

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Часть 1. ФИЗИОЛОГИЯ

Практикум для студентов

Специальность 030301 (020400) - психология

Воронеж

2005

Утверждено научно-методическим советом факультета философии и психологии от 27 декабря 2004 г., (протокол № 3).

Составители: Гуляева С.И., Мещерякова М.Ю.

Практикум по физиологии человека подготовлен на кафедре физиологии человека и животных биолого-почвенного факультета Воронежского государственного университета.

Рекомендуется для студентов 1-го курса дневного отделения факультета философии и психологии, обучающихся по специальности 030301 (020400) Психология.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Практикум по физиологии предназначен для проведения лабораторных занятий по курсу “Анатомия и физиология человека” для студентов дневного отделения факультета философии и психологии. В целом лабораторный практикум соответствует программе курса анатомии и физиологии человека. В нем представлены разработки 22 лабораторных занятий по следующим разделам: физиология сердечно-сосудистой системы, физиология мышечной системы, физиология крови, физиология пищеварения, физиология дыхательной системы, физиология обмена веществ и энергии. Все разделы практикума имеют общую структуру: тема, цель и ход выполнения лабораторной работы. После выполнения лабораторной работы студент делает выводы на основании полученных экспериментальных исследований. В ходе выполнения работ студенты должны овладеть физиологическими методами исследований и закрепить свои теоретические знания.

Настоящий практикум составлен опытными преподавателями кафедры физиологии человека и животных ВГУ.

Практикум включает 6 таблиц, 7 рисунков, 5 библиографических источников.

СОДЕРЖАНИЕ

Физиология нервно-мышечной системы	4
Работа 1. Методика приготовления нервно-мышечного препарата	4
Работа 2. Запись одиночного и тетанического сокращения икроножной мышцы лягушки.....	6
Работа 3. Определение работы и силы мышцы лягушки.....	7
Работа 4. Зависимость мышечной работы человека от ритма и нагрузки.....	8
Работа 5. Измерение силы мышц человека.....	9
Физиология сердечно-сосудистой системы	10
Работа 6. Методика изоляции сердца по Штраубу.....	10
Работа 7. Влияние температуры, солей калия и кальция, адреналина и ацетилхолина на работу изолированного сердца лягушки	12
Работа 8. Экстрасистола и компенсаторная пауза.....	13
Работа 9. Анализ проводящей системы сердца (опыт Станниуса).....	14
Работа 10. Измерение артериального давления крови.....	15
Работа 11. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы	15
Работа 12. Выслушивание тонов сердца.....	18
Работа 13. Электрокардиография.....	19

Физиология крови	21
Работа 14. Подсчет количества эритроцитов в крови.....	21
Работа 15. Определение количества гемоглобина в крови.....	22
Работа 16. Осмотическая устойчивость (резистентность) эритроцитов.....	23
Работа 17. Определение групп крови.....	23
Физиология пищеварения	24
Работа 18. Ферментные свойства слюны.....	24
Работа 19. Исследование ферментативного действия желудочного сока.....	25
Физиология дыхания	26
Работа 20. Определение дыхательных объемов.....	26
Физиология обмена веществ	27
Работа 21. Расчет основного обмена по таблицам.....	27
Работа 22. Составление пищевого рациона.....	28
Рекомендуемая литература	30

ФИЗИОЛОГИЯ МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Работа 1. МЕТОДИКА ПРИГОТОВЛЕНИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО ПРЕПАРАТА

Многие физиологические опыты проводятся на нервно-мышечном препарате, приготовленном из задних лапок лягушки. Обычный классический изолированный нервно-мышечный препарат представляет собой икроножную мышцу лягушки с подходящим к ней седалищным нервом. Для удобства препаровки отделяют кусочек позвонка, связанного с нервом, кроме этого оставляют и бедренную кость для того, чтобы укрепить препарат на штативе (рис. 1).

Цель работы. Освоить технику приготовления нервно-мышечного препарата.

Материалы и оборудование: набор препаровальных инструментов, стаканчик с физиологическим раствором для холоднокровных животных (раствором Рингера), восковая препаровальная доска с набором булавок.

Ход работы.

Произвести обезглавливание лягушки путем декапитации с последующим разрушением спинного мозга. Для этого берут лягушку в левую руку так, чтобы передние конечности ее были прижаты к телу, а голова оставалась свободной. В правую руку взять большие ножницы и ввести остроконечную браншу в ротовую полость через уголок рта под верхнюю челюсть. Затем быстрым движением ножниц отрезать верхнюю челюсть.

В открытый спинномозговой канал ввести зонд и несколькими движениями вверх и вниз разрушить спинной мозг. Полностью разрушенным

спинной мозг считается тогда, когда задние лапки не напряжены и свободно могут быть согнутыми.

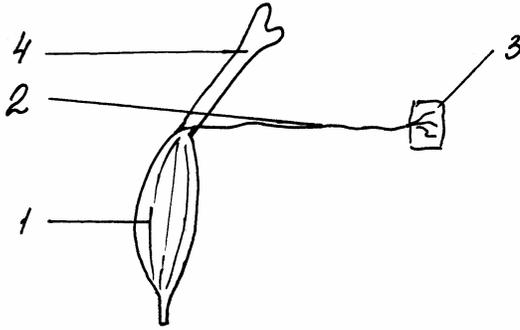


Рис. 1. Нервно-мышечный препарат:

- 1 – икроножная мышца;
- 2 – седалищный нерв;
- 3 – кусочек позвоночника;
- 4 – бедренная кость.

Приготовить препарат двух задних лапок лягушки. Взять лягушку за задние лапки так, чтобы ее брюшко отвисло и перерезать сразу за передними лапками. Затем подрезать с обеих сторон кожу и мышцы брюшной стороны и удалить всю свисающую часть туловища и внутренности так, чтобы остались задние конечности с кусочком позвоночника. Держа одной рукой позвоночник, другой захватывают край кожи и быстрым движением снимают ее. Задние лапки лягушки положить на препаровальную доску брюшной стороной вверх. Затем руки и инструменты, которыми велась препаровка, тщательно вымыть.

Отпрепарировать седалищный нерв лягушки. Прежде чем начать препаровку, рассмотрите нервные стволы крестцового сплетения. Взять в левую руку отрезок позвоночника так, чтобы тазовые кости приняли горизонтальное положение, при этом хвостовая кость (уростиль) приподнимается. Затем ножницами вырезать уростиль так, чтобы не повредить нервные стволы. Разделить препарат задних лапок строго по средней линии, перерезая позвоночник и симфиз тазовых костей. Осторожно отпрепарировать седалищный нерв до тазобедренного сустава. Затем перевернуть лапку дорзальной стороной вверх и двумя пинцетами раздвинуть мышцы на задней стороне бедра по борозде, проходящей между двуглавой мышцей бедра и полуперепончатой. В глубине борозды найти ствол седалищного нерва. Затем булавками на препаровальной доске оттянуть мышцы бедра в стороны так, чтобы хорошо был виден седалищный нерв. Пинцетом приподнять нерв за кусочек позвоночника и, осторожно подрезая маленькими ножницами ткани, отпрепарировать нерв, помня, что касаться нерва без особой надобности металлом, а тем более руками не следует. Во время препаровки необходимо время от времени смачивать нерв физиологическим раствором.

Отпрепарировать икроножную мышцу и бедренную кость лягушки. Седалищный нерв откинуть на голень, взять пинцетом бедренную кость и обрезать все мышцы вокруг нее. Затем под ахиллово сухожилие подвести браншу ножниц, отделить его по всей длине и перерезать ниже сесамовидной косточки. Захватив конец сухожилия пинцетом, отвести мышцу в

сторону, разрывая соединяющие ее с другими тканями фасции. Голень перерезать ниже коленного сустава.

В тетради записать основные этапы приготовления нервно-мышечного препарата и зарисовать препарат, обозначив все его части.

Работа 2. ЗАПИСЬ ОДИНОЧНОГО И ТЕТАНИЧЕСКОГО СОКРАЩЕНИЯ ИКРОНОЖНОЙ МЫШЦЫ ЛЯГУШКИ

В условиях опыта на одиночные раздражения мышца отвечает одиночным сокращением. Тетаническое сокращение (тетанус) можно получить при раздражении мышцы быстро следующими друг за другом импульсами. При небольшой частоте раздражения мышцы возникает зубчатый тетанус, при большой – регистрируется длительное сокращение – гладкий тетанус.

Цель работы. Записать кривые одиночного и тетанического сокращения; зарегистрировать тетанус при оптимальной и пессимальной частоте раздражения.

Материалы и оборудование: набор препаровальных инструментов, стимулятор, кимограф, универсальный штатив, держатель для бедренной кости, влажная камера с электродами для нервного ствола, электроды для раздражения мышцы, писчик.

Ход работы.

Приготовить нервно-мышечный препарат лягушки. Укрепить бедренную кость в держателе и наложить электроды для раздражения мышцы. На стимуляторе установить: переключатель рода работ на “Внешний разовый”, “Длительность” – 1 мсек, к клеммам “Амплитуда” подключить электроды для прямого раздражения в положение 1:100 и знаку ⊥ (земля), а тумблер “Стимул” в положение ”Вкл”. Заземлить электростимулятор и включить его в сеть. Переключателем “Амплитуда” найти порог раздражения мышцы (минимальную силу раздражения, при которой наступает возбуждение ткани), а затем усилить напряжение до получения максимальной силы раздражения.

Ослабить крепление барабана на валу кимографа. Затем быстро (рукой) повернуть барабан кимографа, другой рукой нажать кнопку “Разовый пуск”. На кимографе будет запись развернутой кривой одиночного сокращения. Закрепить барабан кимографа. Тумблер “Стимул” поставить в положение ”Выкл”, “Вид запуска” - в положение “Внутр. Пуск”. Записать последовательно сокращения при частоте 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 100 Гц, включив на 2-3 сек тумблер “Стимул”. При этом получают различные виды тетануса. Для получения кривых сокращений при оптимальной и пессимальной частоте раздражения, записать тетаническое сокращение при частоте раздражения, при которой возникает тетанус с максимальной амплитудой. Затем, не выключая стимуляции, тумблер частоты импульсов переставить с положения $\times 1$ на $\times 10$ и таким образом час-

тота импульсов увеличится в 10 раз, при этом наблюдается падение кривой тетануса (пессимум). Затем вновь переключить тумблер частоты в положение x_1 , кривая тетануса вновь возрастет (явление оптимума).

Зарисовать полученные кривые и сделать выводы.

Работа 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТЫ И СИЛЫ МЫШЦЫ ЛЯГУШКИ

Работа мышцы (А) измеряется произведением поднятого груза (Р) на величину укорочения мышцы (h) и выражается в килограммометрах или грамсантиметрах ($A = P \times h$). Сила мышцы определяется тем максимальным грузом, который она еще может поднять.

Цель работы. Определить силу мышцы и найти зависимость между величиной груза, который поднимает мышца, и выполняемой ею работой.

Материалы и оборудование: набор препаровальных инструментов, стимулятор, универсальный штатив, держатель для бедренной кости, писчик, электроды для раздражения мышцы, упор для писчика, набор грузиков.

Ход работы.

Приготовить препарат икроножной мышцы лягушки. Укрепить препарат на универсальном штативе. Регистрирующий рычаг должен быть в горизонтальном положении, для этого под писчиком необходимо закрепить упор.

Режим работы стимулятора следующий: “Вид запуска” – “Внутренний”, “Частота” – 1 Гц, “Длительность” стимула – 1 мс, сила раздражения – максимальная.

На неподвижном кимографе записать сокращения мышцы при отсутствии нагрузки. Затем повернуть барабан от руки примерно на 0,5 см. Зарегистрировать сокращение мышцы при грузе 5 г. Увеличивать нагрузку и делать записи сокращений до тех пор, пока груз не увеличится настолько, что мышца уже не сможет его поднять. Отметить около каждой записи соответствующую величину груза (Рис.2).

Вычислить работу, проделанную мышцей при каждом сокращении.

Величину укорочения мышцы (h) найти по формуле: $h = (H \times s) / S$, где H – высота подъема писчика в см по записи на барабане кимографа; S – длина писчика от точки вращения (О) до конца писчика (А); s – длина писчика от точки вращения (О) до точки прикрепления мышцы (С).

Результаты измерений занести в таблицу 1.

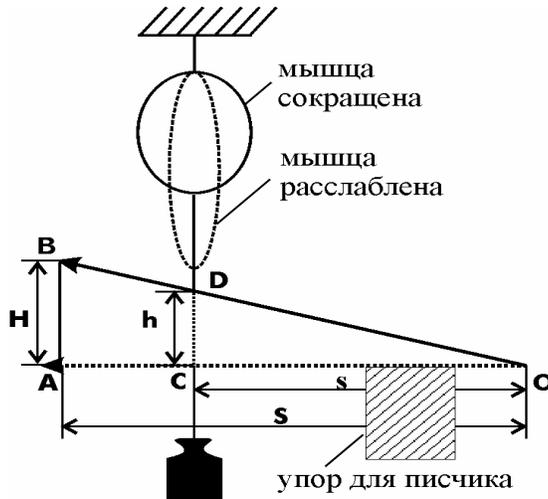


Рис. 2. Схема размещения и крепления груза.

Таблица 1

Результаты работы мышцы

Масса груза, г	P	0	5	10	и т.д.		
Высота подъема пистчика, см	H						
Высота укорочения мышцы, см	h						
Работа, г/см	A						

На основании таблицы построить графики зависимости величины укорочения мышцы и работы от нагрузки и сделать выводы.

Работа 4. ЗАВИСИМОСТЬ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ РИТМА И НАГРУЗКИ

При мышечной работе у человека со временем развивается утомление; сила мышечных сокращений постепенно уменьшается и наступает момент, когда человек уже не в состоянии продолжать работу. Скорость развития утомления зависит от ритма работы и величины груза. Большой груз или слишком частый ритм приводят к быстрому развитию утомления. Наибольшая работа совершается при средних, оптимальных для данного человека ритме работы и нагрузке.

Туринский физиолог Моссо сконструировал прибор – эргограф, позволяющий исследовать работу мышц руки человека.

Цель работы. Определить величину выполняемой работы в зависимости от нагрузки и ритма, в котором данная работа производится.

Материалы и оборудование: эргограф, гири – 1, 2 и 5 кг, метроном.

Ход работы.

Часть 1. Определение зависимости работы от величины нагрузки.

Внимание! Ноги под подвешенный груз не подставлять!

Записать на эргографе движения нагруженного пальца. Для этого предплечье и пальцы закрепить в приборе и петлю надеть на средний или указательный палец. Сгибая и разгибая палец, испытуемый поднимает и опускает подвешенный груз: 2 кг для девушек и 3 кг для юношей. Пускают в ход метроном с частотой 90 ударов в минуту. Испытуемый поднимает груз при каждом ударе метронома, сокращения мышцы должны производиться каждый раз с максимальной силой. Высота подъема груза регистрируется на бумаге. Постепенно у испытуемого начинает развиваться утомление, сила мышечных сокращений становится все меньше и меньше, и, наконец, наступит такой момент, когда испытуемый уже не в состоянии поднимать груз – это момент отказа от работы. Полученная таким образом кривая называется кривой утомления.

Вычисляют произведенную пальцем работу (А) в Джоулях по формуле:

$$A = P \cdot H \cdot n / 0,10197,$$

где P – масса груза; H – средняя высота его подъема; n – количество подъемов.

После 10-минутного отдыха увеличить нагрузку: для девушек – 3 кг, для юношей – 5 кг. Записать кривую утомления при том же ритме.

Вычислить работу и сравнить результаты. Сделать выводы.

Часть 2. Определение зависимости выполняемой работы от ее ритма.

К крючку эргографа подвесить тот груз, при поднятии которого в первой части опыта испытуемым была произведена наибольшая работа. Испытуемый поднимает груз средним пальцем руки до полного отказа от работы в ритме 120 раз в минуту. После 10-минутного отдыха повторить опыт, используя тот же груз, но снижая ритм работы до 90 раз в минуту.

Вычислить работу и сравнить результаты. Сделать выводы.

Работа 5. ИЗМЕРЕНИЕ СИЛЫ МЫШЦ ЧЕЛОВЕКА

Одним из показателей физического развития организма служит сила мышц. Сила мышц определяется тем наибольшим напряжением, которое она может развить.

Для определения силы мышц у человека пользуются кистевыми динамометрами. Кистевой динамометр представляет собой стальную скобу, которую человек сжимает в ладони с максимальным напряжением. Деформация шкалы отмечается стрелкой, показывающей на шкале усилие

в килограммах. Сила правой кисти у мужчин колеблется в пределах 35-50 кг, левой – 32-46 кг; у женщин – соответственно 25-33 и 23-30 кг.

Цель работы. Определить силу мышц кисти.

Материалы и оборудование: кистевой динамометр.

Ход работы.

Для определения силы мышц кисти взять кистевой динамометр кистью правой руки, которую отвести от туловища до получения с ним прямого угла. Вторую руку опустить вниз вдоль туловища. Сжимать с максимальной силой пальцы правой кисти 5 раз, делая интервалы в несколько минут и каждый раз фиксируя положение стрелки. Наибольшее отклонение стрелки динамометра является показателем максимальной силы мышц кисти. Определить силу левой руки. Вычислить среднюю величину силы мышц правой и левой кисти.

Принять сидячую позу у стола, рука должна лежать на столе, а динамометр, сжимаемый рукой, располагаться своей длинной осью перпендикулярно поверхности стола. Произвести три раза сжатие пружины динамометра (за показатель силы берется наибольшая величина из трех измерений).

Записать результаты, полученные всеми студентами группы, в таблицу. Рассчитать среднюю величину.

ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Работа 6. МЕТОДИКА ИЗОЛЯЦИИ СЕРДЦА ПО ШТРАУБУ

Сердце лягушки состоит из трех отделов: венозного синуса (пазухи), двух предсердий и одного желудочка (рис. 3).

В физиологических и фармакологических опытах используется препарат изолированного по Штраубу сердца лягушки, который представляет собой изолированный желудочек сердца, венозный же синус и предсердия исключены из перфузии.

Цель работы. Освоить методику изоляции сердца по Штраубу.

Материалы и оборудование: лягушка, дощечка для фиксации лягушки, канюля, лигатуры, универсальный штатив, кимограф, набор препаровальных инструментов, рычажок Энгельмана с серфином, раствор Рингера.

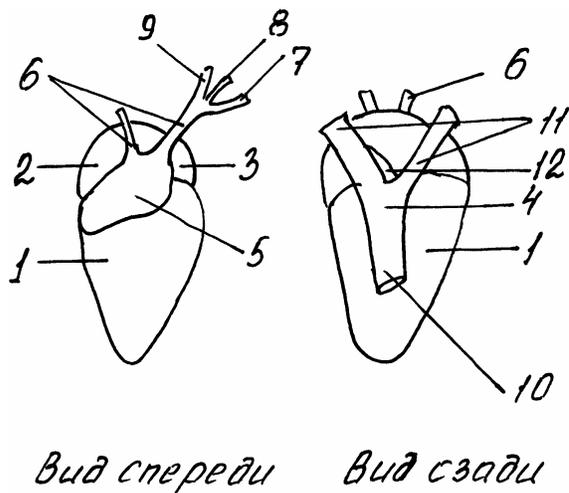


Рис. 3. Сердце лягушки:

1 – желудочек; 2 – правое предсердие; 3 – левое предсердие; 4 – венозный синус; 5 – артериальный конус; 6 – дуги аорты; 7 – легочно-кожная артерия; 8 – аорта; 9 – общая сонная артерия; 10 – нижняя полая вена; 11 – верхние полые вены; 12 – легочные вены.

Ход работы.

Лягушку обезглавить, разрушить спинной мозг.

Поместить лягушку на препаровальную дощечку брюшком вверх, зафиксировав ее лапки булавками. Вырезать ножницами кожный лоскут, вершина которого должна находиться на середине брюшка, а основание под нижней челюстью. Ввести браншу ножниц в полость тела лягушки и, держа их плашмя, осторожно, чтобы не поранить сердце, отделить грудину. Захватить пинцетом перикард на уровне верхушки сердца и разрезать его, обнажив таким образом сердце, найти и перерезать уздечку сердца. Обнаженное сердце необходимо периодически орошать раствором Рингера во избежание подсыхания.

Рассмотреть и зарисовать строение передней и задней поверхности сердца. Отметить порядок сокращения (систола) и расслабления (диастола) его отделов – венозного синуса, предсердий и желудочка.

Тщательно отпрепарировать обе дуги аорты и, подведя под них лигатуры, перевязать их, отступив как можно дальше от сердца. Третью лигатуру подвести под луковицу аорты.

Острыми ножницами надрезать стенку левой дуги аорты и, вводя в сосуд канюлю с раствором Рингера, осторожно продвинуть ее в полость желудочка. Показателем того, что канюля вошла в полость сердца, служит движение в ней раствора Рингера при каждой систоле желудочка.

Канюлю укрепить, завязывая на ее шейке нитку, предварительно подведенную под луковицу аорты. Затем препарат сердца вырезать из организма лягушки, слегка приподняв его на канюле. При этом венозный синус вырезать вместе с кусочком печени (не повредить венозный синус!).

Канюлю с изолированным сердцем укрепить в зажиме на штативе; верхушку желудочка при помощи серфина и нитки соединить с рычажком для графической регистрации сердечных сокращений на кимографе. Записать сокращения изолированного сердца на кимографе.

Работа 7. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, СОЛЕЙ КАЛИЯ И КАЛЬЦИЯ, АДРЕНАЛИНА И АЦЕТИЛХОЛИНА НА РАБОТУ ИЗОЛИРОВАННОГО СЕРДЦА ЛЯГУШКИ

Деятельность сердца регулируется не только нервной системой, но и гуморальной – различными веществами, находящимися в крови. Наиболее выраженным влиянием на деятельность сердца обладает адреналин. Его действие подобно раздражению симпатической нервной системы.

Существенное влияние на деятельность сердца оказывают и некоторые электролиты. Так, избыток ионов калия в крови угнетает сердечную деятельность, а при значительном избытке сердце останавливается в диастоле. Избыток ионов кальция действует в противоположном направлении.

Цель работы. Провести наблюдение на примере изменения автоматии сердца зависимости физиологических процессов от температуры. Выяснить влияние на сердце медиаторов симпатической и парасимпатической системы. Установить влияние на сердечную мышцу ионов калия и кальция.

Материалы и оборудование: лягушка, дощечка для фиксации лягушки, набор препаровальных инструментов, канюля, лигатуры, рычажок Энгельмана с серфином, универсальный штатив, кимограф, раствор Рингера, пипетка, растворы адреналина, ацетилхолина, CaCl_2 , KCl , горячая вода, лед.

Ход работы.

Изолировать сердце лягушки по Штраубу. Канюлю с изолированным сердцем укрепить в зажиме на штативе и соединить с рычажком для графической регистрации сердечных сокращений на кимографе.

Записать сокращения изолированного сердца на кимографе и заменить раствор Рингера в канюле раствором, охлажденным до $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наблюдать изменения записи сокращений сердца на кимографе. Заменить раствор в канюле на обычный раствор ($18\text{-}20\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Заменить в канюле раствор Рингера раствором, нагретым до $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (не выше). Наблюдать изменения записи на кимографе.

Испытать влияние на сердце избытка ионов калия. Для этого заменить в канюле обычный раствор Рингера раствором, в котором концентрация калия в 4 раза выше нормы. Как только отчетливо уменьшится ритм и сила сокращений, необходимо многократно промыть сердце раствором Рингера и дождаться возврата к прежней амплитуде сокращений сердца.

После записи нормальной деятельности сердца исследовать действие раствора с изотоническим содержанием ионов кальция. Сердце промыть несколько раз нормальным раствором Рингера для восстановления исходных сокращений.

При помощи пипетки ввести в канюлю с раствором Рингера 1-2 капли раствора адреналина. Отметить учащение и усиление сердечных сокращений. Многократно промыть сердце раствором Рингера.

Испытать влияние на сердце ацетилхолина. Для этого в канюлю со свежим раствором Рингера прибавить 1-2 капли раствора ацетилхолина. Отметить замедление и ослабление сердечных сокращений. При избытке ацетилхолина может наступить остановка сердца в диастоле.

Зарисовать кривые, проанализировать полученные экспериментальные данные, сделать выводы.

Работа 8. ЭКСТРАСИСТОЛА И КОМПЕНСАТОРНАЯ ПАУЗА

Одной из важнейших физиологических особенностей сердечной мышцы является длительный рефрактерный период. Он состоит из двух фаз: фазы абсолютной и фазы относительной рефрактерности. Абсолютная рефрактерная фаза во времени совпадает с систолой, относительная рефрактерная фаза – с диастолой. Раздражение, нанесенное на желудочек во время диастолы, вызывает внеочередное сокращение, называемое экстрасистолой. За экстрасистолой всегда следует более длинная, чем обычно, пауза. Ее называют компенсаторной паузой (рис. 4).

Цель работы. Исследовать возбудимость желудочка сердца в различные фазы его деятельности.

Материалы и оборудование: лягушка, дощечка для фиксации лягушки, набор препаровальных инструментов, канюля, лигатуры, рычажок Энгельмана с серфином, универсальный штатив, кимограф, раствор Рингера, электроды для раздражения, стимулятор.

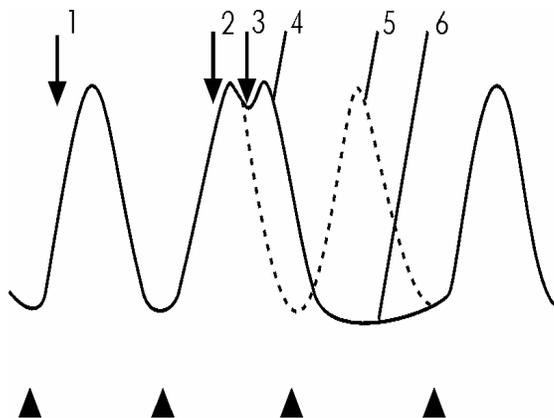


Рис. 4. Экстрасистола и компенсаторная пауза.

▲ – моменты поступления импульсов из синусного узла; 1, 2, 3 – моменты нанесения электрических раздражения; 4 – экстрасистола; 5 – выпавшее сокращение; 6 – компенсаторная пауза;

Ход работы.

Изолировать сердце лягушки по Штраубу.

Подвести к сердцу электроды от стимулятора. Один укрепить у основания сердца, другой соединить с серфином у верхушки сердца.

Во время записи сердечных сокращений нанести раздражение на сердце в различные периоды его деятельности. Для этого поставить тумб-

лер “Вид запуска” в положение “Внешний разовый”. Сила раздражителя – 1-5 В, “Длительность” стимула – 5 мсек.

Зарисовать полученные кривые и сделать выводы.

Работа 9. АНАЛИЗ ПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ СЕРДЦА (ОПЫТ СТАННИУСА)

Одной из характерных особенностей сердца является его автоматия. Автоматией называют способность органа, ткани, клетки возбуждаться под влиянием импульсов, возникающих в них самих без внешних раздражителей. В сердце автоматия свойственна лишь определенным его участкам, которые называют узлами автоматии. Все участки проводящей системы обладают способностью к автоматии, которая изменяется от венозного конца сердца к артериальному (градиент автоматии). Ритм нормально работающего сердца определяется частотой возбуждений, возникающих в синусном узле. Поэтому синусный узел называют «водителем ритма» - пейсмекером. При нарушении функции синусного узла проявляется автоматия атриовентрикулярного узла. Ритм сокращений сердца, задаваемый этим узлом, вдвое и более раз ниже, чем в норме.

Цель работы. Выполнить опыт Станниуса, доказывающий ведущую роль синусного узла в автоматии сердца и наличии градиента автоматии.

Материалы и оборудование: лягушка, набор препаровальных инструментов, дощечка для фиксации лягушки, канюля, раствор Рингера, лигатуры, кимограф, универсальный штатив, рычажок Энгельмана с серфином, пипетка.

Ход работы.

Произвести изоляцию по Штраубу. Подвести под венозный синус лигатуру, но не завязывать ее. Произвести регистрацию работы сердца в норме, подсчитать число сокращений за 30 секунд.

Наложить первую лигатуру Станниуса (рис.5). Для этого слабо завязать лигатуру и, постепенно стягивая ее, расположить точно по границе между синусом и предсердиями. После наложения первой лигатуры синус должен сокращаться в прежнем ритме, а предсердия и желудочек останавливаются.

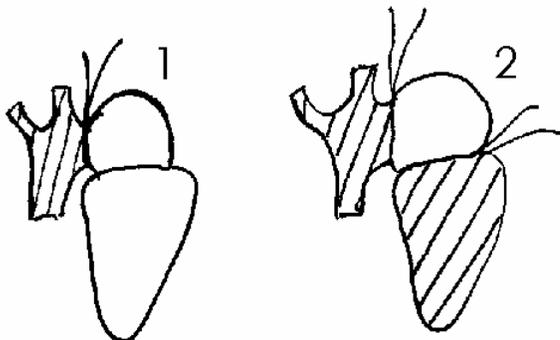


Рис. 5. Схема наложения лигатур по Станниусу.

1 – первая лигатура, 2 – первая и вторая лигатуры. Части сердца, сокращающиеся после наложения лигатур, затемнены.

Наложить вторую лигатуру Станниуса. Она механически раздражает атриовентрикулярный узел и тем самым побуждает его к автоматической деятельности. При правильном наложении лигатуры сейчас же восстанавливаются сокращения желудочков. Подсчитать их число.

Сделать выводы, зарисовать схему наложения лигатур Станниуса.

Работа 10. ИЗМЕРЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КРОВИ

Одним из важнейших показателей состояния сердечно-сосудистой системы является кровяное давление. Величина его определяется двумя факторами: величиной напора крови в аорте и сопротивлением стенок сосудов.

Различают систолическое давление, равное у здорового человека 110-140 мм рт. ст., и диастолическое – 65-80 мм рт. ст.

Измерение кровяного давления в клинике производят с помощью прибора – сфингомометра, состоящего из ртутного или пружинного манометра, резиновой манжетки и нагнетательной груши. Данный метод измерения артериального давления является косвенным, так как проверяется давление воздуха в манжетке.

Цель работы. Ознакомиться с методикой измерения кровяного (артериального) давления у человека по способу Короткова и научиться его определять у человека.

Материалы и оборудование: тонометр, фонендоскоп.

Ход работы.

Наложить манжетку на обнаженное плечо. Установить фонендоскоп в локтевом сгибе над плечевой артерией. Нагнетая воздух в манжетку, создать в ней давление, превышающее максимальное (140-160 мм рт. ст.), затем, слегка открыв кран, выпускать воздух до появления ритмических звуков (тонов Короткова). Показание манометра в этот момент соответствует систолическому давлению крови.

Продолжать снижение давления в манжете до исчезновения звука. Давление в манометре в этот момент равно диастолическому давлению крови. Вычислить пульсовое давление крови.

Работа 11. ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Во время работы возрастает потребность мышц и головного мозга человека в питательных веществах и кислороде, в удалении продуктов распада (молочной, уксусной и углекислоты). Необходимым условием для этого является увеличение скорости кровотока и минутного объема крови.

Минутный объем крови зависит от таких показателей, как частота пульса и ударный объем крови, который, в свою очередь, зависит от артериального кровяного давления.

Артериальное давление (АД) бывает максимальным, минимальным и пульсовым. Систолическое давление крови (САД), – максимальное давление, которое оказывает протекающая кровь на стенку сосудов артерий во время сокращения мышц левого желудочка сердца. Повышение систолического давления при работе служит показателем усиления сердечной деятельности.

Минимальное, или диастолическое давление крови (ДАД), – наименьшая величина давления крови к концу расслабления мышцы сердца. Если во время работы оно уменьшается, это свидетельствует о расширении кровеносных сосудов и снижении сопротивления сосудистых стенок движению крови. Если диастолическое давление крови увеличивается, что связано с нервно-эмоциональным влиянием, то, значит, сосудистый тонус имеет большее напряжение.

Пульсовое давление – разница между максимальным и минимальным артериальным давлением крови. Физическая работа увеличивает пульсовое давление.

В качестве нагрузки чаще всего применяется проба Мартина (20 приседаний за 30 с, ноги на ширине плеч, руки вытянуты вперед). Непосредственно после такой физической нагрузки у здоровых людей систолическое давление крови повышается на 25-30 мм рт. ст., диастолическое давление крови не изменяется или незначительно снижается (на 5-10 мм рт. ст.), а через 3 минуты артериальное давление крови возвращается к исходному уровню. При учащении пульса на 25 % состояние сердечно-сосудистой системы оценивается как хорошее, на 50-75 % – удовлетворительное, более чем на 75 % – неудовлетворительное.

Восстановление пульса до исходной величины после окончания физической работы у здоровых людей длится 1-2 минуты. Процент повышения систолического давления крови в норме больше, чем процент увеличения частоты пульса. Во время физической работы частота дыхания увеличивается на 4-6 дыхательных движений в минуту и возвращается после ее окончания к исходному уровню через 1-2 минуты. Пульсовое давление при мышечной работе, как правило, увеличивается. Увеличение

пульсового давления обычно происходит с нарастанием систолического давления и в известной степени зависит от тяжести работы. При очень утомительной работе, вызывающей снижение систолического давления, может уменьшаться и пульсовое давление.

Цель работы. Оценить показатели сердечно-сосудистой и дыхательной систем в состоянии покоя и после физической нагрузки.

Материалы и оборудование: тонометр, стетофонендоскоп, секундомер, калькулятор.

Ход работы.

Измерить артериальное давление, подсчитать пульс и частоту дыхания в состоянии покоя и после физической нагрузки.

Для характеристики гемодинамики используют следующие основные показатели: 1) пульсовое давление (ПД):

$$\text{ПД} = \text{САД} - \text{ДАД},$$

где САД – систолическое давление, ДАД – диастолическое давление.

В норме пульсовое давление равно 35–55 мм рт. ст.

2) систолический (ударный) объем крови (СО): по формуле Старра

$$\text{СО} = (90,97 + 0,54 \times \text{ПД}) - (0,57 \times \text{ДАД} + 0,61 \times \text{В}),$$

где В – возраст (полное количество лет), ПД – пульсовое давление, ДАД – диастолическое давление.

В норме систолический объем равен 60-80 мл.

3) минутный объем (МО)

$$\text{МО} = \text{СО} \times \text{ЧП},$$

где СО – систолический объем, ЧП – частота пульса за 1 минуту.

В норме этот показатель для мужчин равен 3500-5000 мл, для женщин – 3000-4000 мл.

4) среднединамическое давление (СДД) – результирующая всех переменных значений давления в течение одного сердечного цикла: по формуле Хикема

$$\text{СДД} = \text{ПД} / \text{В} + \text{ДАД},$$

где В – возраст (полное количество лет), ПД – пульсовое давление, ДАД – диастолическое давление.

В норме СДД равно 80 мм рт. ст.

5) вегетативный индекс Кердо (ВИК) определяется по формуле Давыдова:

$$\text{ВИК} = (1 - \text{ДАД}/\text{ЧП}) \times 100\%,$$

где ДАД – диастолическое давление, ЧП – частота пульса.

Состояние организма считается нормальным, если ВИК имеет положительное значение, и чем выше это значение, тем стабильнее и лучше состояние организма за счет увеличения влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы. Отрицательное значение ВИК (усиление влияния парасимпатического отдела нервной системы) служит ранним

симптомом гипертонической болезни, и чем выше отрицательное значение ВИК, тем выше этот риск.

Для оценки состояния сердечно-сосудистой системы в зависимости от трудовых нагрузок те или иные показатели после работы сравнивают с показателями состояния покоя. Рассчитывают следующие показатели.

1) Коэффициент повышения систолического давления (K1)

$$K1 = (САДн - САДп) / САДп,$$

где САДн – систолическое давление после физической нагрузки, САДп – систолическое давление в покое.

Коэффициент повышения частоты пульса (K2)

$$K2 = (ЧПн - ЧПп) / ЧПп,$$

где ЧПн – частота пульса после физической нагрузки, ЧПп – частота пульса в покое.

Если K1 больше K2 – регуляция сердечно-сосудистой деятельности осуществляется нормально. Если K1 меньше K2 – имеет место сердечная недостаточность.

2) Коэффициент выносливости (KB), характеризующий степень тренированности сердечно-сосудистой системы к выполнению физической нагрузки:

$$KBп = ЧПп / ПДп,$$

где ЧПп – частота пульса в покое, ПДп – пульсовое давление в покое.

$$KBн = ЧПн / ПДн,$$

где ЧПн – частота пульса после физической нагрузки, ПДн – пульсовое давление после физической нагрузки.

Увеличение KB после физической нагрузки служит показателем детренированности сердечно-сосудистой системы.

3) О приспособленности сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам можно судить и по показателю качества реакции Kр, характеризующему особенности восстановления артериального давления и частоты пульса после выполнения работы. Он рассчитывается по формуле

$$Kр = (ПДн - ПДп) / (ЧПн - ЧПп),$$

где ПДп и ЧПп – соответственно пульсовое давление и частота пульса в покое; ПДн и ЧПн – то же, после нагрузки.

В норме Kр меньше 1. Увеличение Kр свидетельствует о неблагоприятной реакции сердечно-сосудистой системы на работу.

4) Существует связь между сердечно-сосудистой и дыхательной системами человека во время труда, что можно выразить через коэффициент соотношения пульс-дыхание (КСПД):

$$КСПДп = ЧПп / ЧДп,$$

где ЧДп – частота дыхания в покое, ЧПп – частота пульса в покое.

$$КСПДн = ЧПн / ЧДн,$$

где ЧДн – частота дыхания после физической нагрузки, ЧПн – частота пульса после физической нагрузки.

В состоянии покоя КСПД равен 4-5, при работе его величина возрастает. Чем ближе КСПД к исходным данным, тем более слаженно работают системы дыхания и кровообращения. Резкое увеличение КСПД свидетельствует о перенапряжении сердечно-сосудистой системы, а снижение – о декомпенсации в дыхательной системе.

Работа 12. ВЫСЛУШИВАНИЕ ТОНОВ СЕРДЦА

Каждому циклу сердечной деятельности соответствуют два четко прослушиваемых звука, которые называются I и II тонами сердца. Сначала возникает более протяжный и низкий звук I тона сердца и после непродолжительной паузы короткий и более высокий звук II тона. В происхождении I тона главную роль играет вибрация мускулатуры желудочков в фазу их систолического напряжения. Вторая причина – колебания плотно смыкающихся створчатых клапанов. Второй тон возникает при захлопывании полулунных клапанов аорты и легочной артерии в начале диастолы желудочков.

Цель работы. Знакомство со звуковыми явлениями, возникающими при работе сердца.

Материалы и оборудование: фонендоскоп.

Ход работы.

Пользуясь таблицей, найти места проекции клапанов и места выслушивания. Выслушать тоны сердца в данных точках с помощью фонендоскопа.

После прослушивания тонов сердца в покое, испытуемый делает несколько приседаний, затем вновь выслушивают тоны.

Сделать выводы.

Работа 13. ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ

Электрокардиография – метод регистрации электрических потенциалов работающего сердца. Электрокардиограмма представляет собой кривую, состоящую из пяти зубцов – PQRST. Зубец P отражает возбуждение предсердий и является алгебраической суммой потенциалов, возникающих при возбуждении правого и левого предсердий. Зубцы QRST представляют собой желудочковый комплекс, отражающий процесс возбуждения желудочков. При нормальном положении сердца наибольшую амплитуду зубцов имеет ЭКГ во втором отведении, наименьшую в третьем. Для объяснения различного вольтажа зубцов Эйнтховен предложил схематически изобразить тело человека в виде треугольника. Электрическая ось сердца расположена в центре треугольника параллельно его левой стороне. Проекция данной оси на стороне треугольника соответствует разности потенциалов, регистрируемых гальванометром (рис. 6).

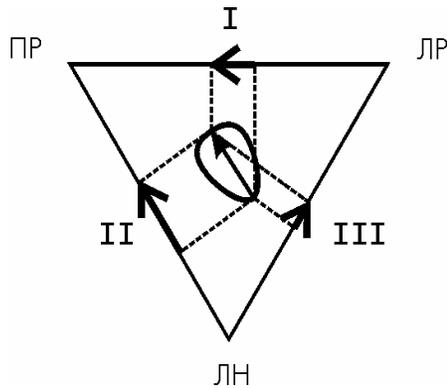


Рис. 6. Треугольник Эйнтховена и проекции электрической оси сердца на стороны треугольника: I, II, III.

Для регистрации ЭКГ используют три стандартных отведения: I – правая рука – левая рука; II – правая рука – левая нога; III – левая рука – левая нога. Применяют также грудные отведения и однополюсные отведения от конечностей.

Одноканальный портативный электрокардиограф “Малыш”, предназначенный для регистрации ЭКГ, состоит из следующих основных узлов: усилителя, лентопротяжного механизма, стабилизатора и блока питания.

На лицевой панели усилителя расположены кнопочные переключатели. Кнопка «Вкл.» служит для включения напряжения питания прибора. Кнопки “50” и “25” – для выбора скорости протягивания бумажной ленты – 25 и 50 мм/с. кнопка “Запись” предназначена для подачи напряжения подогрева пера и включения лентопротяжного механизма. Кнопка “1:2” обеспечивает ступенчатую регулировку чувствительности в соответствии с 5 мм/мВ; кнопка “2:1” – 20 мм/мВ.

Цель работы. Ознакомиться с методикой электрокардиографии и анализом электрокардиограммы.

Материалы и оборудование: электрокардиограф, марля, физиологический раствор.

Ход работы.

Заземлить электрокардиограф. Вставить вилку шнура в розетку сети. Закрепить электроды на испытуемом резиновыми лентами (между кожей и электродами поместить прокладку из марли, предварительно смоченную раствором поваренной соли). Подсоединить к наложенным электродам разноцветные выводы кабеля отведений в следующем порядке: правая рука – красный, левая рука – желтый, правая нога – черный, левая нога – зеленый. После наложения электродов на пациента и подключения кабеля отведений произведите следующее: установите переключатель отведений в положение “К”, включите кнопку “Запись” и нажмите кнопку “1 мВ”, произведите запись калибровочного сигнала, установите переключатель отведений в положении “1”, включите кнопку “Запись”, запишите необходимое число циклов ЭКГ, выключите кнопку “Запись” (рис. 7).

После окончания работы отжать все кнопки переключателя на лицевой панели и выключить прибор.

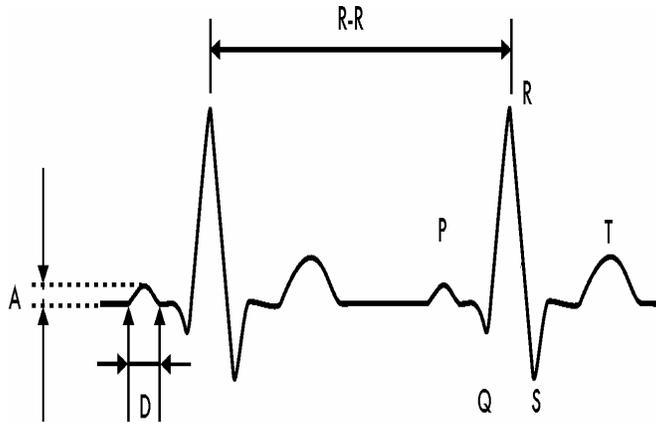


Рис. 7. Схема нормальной электрокардиограммы человека.

Произвести анализ работы ЭКГ в трех отведениях, записав далее данные в таблицу 2.

Таблица 2

Нормальные показатели электрокардиограммы по Фогельсону

Амплитуда зубцов (А) в мв и их длительность (Д) в секундах									
Р		Q		R		S		T	
А	Д	А	Д	А	Д	А	Д	А	Д
0 - 0,25	0,06 - 0,11	0 - 0,25	Не Опр.	0,15 - 2,4	не опр.	0 - 0,6	не опр.	0,05 - 0,3	0,05 - 0,25

Сделать выводы, сравнив полученные величины ЭКГ с нормой.

ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ

Работа 14. ПОДСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ЭРИТРОЦИТОВ В КРОВИ

Кровь состоит из жидкой части – плазмы и взвешенных в ней форменных элементов: эритроцитов, лейкоцитов и кровяных пластинок. В крови содержится $3,7 \times 10^{12}/л$ – $4,7 \times 10^{12}/л$ эритроцитов, $4 \cdot 10^9/л$ – $8,8 \times 10^9/л$ лейкоцитов.

Цель работы. Ознакомиться со счетной камерой Горяева. Определить количество эритроцитов в исследуемой крови.

Материалы и оборудование: микроскоп, счетная камера, градуированные пипетки на 1 мл и 0,02 мл, 3 %-ный раствор NaCl, консервированная кровь, вата, две пробирки.

Ход работы.

Для подсчета форменных элементов пользуются счетной камерой Горяева, средняя площадка которой ниже боковых частей на 0,1 мм и разделена пополам поперечным желобом. По обе стороны от желоба расположены сетки. Сетка Горяева состоит из 225 больших квадратов. Каждый третий разделен на 16 маленьких квадратов. Сторона маленького квадрата

равняется $1/20$ мм, площадь – $1/400$ мм², а объем – $1/400 \cdot 1/10 = 1/4000$ мм³. При подсчете руководствуются правилом Егорова: "Относящимися к данному квадрату считаются эритроциты, лежащие внутри квадрата, так и на его левой и верхней границе". Запись необходимо вести столбиками в том порядке, в каком ведется подсчет.

В пробирку налить 4 мл 3 %-ный раствора NaCl. Набрать в пипетку 0,02 мл крови и вылить ее в раствор хлорида натрия. Тщательно перемешать раствор и оставить стоять на 5-10 минут. Сетку камеры накрыть покровным стеклом, притерев последнее до появления цветных колец. Затем каплю раствора с эритроцитами нанести на среднюю пластину камеры у края покровного стекла. В силу капиллярности капля заполнит камеру. Подсчитать количество эритроцитов в 5 больших квадратах, поделенных на малые. Определить количество эритроцитов в 1 мм³ (мкл), пользуясь следующей формулой:

$$X = \frac{A \cdot 4000 \cdot 200}{80}, \text{ где}$$

X – искомое число эритроцитов в 1 мкл крови, A – сумма эритроцитов в 80 маленьких квадратах сетки Горяева, 4000 – число малых квадратов в 1 мм³, 200 – кратность разведения.

Подсчитать количество эритроцитов в 1 л крови. (1 л – 1000000 мкл). Допустим, в 1 мкл содержится 4000000 эритроцитов, в 1 л – X эритроцитов.

$$X = \frac{4000000 \cdot 1000000}{1} = 4 \cdot 10^{12} / \text{л.}$$

Сделать вывод.

Работа 15. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГЕМОГЛОБИНА В КРОВИ

Гемоглобин является главной составной частью эритроцитов. Определение количества гемоглобина проводится колориметрическим способом в гемометре Сали. Он представляет собой темный штатив с тремя пробирками одинакового диаметра. Две запаянные боковые пробирки заполнены раствором солянокислого гематина, а средняя имеет шкалу, показывающую количество гемоглобина в граммах на 100 мл крови, т.е. г%. В настоящее время, согласно системе СИ, определяют количество гемоглобина в г в 1 литре крови. В крови женщин содержится 120 -150 г/л гемоглобина, в крови мужчин – 130 - 180 г/л.

Цель работы. Познакомиться с методикой определения количества гемоглобина в крови.

Материалы и оборудование: гемометр Сали, 0,1 Н раствор соляной кислоты, консервированная кровь, дистиллированная вода, глазная пипетка.

Ход работы.

Налить в градуированную пробирку гемометра Сали 0,1 N раствор HCl до нижней метки (0,2 мл). Набрать в специальную пипетку 0,02 мл крови. Ватой обтереть кончик пипетки снаружи, опустить пипетку в раствор соляной кислоты, затем осторожно, не вызывая образования пены, выпустить кровь в кислоту.

Промыть пипетку повторным втягиванием и выдуванием кислоты, не вынимая ее из раствора.

Содержимое пробирки встряхнуть и оставить стоять в течение 5-10 минут; за это время произойдет образование солянокислого гематина. Через 10 минут к раствору прибавить по каплям дистиллированную воду до тех пор, пока цвет полученного раствора не будет совершенно одинаков с цветом стандартного раствора (добавляя воду, раствор перемешивают стеклянной палочкой). По шкале на пробирке определяют цифру, стоящую на уровне полученного раствора. Данная цифра выражает количество гемоглобина в г%. Найденную концентрацию гемоглобина в г% умножить на 10 и выразить содержание гемоглобина в крови в г/л. Найти кислородную емкость крови: найденное содержание гемоглобина умножить на 1,34 мл (один грамм гемоглобина переносит 1,34 мл кислорода).

Записать полученный результат и сделать выводы.

Работа 16. ОСМОТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ (РЕЗИСТЕНТНОСТЬ) ЭРИТРОЦИТОВ

Гемолизом называется выход гемоглобина в раствор, обусловленный повреждением оболочки эритроцита. Различают несколько видов гемолиза: осмотический, механический, термический, химический, биологический.

Осмотический гемолиз происходит в гипотонических растворах (с 0,36 % NaCl и меньше). Объясняется это тем, что входящая в эритроцит вода чрезмерно растягивает эритроциты (сферуляция) и в дальнейшем происходит разрыв его мембраны с выходом из клетки гемоглобина (гемолиз). В растворах хлорида натрия свыше 0,48-0,50 % гемолиз не происходит.

Цель работы. Определить осмотическую устойчивость (резистентность) эритроцитов.

Материалы и оборудование: 1 %-ный раствор NaCl, стабилизированная и разбавленная в 5 раз физиологическим раствором кровь, дистиллированная вода, 6 пробирок в штативе, пипетки на 1 и 10 мл.

Ход работы.

Приготовить растворы поваренной соли различной концентрации: в 1-ю пробирку налить 1 мл дистиллированной воды, во 2-ю – 2 мл, в 3-ю – 4 мл, в 4-ю – 6 мл, в 5-ю – 8 мл, затем во все пробирки добавить 1 %-ный раствор NaCl до 10 мл, а в 6-ю пробирку налить 10 мл 1 %-ного раствора

NaCl. Таким образом, в пробирках будут растворы с концентрацией хлорида натрия: соответственно 0,9; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2 и 1 %.

Прибавить во все пробирки по 0,5 мл крови, разбавленной физиологическим раствором, осторожно перемешать и оставить в штативе на 1 час.

Через 1 час отметить, при какой концентрации произошел гемолиз, т.е. определить осмотическую устойчивость эритроцитов испытываемой крови.

Работа 17. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУПП КРОВИ

Было обнаружено, что плазма, или сыворотка, одних людей способна агглютинировать (склеивать) эритроциты других людей. В основе этого явления лежит наличие в эритроцитах антигенов – агглютиногенов (изоантигенов) А и В, а в плазме агглютининов (изоагглютининов) α и β . В зависимости от наличия в крови тех или иных агглютининов и агглютиногенов различают 4 группы крови. Современная классификация групп крови обозначена АВ0. Для определения группы крови необходимо иметь сыворотки 1-ой, 2-й и 3-ей групп крови (хранятся в ампулах, различаются по цвету).

Агглютинация эритроцитов (склеивание) наблюдается в том случае, если встречаются одноименные агглютиноген и агглютинин: А и α , В и β .

Определение групп крови имеет практическое значение для переливания крови. Одновременно человеку переливают не более 200 мл совместимой крови.

Цель работы: Познакомиться с методикой определения групп крови и определить группу исследуемой крови.

Материалы и оборудование: стандартные сыворотки 1, 2, 3 групп крови, предметные стекла, стеклянные палочки, стеклограф.

Ход работы:

Нанести на предметное стекло по капле сыворотки 1, 2 и 3 группы (соответственно метке на стекле). К каждой капле сыворотки прибавить стеклянной палочкой (отдельной для каждой сыворотки) небольшое количество крови, хорошо перемешать. Через 1-2 минуты наблюдать отсутствие или наличие агглютинации в смеси каждой сыворотки и крови. Определить группу крови, сделать выводы.

ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Работа 18. ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ СВОЙСТВА СЛЮНЫ

Слюна содержит ферменты – α -амилазу, лактазу, мальтазу, лизоцим. Под действием α -амилазы слюны происходит гидролиз углеводов до дисахаров. Слюна имеет слабощелочную реакцию – рН 7.4-8.0.

Цель работы. Познакомиться с ферментативными свойствами слюны.

Материалы и оборудование: штатив с пробирками, крахмальный клейстер, слюна, 0,5 %-ный раствор HCl, 10 %-ный раствор NaOH, раствор Люголя, пипетки, воронка, бумажный фильтр, газовая горелка.

Ход работы.

Собрать в пробирку несколько миллилитров слюны, разбавить ее в два раза дистиллированной водой. Желательно слюну профильтровать.

Заполнить пробирки следующим образом.

Пробирка № 1: 3 мл крахмального клейстера + 1 мл разбавленной слюны.

Пробирка № 2: 3 мл крахмального клейстера + 1 мл прокипяченной слюны.

Пробирка № 3: 3 мл крахмального клейстера + 1 мл 0,5% HCl + 1 мл слюны.

Пробирка № 4: 3 мл крахмального клейстера + 1 мл дистиллированной воды.

Все пробирки поместить на 10 минут в термостат ($t = +37^{\circ}$), после чего содержимое каждой пробирки разделить на две части. С одной частью сделать качественную реакцию на сахар (пробу Треммера). Для этого в каждую пробирку прибавить по 0,5 мл 10 %-ного раствора NaOH и по 2-4 капли 2 %-ного раствора CuSO_4 , после чего содержимое пробирки прокипятить. Появление желтовато-красного осадка свидетельствует о наличии сахара.

С оставшимся содержимым пробирок сделать качественную реакцию на крахмал (прибавить 1-2 капли раствора Люголя). В случае положительной реакции смесь в пробирке будет иметь синий цвет. Сделать выводы.

Работа 19. ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ ЖЕЛУДОЧНОГО СОКА

Желудочный сок содержит следующие ферменты: пепсин, химозин, липазу. Пепсин выделяется в неактивной форме в виде пепсиногена, который при pH меньше 5, освобождается от ингибитора, а при pH 1,6–2,0 проявляет оптимум действия.

Цель работы. Доказать наличие протеолитической активности желудочного сока и установить зависимость действия фермента от реакции среды.

Материалы и оборудование: профильтрованный желудочный сок, 0,5 %-ный раствор HCl, раствор пепсина в воде, раствор пепсина в соде, 10 %-ный раствор NaOH, 2 %-ный раствор CuSO_4 , штатив с пробирками, фибрин или вареное яйцо.

Ход работы.

Положить в пробирки по маленькому кусочку фибрина или белка варенного яйца, затем заполнить их по схеме, приведенной в таблице 3. На 15 минут пробирки поместить в термостат при $+37^{\circ}\text{C}$.

Через 15 минут рассмотреть состояние фибрина (яичного белка) в желудочном соке, а затем с содержимым пробирок проделать биуретовую реакцию на белки и продукты их расщепления. Для этого в пробирки прилить по 1 мл 10 %-ного раствора NaOH и по несколько капель 2 %-ного раствора CuSO_4 . Белки окрашиваются в фиолетово-синий цвет, а альбумозы и пептоны в фиолетово-розовый.

Заполнить таблицу и сделать выводы.

Таблица 3

Анализ гидролиза белков в желудочном соке

№	Содержимое пробирок	$T^{\circ}\text{C}$	Окрашивание раствора при биуретовой реакции	Наличие белка
1	фибрин + 3 мл желудочного сока.	37		
2	фибрин + 3 мл HCl 0,5 %-ный р-р	37		
3	фибрин + 3 мл раствора пепсина в соде	37		
4	фибрин + 3 мл раствора пепсина в воде	37		

ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

Работа 20. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ОБЪЕМОВ

Важным показателем дыхательной системы является регистрация дыхательных объемов у человека. Основными из них являются дыхательный объем (ДО), резервный объем вдоха (РОВдох), резервный объем выдоха (РОВыдох), жизненная емкость легких (ЖЕЛ). На основании этих показателей рассчитываются другие критерии дыхания.

Цель работы. Ознакомиться с методикой определения легочных объемов и жизненной емкости легких.

Материалы и оборудование: спирометр, спирт, вата.

Ход работы.

Определение дыхательного воздуха. Спирометр привести в нулевое положение, предложить испытуемому взять мундштук спирометра в рот и спокойно подышать в спирометр (сделать 5-6 дыханий). Затем отсчитать объем выдохнутого воздуха и разделить его на число дыханий.

Определение резервного объема выдоха. Спирометр поставить в нулевое положение. Предложить испытуемому сделать несколько спокойных дыханий, затем после обычного выдоха задержать на несколько секунд дыхание, взять в рот мундштук и сделать глубокий выдох в спирометр. Записать показания спирометра.

Определение жизненной емкости легких с помощью спирометра. Спирометр поставить в нулевое положение. Испытуемому предложить сделать глубокий вдох, взять мундштук в рот и выдохнуть в спирометр возможно полнее воздух, напрягая все дыхательные мышцы, включая брюшной пресс. Объем выдохнутого воздуха показывает жизненную емкость легких.

Резервный объем вдоха рассчитать по формуле:

$$PO_{вд} = ЖЕЛ - (ДО + PO_{выд})$$

Записать полученные результаты эксперимента в таблицу 4, сделать анализ результатов и выводы.

Таблица 4

Показатели измерений объема воздуха в легких

Ф.И.О.	Пол	Возраст, лет	Объем воздуха			Жизненная емкость легких
			дыхательный (ДО)	резервный объем вдоха (PO _{вд})	резервный объем выдоха (PO _{выд})	
И.В.Ю	М	20				

Рассчитать должную жизненную емкость легких по формулам:

$$ЖЕЛ = (L \cdot 0,052) - (V \cdot 0,022) - 3,60 \text{ для мужчин;}$$

$$ЖЕЛ = (L \cdot 0,041) - (V \cdot 0,018) - 2,68 \text{ для женщин,}$$

где L – рост (см), V – возраст (полное количество лет)

Рассчитать отклонение фактической ЖЕЛ от должной:

$$Отклонение = 100 - (ЖЕЛ_{фактическая} \times 100 / ЖЕЛ_{должная})$$

Отклонение реальной ЖЕЛ от должной до 15 % считается нормальным, свыше 20 % - указывает на слабость легочной системы.

Рассчитать жизненный индекс:

$ЖИ = ЖЕЛ_{фактическая} / P$, где P – вес тела, кг; ЖЕЛ – фактическая величина жизненной емкости легких, в мл.

В норме для мужчин до 30-35 лет, не занимающихся спортом ЖИ=60-65 мл/кг, для спортсменов - 65-75 мл/кг; для женщин, не занимающихся спортом ЖИ=55-60 мл/кг, для спортсменок – 60-70 мл/кг. Величина этого показателя менее 55 мл/кг для мужчин и менее 50 мл/кг

для женщин говорит о недостаточности ЖЕЛ или об избыточном весе тела.

Сделать выводы.

ФИЗИОЛОГИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

Работа 21. РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ОБМЕНА ПО ТАБЛИЦАМ

Количество энергии, расходуемой организмом на поддержание жизни (работа сердца, кровообращение, дыхание, сохранение постоянной температуры тела), называют основным обменом. Он зависит от возраста, пола, массы тела и состояния здоровья индивидуума, коррелирует с отношением поверхности тела к его объему.

Цель работы. Определить основной обмен с помощью таблиц.

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

Ход работы.

С помощью ростомера и весов измеряют рост испытуемого и взвешивают его. Если взвешивание производится в одежде, то полученный результат следует уменьшить на 5 кг для мужчин и на 3 кг для женщин. Далее используются таблицы. Таблицы для определения основного обмена мужчин и женщин разные, так как у мужчин уровень основного обмена в среднем на 10 % выше, чем у женщин. Таблицами пользуются следующим образом. Если, например, испытуемым является мужчина 25 лет, имеющий рост 168 см и массу 60 кг, то по таблицам для определения основного обмена мужчин в части А находят рядом со значением массы испытуемого число 892. В части Б находят по горизонтали возраст (25 лет) и по вертикали рост (168 см), на пересечении граф возраста и роста находится число 672. Сложив оба числа ($892+672=1564$), получают среднестатистическую величину нормального основного обмена человека мужского пола данного возраста, роста и массы – 1564 ккал.

Работа 22. СОСТАВЛЕНИЕ ПИЩЕВОГО РАЦИОНА

Для поддержания нормальной жизнедеятельности необходимо рациональное питание. В случаях, если контингент людей получает питание в одном месте (условия армии, санатории и т.д.) для него ежедневно составляется меню-раскладка.

Цель работы. Составить пищевой рацион из расчета на одного человека на один день.

Материалы и оборудование: таблицы химического состава пищевых продуктов и их калорийности, калькулятор.

Ход работы.

Рациональное питание должно полностью покрывать потребности человека в энергии и пластических веществах и способствовать сохранению здоровья, высокой трудоспособности, а детям обеспечить правильный рост и развитие. Физиологические нормы питания в значительной степени изменяются в зависимости от возраста, пола, роста, веса, климатических и географических условий, а также вида труда и отдыха.

Потребность взрослого человека в энергии определяется главным образом родом его труда. По этому признаку все взрослое население можно разделить на 5 категорий (табл. 5). К старости расход энергии снижается и к 80 годам составляет 2000-2200 ккал.

Таблица 5

Суточная потребность в энергии для лиц разной категории труда

Категория	Пол	Потребность в ккал за сутки	Вид труда
I	Муж Жен.	2450 2100	Люди умственного труда
II	Муж Жен.	2800 2400	Работники, занятые легким физическим трудом
III	Муж Жен.	3300 2950	Лица, занятые на механизированных видах труда: токари, фрезеровщики
IV	Муж Жен.	3850 3400	Работники физического труда в отраслях, где нет механизации или имеется лишь частичная: слесари, истопники, колхозники
V	Муж Жен.	4200 3850	Лица, выполняющие тяжелую физическую работу: грузчики, землекопы, шахтеры, металлурги и др.

Потребность человека в пластическом материале покрывается только в том случае, если пищевой рацион содержит все три рода питательных веществ: белки, жиры, углеводы. Соотношение между питательными веществами по массе должно составлять 1 : 1 : 4 (таблица 6), а по энергетической ценности 15 : 30 : 55 %.. Это соотношение питательных веществ должно сохраняться в пищевых рационах всех групп населения.

Таблица 6

Физиологические нормы питания в сутки

Пищевые вещества в граммах	Категория населения				
	1	2	3	4	5
Белки	65-72	72-80	84-94	96-108	104-117
Жиры	70-80	83-93	98-110	113-128	137-153
Углеводы	300-350	366-411	432-484	499-566	524-586
Килокалории	2450	2800	3500	3850	4200

Пищевой рацион составляют, пользуясь специальными таблицами, где указано процентное содержание в пищевых продуктах белков, жиров и углеводов и калорийность 100 г продукта.

Пищевой рацион рекомендуется распределить по отдельным приемам пищи так, чтобы первый завтрак содержал 25% всего суточного рациона, второй – 15%, обед – 45% и ужин – 15%.

При составлении пищевого рациона необходимо руководствоваться следующим:

1. В пищевом рационе должно содержаться оптимальное для людей данного вида труда количество белков, жиров и углеводов.

2. Калорийность пищевого рациона должна покрывать суточный расход энергии.

3. В пищевой рацион должны входить витамины, минеральные соли, вода. Рекомендуется включать одну треть белков и жиров в виде продуктов животного происхождения.

4. Продукты, богатые белком (мясо, рыба, бобы), рекомендуется давать в дневные часы, вечером молочно-растительные блюда.

5. Обед должен состоять из двух горячих блюд – первого и второго и третьего – сладкого.

6. Хлеб необходимо давать белый и черный.

7. Калорийность пищевого рациона рекомендуется распределять по отдельным приемам пищи так, чтобы первый завтрак содержал 25 % всего суточных килокалорий рациона, второй завтрак – 15 %, обед – 45 % и ужин – 15 %. Необходимо предусмотреть в пищевом рационе 1/3 продуктов животного происхождения и 2/3 продуктов растительного происхождения.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Основы физиологии человека : учеб. / Н.Н. Агаджанян [и др.]. – М. : РУДН, 2000. – 408 с.

2. Малый практикум по физиологии человека и животных / А.С. Батуев [и др.]. – СПб. : Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2001. – 348 с.

Дополнительная

3. Физиология человека : учеб. / под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротько. – М. : Медицина, 2001. – Т. 1. – 448 с.; Т.2. – 368 с.

4. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека / Н.И. Федюкович. – Ростов-н/Д : Феникс, 2000. – 416 с.

5. Физиология человека / под ред. Г.И. Косицкого. – М. : Медицина, 1985. – 560 с.

Электронный каталог Научной библиотеки ВГУ –
([http:// www.lib.vsu.ru](http://www.lib.vsu.ru))

Составители: Гуляева Светлана Ивановна
Мещерякова Марина Юрьевна

Редактор Тихомирова О.А.

