы сердечно-сосудистой системы. Систолическим объемом называют количество крови, выбрасываемое желудочками за период одной систолы, а минутным объемом – количество крови, выбрасываемое за 1 мин.

Ход работы

Экспериментатор определяет АД у испытуемого в покое. Полученные результаты фиксирует. Через 1 – 2 мин экспериментатор предлагает испытуемому сделать 10 глубоких и быстрых приседаний, после чего в течение 10 с подсчитывает его пульс и сразу же определяет величину кровяного давления. Через 3 – 4 мин испытуемый совершает 20 приседаний и у него вновь экспериментатор подсчитывает пульс и определяет давление. Все полученные результаты он также фиксирует в протоколе опытов.

Форма отчетности

Используя полученные вами данные при определении артериального давления, рассчитайте величину систолического объема (СО) в покое и после выполнения физической нагрузки по формулам Старра, где ПД – пульсовое давление, СД – систолическое давление, ДД – диастолическое давление, А – возраст.

Формулы Старра для определения систолического объема (СО):

- для детей до 15 лет

$$CO = [(40 + 0,5 \cdot ПД) - (0,6 \cdot ДД)] + 3,2 \cdot А;$$

- для детей старше 15 лет

$$CO = [(101 + 0,5 \cdot ПД) - (0,6 \cdot ДД)] - 0,6 \cdot А.$$

Рассчитайте минутный объем крови в покое и после работы, где СО – систолический объем; ЧСС – частота сердечных сокращений (число сокращений за 1 мин).

Формула расчета минутного объема крови (МОК)

$$МОК = СО \cdot ЧСС.$$

Все полученные данные занесите в протокол опытов. Проанализируйте их, сделайте выводы.

Протокол опытов:

**Изменение частоты сердечных сокращений и кровяного давления
при физической работе различной тяжести**

Показатели	В состоянии покоя	После выполнения 10 приседаний	После выполнения 20 приседаний
ЧСС			
Систолическое давление			
Диастолическое давление			
Пульсовое давление			
Систолический объем			
Минутный объем крови			

Выводы:

Лабораторная работа № 47
(индивидуально или в парах)

Тема. Определение частоты сердечных сокращений в состоянии покоя и после действия физической нагрузки.

Цель: определить зависимость пульса от физических нагрузок.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: секундомеры (либо часы с секундной стрелкой).

Ход работы

Измерьте пульс в состоянии покоя (проделайте это 5 – 6 раз и найдите среднее арифметическое значение). Результат зафиксируйте.

Сделайте 20 приседаний в среднем ритме. Быстро сядьте на стул и подсчитайте число пульсовых ударов за 10 с сразу после нагрузки, затем спустя 30, 60, 90, 120, 150, 180 с. Все результаты занесите в протокол опытов.

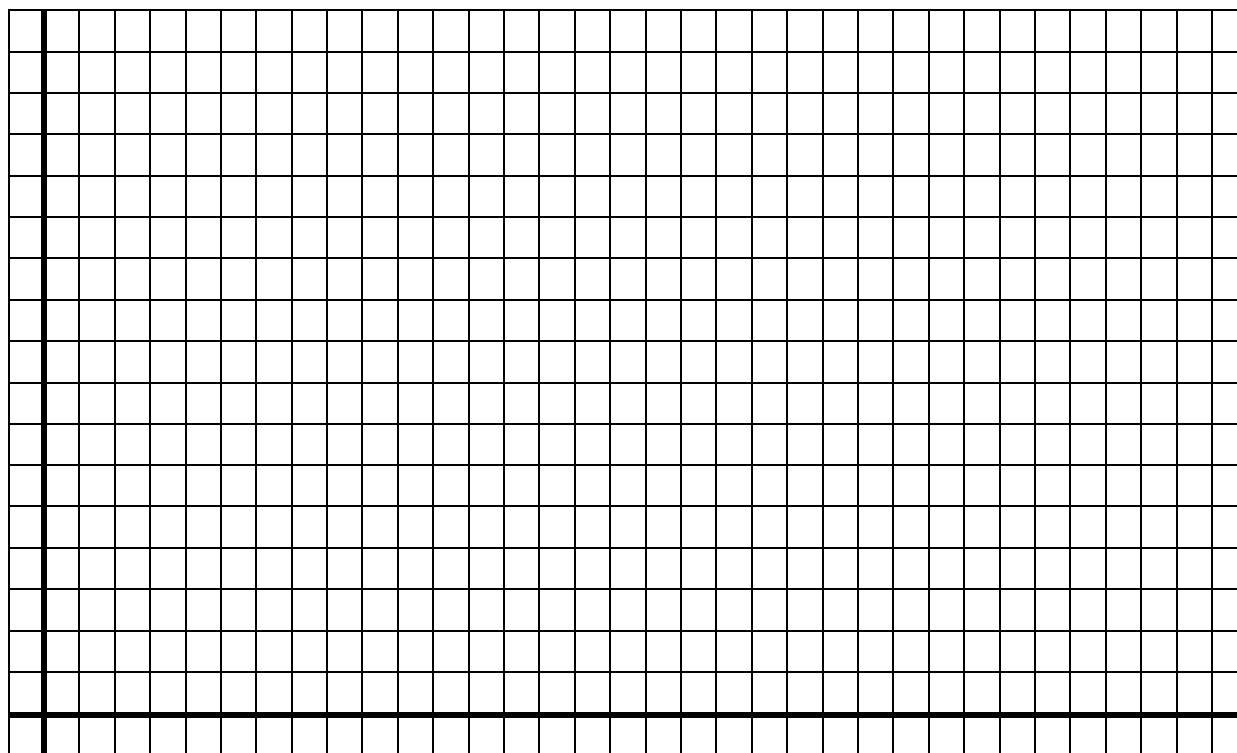
Протокол опытов:

Динамика восстановления ЧСС после физической нагрузки

Пульс сразу после работы	Пульс через интервалы, с						
	10	30	60	90	120	150	180
После 20 приседаний (без пересчета)							
Пульс за 1 мин (в пересчете)							

Форма отчетности

На основании полученных данных постройте график. На оси абсцисс отложите время, на оси ординат – ЧСС. Найдите на графике среднее значение ЧСС в состоянии покоя и через это место проведите горизонтальную линию, параллельную оси абсцисс. Определите, во сколько раз увеличится частота сердечных сокращений после 20 приседаний. Определите по графику, за сколько времени ЧСС возвращается к норме.



Оценка результатов

Если частота сердечных сокращений увеличивается на 30 % и меньше – хорошо; если частота сердечных сокращений растет больше чем на 30 % – плохо, сказывается недостаточная тренированность. Если ЧСС возвращается к норме за 2 мин и меньше – прекрасно, если за время от 2 до 3 мин – удовлетворительно, если свыше 3 мин – следует заняться собой.

Выводы:

Модуль 10 ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

Лабораторная работа № 48 *(проводится в парах)*

Тема. Дыхательные движения.

Цель: научиться подсчитывать дыхательные движения в покое и после физической нагрузки.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: секундомер (либо часы с секундной стрелкой).

К 15 годам у подростка частота дыхания составляет в среднем 15 дыхательных движений в минуту, что становится сопоставимым с частотой дыхания у взрослых. При регулярных занятиях физической культурой частота дыхания снижается и составляет 10 – 15 в минуту. Нагрузку при занятиях физической культурой следует регулировать так, чтобы частота дыхания непосредственно после занятия не превышала у взрослых – 30, а у детей – 40 дыхательных движений в минуту, а восстановление ее исходной величины происходило бы не позднее чем через 7 – 9 мин.

Ход работы

Экспериментатор кладет на верхнюю часть груди испытуемого руку с широко расставленными пальцами и считает количество вдохов за 1 мин (подсчет производится несколько раз в положении стоя).

Затем испытуемый делает 20 приседаний в среднем ритме, после чего снова подсчитывают количество вдохов за 1 мин.

Форма отчетности

Результаты наблюдений занести в протокол опытов.

Протокол опытов:

	1	2	3	Среднее значение
Количество вдохов за 1 мин в состоянии покоя				
Количество вдохов за 1 мин после физической нагрузки				

Сравните полученные результаты.

Ответьте на вопросы.

1. Почему в душном помещении резко снижается трудоспособность?
2. Почему, когда плотно поешь, становится трудно дышать?

Выводы:

Лабораторная работа № 49 (проводится индивидуально)

Тема. Жизненная емкость легких.

Цель: научиться подсчитывать жизненную емкость легких с помощью формул.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: отсутствуют.

Ход работы

Рассчитайте жизненную емкость своих легких. Расчет проводится по специальным формулам. Для подростков можно использовать одну из следующих (табл. 8).

Таблица 8

Формулы расчета жизненной емкости легких

Формулы расчета жизненной емкости легких	
Для юношей 13 – 16 лет	$ЖЕЛ = [\text{рост (см)} \cdot 0,052] - [\text{возраст (лет)} \cdot 0,022] - 4,2$
Для девушек 8 – 16 лет	$ЖЕЛ = [\text{рост (см)} \cdot 0,041] - [\text{возраст (лет)} \cdot 0,018] - 3,7$
Для женщин по формуле Льюдига	$ЖЕЛ = [\text{рост (см)} \cdot 0,041] - [\text{возраст (лет)} \cdot 0,018] - 2,68$ $ЖЕЛ = [\text{рост (см)} \cdot 40] + [\text{масса (кг)} \cdot 10] - 3800$
Для мужчин по формуле Льюдига	$ЖЕЛ = [\text{рост (см)} \cdot 0,052] - [\text{возраст (лет)} \cdot 0,022] - 3,60$ $ЖЕЛ = [\text{рост (см)} \cdot 40] + [\text{масса (кг)} \cdot 30] - 4400$

Оценка результатов

1. Сравните полученные результаты с табличными (табл. 9, 10).

Таблица 9

Жизненная емкость легких для мужчин

Длина тела, см	Масса тела, кг						
	60	65	70	75	80	85	90
165	4 000	4 150	4 300	4 450	4 600	4 750	4 900
170	4 200	4 350	4 500	4 650	4 800	4 950	5 100
175	4 400	4 550	4 700	4 850	5 000	5 150	5 300
180	4 600	4 750	4 900	5 050	5 200	5 350	5 500
185	4 800	4 950	5 100	5 250	5 400	5 550	5 700

Таблица 10

Жизненная емкость легких для женщин

Длина тела, см	Масса тела, кг						
	50	55	60	65	70	75	80
155	2 900	2 950	3 000	3 050	3 100	3 150	3 200
160	3 100	3 150	3 200	3 250	3 300	3 350	3 400
165	3 300	3 350	3 400	3 450	3 500	3 550	3 600
170	3 500	3 550	3 600	3 650	3 700	3 750	3 800
175	3 700	3 750	3 800	3 850	3 900	3 950	4 000
180	3 900	3 950	4 000	4 050	4 100	4 150	4 200

В норме у здоровых людей ЖЕЛ может отклоняться от нормативной в пределах $\pm 15\%$.

2. Рассчитайте величину отклонения фактической жизненной емкости легких от нормативной.

Формула расчета отклонения жизненной емкости легких

$$\frac{\text{ЖЕЛ}_{\text{факт}} \cdot 100\%}{\text{ЖЕЛ}_{\text{норм}}}$$

Формула расчета жизненного индекса человека

$$\frac{\text{ЖЕЛ (мл)}}{\text{масса (кг)}}$$

В норме для мужчин он равен 60 мл/кг, а для женщин – 50 мл/ кг. Если при расчете вы получите меньшую величину, это будет свидетельствовать о недостаточности ЖЕЛ, или об избыточной массе.

Форма отчетности

Выполните расчеты ЖЕЛ и величины отклонения фактической жизненной емкости легких от нормативной.

Выводы:

Лабораторная работа № 50
(проводится индивидуально)

Тема. Определение времени задержки дыхания. Влияние гипервентиляции на задержку дыхания.

Цель: научиться определять время задержки дыхания и установить влияние гипервентиляции на задержку дыхания.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: секундомер.

Ход работы

Задание 1. В течение 3 – 4 мин дышите спокойно. Затем после обычного выдоха сделайте глубокий вдох и задержите дыхание. При этом необходимо сразу включить секундомер. Как только вы выдохните, вследствие невозможности дальнейшей задержки дыхания, секундомер отключите и отметьте в протоколе опыта время задержки дыхания.

Задание 2. Проведите гипервентиляцию легких, сделав несколько глубоких вдохов и выдохов в течение 30 секунд. Затем снова определите время задержки дыхания и результат занесите в протокол. Если во время гипервентиляции вы почувствуете легкое головокружение, то прекратите гипервентиляцию и продолжите опыт.

Результат наблюдения занесите в протокол опытов.

Протокол опытов:

	Результаты наблюдений
Задание 1	
Задание 2	

Выводы:

Модуль 11
ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Лабораторная работа № 51
(демонстрационная)

Тема. Действие слюны на крахмал.

Цель: показать способность слюны переваривать углеводы.

Объект исследования: слюна.

Материалы и оборудование: крахмальный клейстер (1% -ный водный раствор), 5% -ный спиртовой раствор йода или раствор Люголя (0,1 г кристаллического йода + 0,15 г йодида калия + 150 мл дистиллированной воды), 2% -ный раствор хлористоводородной кислоты, четыре пробирки, штатив для пробирок, водяная баня, спиртовка, воронка, пипетка.

Крахмал расщепляется под влиянием содержащегося в слюне фермента амилазы. Действие амилазы проявляется только в слабощелочной среде и при температуре 37 – 38°C.

Ход работы

Соберите в пробирку небольшое количество слюны и разбавьте ее водой в соотношении 1:2. В четыре пронумерованные пробирки налейте по 1 мл слюны.

Пробирку № 1 со слюной оставьте в штативе. Пробирку № 2 нагрейте на спиртовке до кипения и охладите, в пробирку № 3 добавьте 1 – 2 капли 2% -ного раствора хлористоводородной кислоты.

Затем во все пробирки налейте по 2 мл крахмального клейстера.

После многократного встряхивания пробирки № 1 – 3 поместите на водяную баню (37°C), а пробирку № 4 – в стакан со льдом.

Через 5 – 10 мин к содержимому всех пробирок добавьте по 1 – 2 капли раствора йода. Отметьте, какие изменения произошли в пробирках.

Форма отчетности

Заполните протокол опытов и сделайте выводы о действии ферментов слюны на крахмал.

Протокол опытов:

Действие слюны на крахмал

Номер пробирки	Содержимое пробирки	Температура, °C	Окраска содержимого пробирки
1	2 мл крахмального клейстера + 1 мл слюны	37	Не изменилась
2			
3			
4			

Выводы:

Лабораторная работа № 52 (демонстрационная)

Тема. Действие желудочного сока на белки.

Цель: показать способность желудочного сока переваривать белки.

Объект исследования: желудочный сок.

Материалы и оборудование: белок куриного яйца, желудочный сок, 0,5% -ный раствор NaOH, четыре пробирки, штатив для пробирок, водяная баня, лед, спиртовка, воронка, пипетка.

Белки расщепляются под влиянием содержащегося в желудочном соке фермента пепсина. Однако пепсин действует на белок при определенной температуре и в кислой среде.

Для приготовления раствора яичного белка следует отделить белки сырых куриных яиц от желтков. К белкам добавить воды (в соотношении 1:1) и тщательно перемешать полученный раствор. Чтобы белок лучше растворился, необходимо прибавить в смесь половину чайной ложки поваренной соли. Затем полученный раствор следует профильтровать через тонкий слой ваты и прокипятить. Образовавшиеся белые хлопья белка после охлаждения пригодны для исследования ферментативного действия желудочного сока.

Ход работы

Пронумеруйте пробирки (№ 1 – 4). В каждую из них налейте по 1 мл желудочного сока. Пробирку № 2 с желудочным соком нагрейте до кипения и охладите. В пробирку № 3 добавьте 0,5% -ный раствор NaOH (3 – 5 капель). Во все пробирки добавьте небольшое количество приготовленного белка.

Пробирки несколько раз встряхните и поместите: № 1 – 3 – на водяную баню (37°C); № 4 – в стакан со льдом. Через каждые 8 – 10 мин содержимое пробирок взбалтывайте.

Через 30 мин отметьте, какие изменения произошли с белком.

Форма отчетности

Результаты наблюдения занесите в протокол опытов.

Протокол опытов:

Действие желудочного сока на белки

Номер пробирки	Содержимое пробирки	Температура, °C	Результаты
1	Белок + 1 мл желудочного сока	37	Содержимое стало прозрачным
2			
3			
4			

Выводы:

Лабораторная работа № 53 (демонстрационная)

Тема: Нарушение свойств белков при действии на них алкоголя.

Цель: доказать, что спирт вызывает денатурацию белков, которая необратимо сказывается на их структуре и свойствах.

Объект исследования: яичный белок.

Материалы и оборудование: штатив с двумя пробирками; бюретка на 10 мл; пипетка; яичный белок, профильтрованный через вату; вода; 80 – 90%-ный раствор NaOH; 1%-ный раствор CuSO₄.

Ход работы

В две пробирке налейте по 1 – 2 мл яичного белка. В одну из них добавьте 8 мл воды, а в другую – столько же спирта и взболтайте, после чего сравните их содержимое. В первой пробирке белок растворяется, так как яичный белок относится к легкорастворимым белкам (поэтому он хорошо усваивается организмом). Во второй пробирке образуется плотный белый осадок, так как в спирте белки не растворяются: спирт отнимает от белков воду. В результате нарушается структура белка и его функции.

Для доказательства необратимого изменения белков под влиянием спирта проведите в обеих пробирках биуретовую реакцию (реакцию на растворимый белок). Для этого в пробирки добавьте по 3 мл 10%-ного раствора NaOH, а также по 3 капли 1%-ного раствора CuSO₄. При самых незначительных следах белка в растворе окраска будет фиолетовая, при наличии растворимого белка – лиловая, так как продукты расщепления белка дают розовый цвет. При полном отсутствии растворимых белков окраска будет синей. В пробирке, не содержащей спирта, наблюдается лиловая окраска, свидетельствующая о наличии растворенного белка. В пробирке, куда был добавлен спирт, в растворе белок не обнаруживается. Это означает, что под действием спирта нарушилось важное свойство белка – растворимость.

Форма отчетности

Результаты наблюдения занесите в протокол опытов.

Протокол опытов:

Влияние алкоголя на свойства белков

Номер пробирки	Содержимое пробирки	Результат опыта	Биуретовая реакция	Результат опыта
1				
2				

Выводы:

Модуль 12
ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ

Лабораторная работа № 54
(проводится индивидуально)

Тема. Определение энерготрат по частоте сердечных сокращений.

Цель: научиться рассчитывать возможные энерготраты при физических нагрузках.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: отсутствуют.

Расчеты можно проводить после выполнения любой физической нагрузки. Формула позволяет установить энерготраты, совершаемые человеком в 1 мин, по ЧСС.

Формула расчета энерготрат человека в 1 мин при любой физической нагрузке
 $P = 2,09 (0,2 \cdot \text{ЧСС} - 11,3), \text{ кДж/ мин.}$

Пример

Допустим, вы 30 мин катались на лыжах, частота сердечных сокращений достигла 120 ударов в минуту. Подсчитаем энерготраты за 1 мин:

$$Q = 2,09 (0,2 \times 120 - 11,3) = 2,09 (24 - 11,3) = 26,5 \text{ кДж/ мин.}$$

$$26,5 \text{ кДж/ мин} \times 30 \text{ мин} = 795 \text{ кДж.}$$

Ответ: за 30 мин израсходовано 795 кДж энергии.

Ход работы

Рассчитайте энерготраты человека в ккал, который плавал в бассейне в течение 15 мин, при частоте сердечных сокращений 130 ударов в минуту.

Форма отчетности

На основании полученного результата сделайте вывод о зависимости количества затраченной энергии от частоты сердцебиения.

Выводы:

Лабораторная работа № 55 *(проводится индивидуально)*

Тема. Определение энерготрат в организме по газообмену.

Цель: научиться рассчитывать возможные энерготраты по газообмену.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: отсутствуют.

Косвенная биокалориметрия производится на основе данных о количестве потребленного кислорода и выделенного углекислого газа, расчета величины дыхательного коэффициента (ДК) и соответствующего калорического эквивалента кислорода (КЭК). При наличии сведений об объемах поглощенного кислорода и выдохнутого углекислого газа метод косвенной биокалориметрии называется «полный газовый анализ». Для его выполнения необходима аппаратура, позволяющая определить объем кислорода и объем углекислого газа. В классической биоэнергетике с этой целью использовался мешок Дугласа, газовые часы (для определения объема выдохнутого за определенный период времени воздуха), а также газоанализатор Холдена, в котором существуют поглотители для углекислого газа (КОН) и кислорода (пирогалол), что позволяет оценить процентное содержание кислорода и углекислого газа в исследуемой пробе воздуха. На основе расчетов оценивается объем поглощенного кислорода и выдохнутого углекислого газа (табл. 11).

Таблица 11

**Потребление кислорода и высвобождение тепла
при окислении различных веществ в организме**

Наименование питательных веществ	При окислении 1 г питательных веществ		Освобождается при использовании 1 л кислорода ккал (КЭК)	ДК
	освобождается ккал	потребляется кислорода		
Белки	4,1	0,97	4,6	0,8
Жиры	9,3	2,02	4,7	0,7
Углеводы	4,1	0,83	5,05	1,0
Смесь питательных веществ			4,86	0,85

Ход работы

Рассчитайте энергозатраты по газообмену.

Пример 1

Человек за 1 мин поглотил 0,250 л O₂, выдохнул 0,212 л CO₂. Рассчитайте, сколько энергии тратит человек за сутки.

Решение задачи:

1) исходя из условия задачи, можно рассчитать ДК.

$$ДК = \frac{V_{CO_2}}{V_{O_2}} = \frac{0,212}{0,250} = 0,85.$$

2) зная ДК, находим по табл. 17 КЭК, он равняется 4,86.

3) учитывая, что при использовании 1 л O₂ освобождается 4,86 ккал энергии, рассчитываем количество энергии, освобождаемое за 1 мин при использовании 0,250 л O₂

$$\begin{aligned} &4,86 \text{ ккал} - 1 \text{ л } O_2; \\ &x - 0,250 \text{ л } O_2; \\ &x = 0,25 \times 4,86 = 1,22 \text{ ккал.} \end{aligned}$$

Значит, выделится 1,22 ккал/мин.

4) если допустить, что в течение суток потребление кислорода такое же, а ДК равен 0,85, то

$$1,22 \text{ ккал} \times 60 \text{ мин} \times 24 \text{ ч} = 1\,756,8 \text{ ккал/сут.}$$

Таким образом, энергозатраты за сутки составляют 1 756,8 ккал.

Пример 2

Испытуемый за 1 мин выдохнул в мешок Дугласа 8 л воздуха. В атмосферном воздухе содержание кислорода равно 20,93%, в выдыхаемом – 15,9%. Рассчитайте суточные энергозатраты.

Решение задачи:

1) находим разницу между процентным содержанием кислорода во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе:

$$20,93\% - 15,9\% = 5,03\%.$$

2) рассчитываем количество O_2 , поглощенное испытуемым за 1 мин.

Составляем пропорцию:

$$\begin{aligned} 8 \text{ л} &- 100\%; \\ x \text{ л} &- 5,03\%; \\ x &= \frac{8 \cdot 5,03}{100} = 0,4 \text{ л.} \end{aligned}$$

Следовательно, испытуемый поглотил за 1 мин 0,4 л O_2 .

3) находим разницу между процентным содержанием углекислого газа во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе, учитывая, что в атмосферном воздухе содержание CO_2 0,03%, а в выдыхаемом – 4,73%.

$$4,73\% - 0,03\% = 4,70\%$$

4) рассчитываем количество CO_2 , выделенное испытуемым за 1 мин.

Составляем пропорцию:

$$\begin{aligned} 8 \text{ л} &- 100\%; \\ x \text{ л} &- 4,70\%; \\ x &= \frac{8 \cdot 4,70}{100} = 0,376 \text{ л.} \end{aligned}$$

Следовательно, испытуемый выделил за 1 мин 0,376 л CO_2 .

5) исходя из условия задачи, можно рассчитать ДК.

$$ДК = \frac{V_{CO_2}}{V_{O_2}} = \frac{0,376}{0,400} = 0,94.$$

6) зная ДК, находим по табл. 17 КЭК, он равняется 4,9 ккал.

7) учитывая, что при использовании 1 л O_2 освобождается 4,9 ккал энергии, рассчитываем количество энергии, освобождаемое за 1 мин при использовании 0,4 л O_2

$$\begin{aligned} 4,9 \text{ ккал} &- 1 \text{ л } O_2; \\ x &- 0,4 \text{ л } O_2; \\ 0,4 \text{ л } O_2 \times 4,9 \text{ ккал} &= 1,96 \text{ ккал.} \end{aligned}$$

Значит, выделится 1,96 ккал энергии за 1 мин.

8) рассчитайте суточные энерготраты, если известны энерготраты за 1 мин.

Решите задачи, используя в качестве образца примеры 1 и 2.

Задача 1. Испытуемый за 5 мин выдохнул 35 л воздуха, в котором содержится 17% кислорода и 3,5% углекислого газа. Состав атмосферного воздуха известен: в нем содержится 20,93% кислорода и 0,03% углекислого газа. Найти расход энергии по газообмену за сутки в состоянии мышечного покоя.

Задача 2. Человек выдохнул за 1 минуту 5,2 л воздуха, причем в выдохнутом воздухе содержится 16,23% кислорода и 4,13% углекислого газа. Рассчитайте суточные энерготраты по газообмену.

Лабораторная работа № 56
(проводится индивидуально)

Тема. Расчет основного обмена по таблицам.

Цель: научиться рассчитывать энергию основного обмена по таблицам.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: ростомер, весы, таблицы для определения основного обмена.

Ход работы

Измерьте свой рост и массу тела. Далее, используя табл. 12 и 13, рассчитайте свой основной обмен. Для этого в части А таблицы в первом столбце найдите массу своего тела и запишите в протокол опыта число калорий, стоящую напротив массы тела во втором столбце. В части Б таблицы найдите свой рост и возраст, а на их пересечении – число калорий, которое также запишите в протокол. Суммируйте полученные числа. Результат будет отражать ваш основной обмен.

Таблица 12

Таблица для расчета основного обмена мужчин (1 ккал = 4, 19 кДж)

А				Б																	
Масса, кг	Калории	Масса, кг	Калории	Рост, см	Мужчины (возраст в годах)																
					17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45		
44	672	85	1235	40																	
45	685	86	1249	44																	
46	699	87	1263	48																	
47	713	88	1277	52																	
48	727	89	1290	56																	
49	740	90	1304	60																	
50	754	91	1318	64																	
51	768	92	1332	68																	
52	782	93	1345	72																	
53	795	94	1359	76																	
54	809	95	1373	80																	
55	823	96	1387	84																	
56	837	97	1406	88																	
57	850	98	1414	92																	
58	864	99	1428	96	113																
59	878	100	1442	100	153	128															
60	892	101	1455	104	193	168															
61	905	102	1469	108	233	208															
62	919	103	1483	112	273	248															
63	933	104	1497	116	313	288															
64	947	105	1510	120	353	328															
65	960	106	1524	124	393	368															
66	974	107	1538	128	433	408															
67	988	108	1552	132	473	448															
68	1002	109	1565	136	513	488															
69	1015	110	1579	140	553	528															
70	1029	111	1593	144	593	568															
71	1043	112	1607	148	633	608															
72	1057	113	1620	152	673	648	619	605	592	578	565	551	538	524	511	497	484	470	457		
73	1070	114	1634	156	713	678	669	625	612	598	585	571	558	544	531	517	504	490	477		
74	1084	115	1648	160	743	708	659	645	631	618	605	591	578	564	551	537	524	510	497		
75	1098	116	1662	164	773	738	679	665	652	638	625	611	598	584	571	557	544	530	517		
76	1112	117	1675	168	803	768	699	685	672	658	645	631	618	604	591	577	564	550	537		
77	1125	118	1689	172	823	788	719	705	692	678	665	651	638	624	611	597	584	557	543		
78	1139	119	1703	176	843	808	729	725	718	698	685	671	658	644	631	617	604	590	577		
79	1153	120	1717	180	863	828	759	745	732	718	705	691	678	664	651	637	624	610	597		
80	1167	121	1730	184	883	848	779	765	752	738	725	711	698	684	671	657	644	630	617		
81	1180	122	1744	188	903	868	799	785	772	758	745	731	718	704	691	677	664	650	637		
82	1194	123	1758	192	923	888	819	805	792	778	765	751	738	724	711	697	684	670	657		
83	1208	124	1772	196	-	908	839	825	812	798	785	771	758	744	731	717	704	690	677		

Таблица 13

Таблица для расчета основного обмена женщин (1 ккал = 4, 19 кДж)

А				Б																	
Масса, кг	Калории	Масса, кг	Калории	Рост, см	Женщины (возраст в годах)																
					17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45		
44	1076	85	1468	40																	
45	1085	86	1478	44																	
46	1095	87	1487	48																	
47	1105	88	1497	52																	
48	1114	89	1506	56																	
49	1124	90	1516	60																	
50	1133	91	1525	64																	
51	1143	92	1535	68																	
52	1152	93	1544	72																	
53	1162	94	1554	76																	
54	1172	95	1564	80																	
55	1181	96	1573	84																	
56	1191	97	1583	88																	
57	1200	98	1592	92																	
58	1210	99	1602	96	-21																
59	1219	100	1661	100	-5	-14															
60	1229	101	1621	104	11	2															
61	1238	102	1631	108	27	18															
62	1248	103	1640	112	43	34															
63	1258	104	1650	116	59	50															
64	1267	105	1659	120	75	66															
65	1277	106	1669	124	101	82															
66	1286	107	1678	128	107	98															
67	1296	108	1688	132	123	114															
68	1305	109	1698	136	139	130															
69	1315	110	1707	140	155	146															
70	1325	111	1717	144	171	162															
71	1334	112	1726	148	187	178															
72	1344	113	1736	152	201	192	183	174	164	155	146	136	127	117	108	99	89	80	71		
73	1353	114	1745	156	215	206	190	181	172	162	153	144	134	125	116	106	97	87	78		
74	1363	115	1755	160	229	220	198	188	179	170	160	151	142	132	123	114	104	95	86		
75	1372	116	1764	164	243	234	205	196	186	177	168	158	149	140	130	121	112	102	93		
76	1382	117	1774	168	255	246	213	203	194	184	175	166	156	147	138	128	119	110	100		
77	1391	118	1784	172	267	258	220	211	201	192	183	173	164	154	145	136	126	117	108		
78	1401	119	1793	176	279	270	227	218	209	199	190	181	171	162	153	143	134	123	115		
79	1411	120	1803	180	291	282	235	225	216	207	197	188	179	169	160	151	141	132	124		
80	1420	121	1812	184	303	294	242	233	223	214	204	195	186	177	167	158	149	139	130		
81	1430	122	1822	188	313	304	250	240	231	221	215	203	193	184	175	165	156	147	137		
82	1439	123	1831	192	322	314	257	248	238	229	220	210	201	191	182	173	163	154	145		
83	1449	124	1841	196	333	324	264	255	246	236	227	218	208	199	190	180	171	161	152		
84	1458	–	–	200	–	334	272	262	253	244	234	225	216	206	197	188	179	169	160		

Выводы:

Лабораторная работа № 57
(проводится в парах или группах)

Тема. Вычисление основного обмена по формуле Рида.

Цель: научиться вычислять основной обмен по формуле Рида.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: секундомер, тонометр.

Ход работы

Минутный объем крови человека (в покое 4 – 5 л/мин) изменяется параллельно изменению уровня (интенсивности) обмена энергии. В свою очередь, обе величины зависят от размеров поверхности тела. Исходя из этого, было предложено использовать легко определяемые данные, характеризующие интенсивность кровообращения, для вычисления основного обмена. Рид предложил формулу, эмпирически отражающую связь основного обмена с кровообращением.

$$\text{Основной обмен (\% от нормы)} = 0,75 \times (f + 0,74 \times Pp) - 72,$$

где f – частота пульса, мин; Pp – пульсовое давление (разность между одновременно измеренным систолическим и диастолическим артериальным давлением).

Определяем основной обмен по формуле Рида. Для этого трижды измеряем артериальное давление (по способу Короткова) и подсчитываем пульс. Соблюдаем условия, необходимые для определения основного обмена (исследование проводим через 12 ч после приема пищи в состоянии относительного покоя).

Данные измерений и вычислений записываем в протокол опыта и рассчитываем основной обмен по формуле Рида, используя за образец нижеприведенный пример.

Пример. Пульс 90 уд./мин, артериальное давление 130/60 мм.

$$\begin{aligned} \text{Процент отклонения от основного обмена} &= 0,75 \times (90 + 0,74 \times 70) - 72 = \\ &= 0,75 \times (90 + 51,8) - 72 = 0,75 \times 141,8 - 72 = 106,35 - 72 = 34,35\%. \end{aligned}$$

Таким образом, основной обмен повышен на 34%.

Протокол опыта:

Определение основного обмена по формуле Рида

Показатели	1	2	3	Среднее значение
Частота пульса				
Артериальное давление, мм рт. ст.				
Пульсовое давление, мм рт. ст.				
Отклонение основного обмена, %				
Основной обмен, ккал/сут				

Оценка результатов

Для взрослого человека среднее значение величины основного обмена равно 1 ккал/кг/ч. Отсюда для взрослого мужчины массой 70 кг величина энерготрат основного обмена составляет около 1 700 ккал/сут, для женщин – около 1 500 ккал/сут.

Отклонение величины основного обмена от стандартной не более чем на $\pm 10\%$ считается в пределах нормы.

Для упрощения расчетов можно использовать специальную номограмму. Найдя по номограмме соответствующие значения частоты пульса и пульсового давления, соедините их линейкой. Точка пересечения со средней линией покажет величину отклонения основного обмена от нормы в процентах.

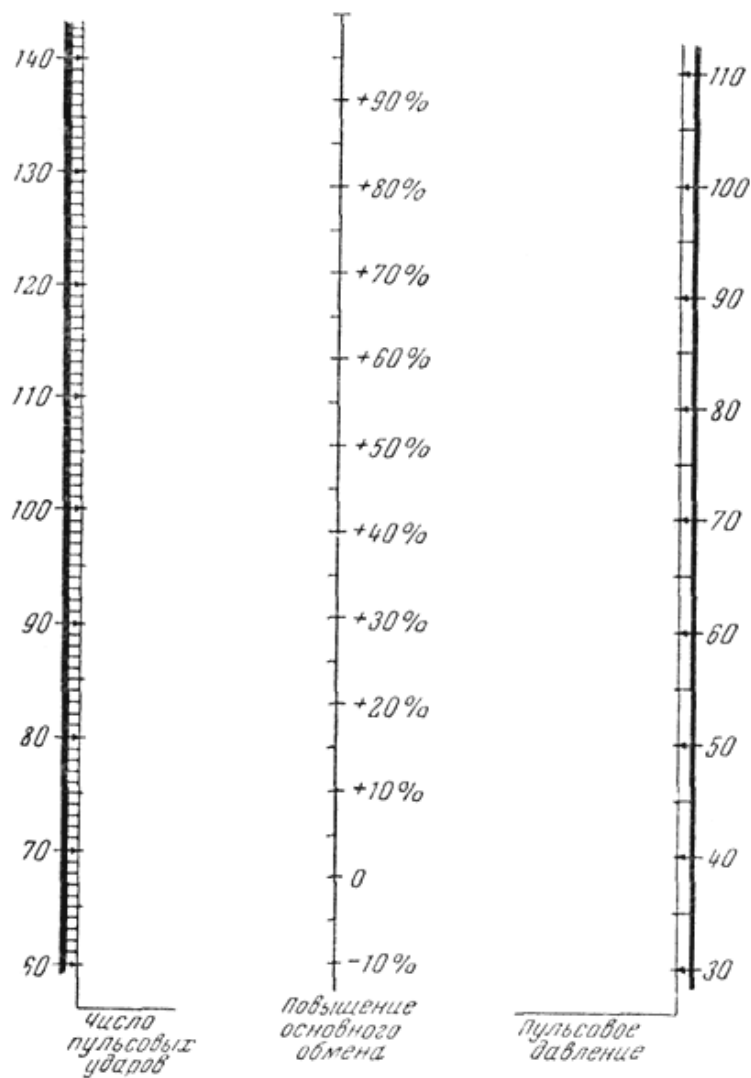


Рис.11. Номограмма для формулы Рида по определению повышения основного обмена из числа ударов пульса и амплитуды артериального давления (пульсового давления)

Выводы:

Модуль 13
ТЕПЛООБМЕН

Лабораторная работа № 58
(проводится индивидуально)

Тема. Контроль температуры тела в течение дня.

Цель работы: проанализировать изменение температуры тела человека в течение суток.

Объект исследования: человек.

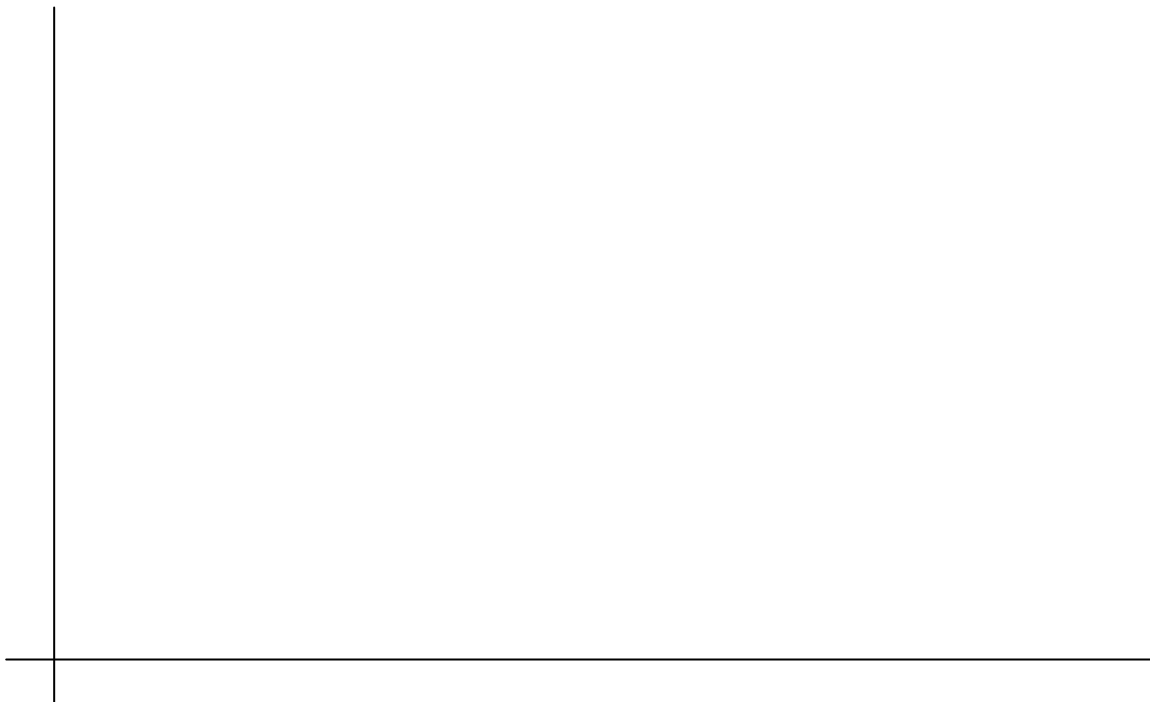
Материалы и оборудование: термометр.

Ход работы

Испытуемый проводит измерение температуры тела в течение дня (с 7 ч утра до 22 ч), в следующие часы: 7, 10, 13, 16, 19 и 22. Желательно делать замеры только в одной (либо в правой, либо в левой) подмышечной впадине (температура в левой подмышечной впадине несколько выше, чем в правой, – на $0,1 - 0,3^{\circ}\text{C}$).

Форма отчетности

На основании полученных данных постройте суточную температурную кривую, где на осях координат отметьте температуру в подмышечной впадине (ось X) и время суток (ось Y).



Ответьте на вопросы.

1. Почему температура тела здорового человека меняется в течение суток?
2. Назовите органы и системы организма человека, через которые наиболее интенсивно идет потеря тепла.

Выводы:

Модуль 14
ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Лабораторная работа № 59
(проводится в парах или группах)

Тема. Потоотделение.

Цель: познакомиться с методами исследования потоотделения. Изучить пробу Минора.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: смесь спирта, йода и касторового масла; крахмал, ватные палочки.

Имеется ряд методов исследования потоотделения: 1) визуальный метод; 2) электрометрические методы – по изменению электропроводности кожи судят об интенсивности потоотделения; 3) калориметрические, или цветовые методы, в т.ч. проба В. Л. Минора.

Проба В. Л. Минора была предложена автором в 1928 г. (йодкрахмальный метод). Она заключается в том, что кожа смазывается смесью спирта, йода и касторового масла, а после высыхания присыпается крахмалом. При выделении пота крахмал под действием йода темнеет. Топография зон с измененной окраской и выраженность потемнения кожи дают возможность определить локализацию и интенсивность нарушения потоотделения.

Ход работы

Испытатель смачивает ватную палочку смесью. Смазывает ею определенные участки тела испытуемого. После высыхания смеси присыпает эти участки крахмалом.

Форма отчетности

Опишите результаты исследования потоотделения с помощью пробы Минора.

Выводы:

Лабораторная работа № 60
(проводится в парах или группах)

Тема. Исследование потоотделения у человека.

Цель: познакомиться с методами исследования потоотделения.

Объект исследования: человек.

Материалы и оборудование: спиртовой раствор йода, кусочки хлопчатобумажной ткани, пропитанные крахмалом, лейкопластырь, ватные палочки, полотенце.

Ход работы

Смажьте различные участки тела исследуемого спиртовым раствором йода и, после его высыхания, приложите к этим участкам кусочки хлопчатобумажной ткани, пропитанные раствором крахмала. Зафиксируйте их лейкопластырем. Через 15 – 30 мин отметьте, как изменилась окраска кусочков ткани.

Затем исследуемый выполняет какую-либо физическую нагрузку в течение 5 – 10 мин. После этого снова отметьте характер изменения окраски кусочков ткани.

Результаты наблюдения отметьте в протоколе опытов и сделайте вывод о влиянии физической нагрузки на интенсивность потоотделения.

Протокол опытов:

Изменение окраски кусочков ткани, пропитанных раствором крахмала	
Через 15 – 30 мин в покое	
После физической нагрузки	

Выводы:

Литература

1. Физиология человека: учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-03 02 01 «Физическая культура». В 2 ч. Ч. 2 / сост. и общ. ред. Н. И. Апрасюхиной. – Новополоцк: ПГУ, 2007. – 204 с.
2. Рохлов, В. С. Практикум по анатомии и физиологии человека / В. С. Рохлов, В. И. Сивоглазов. – М.: Academia, 1999. – 160 с.
3. Тетрадь для лабораторных работ по физиологии человека и животных. Ч. 1. Физиология нервной, мышечной и сенсорной систем: пособие для студентов биол. специальностей высш.учеб. заведений / сост. И. М. Прищепа, Г. А. Захарова. – Витебск: Изд-во ВГУ им. П. М. Машерова, 2008. – 99 с.
4. Тетрадь для лабораторных работ по физиологии человека и животных: пособие для студентов биол. специальностей высших учебных заведений. Ч. 1. Физиология нервной, мышечной и сенсорной систем / сост. И. М. Прищепа, Г. А. Захарова. – Витебск: Изд-во ВГУ им. П. М. Машерова, 2009. – 66 с.
5. Физиология человека и животных: практикум / под ред. акад. В. Н. Гурина. – Минск: Научно-метод. центр «Электронная книга БГУ», 2003. – 121 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Модуль 7. Физиология сенсорных систем	4
Лабораторные работы №№ 32 – 42	
Модуль 9. Физиология крови и кровообращения	18
Лабораторные работы №№ 43 – 47	
Модуль 10. Физиология дыхания	28
Лабораторные работы №№ 48 – 50	
Модуль 11. Физиология пищеварения	32
Лабораторные работы №№ 51 – 53	
Модуль 12. Обмен веществ и энергии	36
Лабораторные работы №№ 54 – 57	
Модуль 13. Теплообмен	47
Лабораторная работа № 58	
Модуль 14. Физиология выделительной системы	48
Лабораторная работа №№ 59 – 60	
Литература	50

Учебное издание

АПРАСЮХИНА Наталья Ивановна
ЯСКЕВИЧ Валентина Владимировна

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Рабочая тетрадь
для практических (лабораторных) работ
для студентов спортивно-педагогического факультета

В двух частях

Часть 2

Редактор *Т. А. Дарьянова*

Подписано в печать 19.09.12. Формат 60х84 1/8. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 6,04. Уч.-изд. л. 1,45. Тираж 120 экз. Заказ 1349.

Издатель и полиграфическое исполнение –
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

ЛИ № 02330/0548568 от 26.06.09

ЛП № 02330/0494256 от 27.05.09

Ул. Блохина, 29, 211440, г. Новополоцк.

