

ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ

Екатеринбург
РГПУ
2022

Министерство просвещения Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет»

ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ

Практикум

2-е издание, переработанное и дополненное

Под редакцией С. Г. Махневой

© ФГАОУ ВПО «Российский государственный
профессионально-педагогический университет», 2011

ISBN 978-5-8050-0418-7

© ФГАОУ ВО «Российский государственный
профессионально-педагогический университет», 2022

ISBN 978-5-8050-0733-1

Екатеринбург
РГППУ
2022

УДК 612.6(076.5)+612.821-053(076.5)

ББК Е903,7я73-5+Ю923-734я73-5

В64

Составители: С. Г. Махнева (введение, практические занятия 1 (общие положения, задания 2–3), 2 (общие положения, задания 1, 5), 3 (задания 1, 2), 4 (общие положения, задания 2, 6, 8, 9), 5 (задания 4, 5), 6 (общие положения), 7 (задания 2–6), 8 (общие положения, задания 2–4), 9 (задание 1), 10 (общие положения, задания 2–4), 11 (общие положения, задания 2–6), заключение); Л. А. Сарапульцева (практические занятия 3 (общие положения), 7 (задание 7), 12 (общие положения, задание 1)); Т. Ф. Турова (практические занятия 4 (задания 4–5, 7), 5 (общие положения, задания 2–3), 6 (задания 1–4), 9 (задание 2), 11 (задание 1)); Е. А. Югова (практические занятия 1 (задание 1), 2 (задания 2, 6), 4 (задание 1), 5 (задание 1), 7 (задание 1), 8 (задание 1), 10 (задание 1)); Л. А. Лукинская (практические занятия 2 (задания 3–4), 4 (задание 3)).

Возрастная физиология и психофизиология: практикум / сост. С. Г. Махнева, Л. А. Сарапульцева, Т. Ф. Ту-
В64 рова [и др.]; под ред. С. Г. Махневой. 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2022. 129 с. URL: [http:// elar.rsvpu.ru/978-5-8050-0733-1.pdf](http://elar.rsvpu.ru/978-5-8050-0733-1.pdf). Текст: электронный.

ISBN 978-5-8050-0733-1

Представлены методы исследования функционального состояния физиологических систем организма человека. Практикум позволит студентам овладеть навыками проведения эксперимента, самостоятельно обрабатывать и представлять его результаты.

Предназначен студентам, изучающим дисциплину «Возрастная физиология и психофизиология».

Рецензенты: канд. биол. наук М. В. Комелькова (ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет»); канд. психол. наук, доц. Н. О. Садовникова (ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет»)

Системные требования: Windows XP/2003; программа для чтения pdf-файлов Adobe Acrobat Reader

Учебное издание

Редактор В. А. Соловьева; компьютерная верстка Н. А. Ушениной; дизайн обложки Д. В. Махнева

Утверждено постановлением редакционно-издательского совета университета

Подписано к использованию 15.06.22. Текстовое (символьное) издание (2,2 Мб)

Издательство Российского государственного профессионально-педагогического университета.
Екатеринбург, ул. Машиностроителей, 11

© ФГАОУ ВО «Российский государственный
профессионально-педагогический университет», 2011
© ФГАОУ ВО «Российский государственный
профессионально-педагогический университет», 2022

Оглавление

Введение	5
Практическое занятие 1. Физиология центральной нервной системы	6
Практическое занятие 2. Физиология вегетативной нервной системы	14
Практическое занятие 3. Сущность и виды иммунитета. Иммунопро- филактика	27
Практическое занятие 4. Физиология сердечно-сосудистой системы	36
Практическое занятие 5. Обмен веществ.....	55
Практическое занятие 6. Физиология терморегуляции	71
Практическое занятие 7. Физиология зрительной сенсорной системы	77
Практическое занятие 8. Физиология условных рефлексов	91
Практическое занятие 9. Сигнальные системы действительности	97
Практическое занятие 10. Психофизиология внимания	103
Практическое занятие 11. Физическое развитие как показатель био- логического возраста и здоровья	110
Практическое занятие 12. Работоспособность и утомление школь- ников старших классов и студентов.....	121
Заключение	126
Библиографический список.....	127

Введение

Изучение физиологии человека должно подкрепляться семинарами и практическими работами, в ходе которых студенты получают непосредственное подтверждение теоретических положений, излагаемых на лекциях, осваивают методы и технические приемы исследований физиологических функций человека, овладевают навыками проведения и обработки эксперимента, систематизации и представления его результатов, работают с учебно-методической литературой.

Настоящий практикум составлен в целях оптимизации деятельности студентов на практических занятиях, а также для самостоятельной работы. В практикуме представлены теоретические сведения по темам дисциплины «Возрастная физиология и психофизиология», рассмотрены возрастные особенности развития человека, которые дополняют лекционный курс и позволяют студентам глубже понять материал и сделать обоснованные выводы по лабораторным работам.

Описание занятий построено по единому принципу – это способствует формированию навыка работы с практикумом и позволяет студентам быстро включиться в работу. Каждое практическое занятие содержит ряд заданий экспериментального или теоретического плана. Указано необходимое для применения оборудование, подробно и последовательно описан ход работы. Курсивом выделены новые для студентов термины, которым даны определения. Для оформления и представления данных разработаны таблицы протоколов, способствующие визуализации и систематизации результатов исследований. Приведенные в тексте практикума диапазоны нормальных значений изучаемых показателей позволят студентам сделать обоснованные выводы о состоянии физиологических систем организма. Рекомендованные специальные функциональные дозированные нагрузки дадут возможность изучать физиологические функции не только в состоянии покоя, но и в динамике.

Практикум рассчитан на индивидуальную и групповую (по два и более человека) работу студентов, что позволит каждому быть в роли и организатора эксперимента, и испытуемого.

Практикум по дисциплине «Возрастная физиология и психофизиология» предназначен для студентов, обучающихся по направлениям бакалавриата 44.03.00 Образование и педагогические науки.

Практическое занятие 1

ФИЗИОЛОГИЯ

ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Цель: приобрести навыки исследования функционального состояния центральной нервной системы человека и ознакомиться с ее возрастными особенностями.

Общие положения

Нервная система выполняет интегрирующую роль, объединяя в единое целое все ткани и органы, координируя их специфическую деятельность в составе целостных гомеостатических и поведенческих функциональных систем, определяющих ее значение в организме.

Основной формой деятельности нервной системы является *рефлекторная реакция* (рефлекс). *Рефлекс* – это ответная реакция организма на раздражение, поступающее из внешней или внутренней среды, осуществляемая при участии центральной нервной системы. Он проявляется в возникновении, продолжении или прекращении какой-либо деятельности организма. Материальной основой рефлекса является рефлекторная дуга, которая состоит из рецепторного (рецептивное поле), афферентного, центрального, двигательного звеньев, а также рабочего органа (эффектора) и обратной афферентации (контрольного звена). Для осуществления рефлекса необходима целостность рефлекторной дуги. При выключении или повреждении какого-либо звена наблюдается подавление или полное исчезновение рефлексов.

По результатам исследования рефлекторных реакций можно судить о функциональном состоянии различных отделов центральной нервной системы (ЦНС).

Задание 1. Изучить возрастные особенности ЦНС

Ход работы. Составить конспект.

Теоретическое обоснование. Нервная система новорожденного менее развита, чем другие системы организма. Более старые филогенетические отделы (спинной мозг, продолговатый мозг, мост, средний мозг и старое полосатое тело) развиты в большей степени, чем новые (новое полосатое тело и кора). Кора недостаточно развита, нейроны дифференцированы не до конца, с небольшим количеством пигмента, слаборазвитыми дендритами

и с не полностью миелинизированными нервными волокнами. Функция предшествует морфологическому созреванию, и это особенно заметно на уровне анализаторов. Орган равновесия действует еще со времени внутриутробного развития, тогда как слуховой, зрительный, вкусовой и кожный анализаторы – сразу же после рождения. Дифференцировка нейронов осуществляется до 3-летнего возраста и полностью заканчивается к 8 годам.

Процесс миелинизации проходит в определенном порядке: кожные, обонятельные, слуховые рецепторы, органы равновесия – на первых двух месяцах жизни, последними миелинизируются зрительные рецепторы. На уровне коры, начиная со второго месяца после рождения, миелинизируются височные и затылочные доли, и в более поздний период – лобные доли. Эфферентные волокна проходят процесс миелинизации позже афферентных, за исключением двигательных волокон, принадлежащих черепным нервам и переднему корково-спинальному тракту, которые частично миелинизированы к рождению. Процесс миелинизации спинномозговых нервов начинается в возрасте 4–6 месяцев и заканчивается у ребенка в возрасте от 3 до 7 лет.

В начальном периоде эмбрионального развития длина спинного мозга соответствует длине позвоночного канала. У новорожденных спинной мозг заканчивается на уровне нижнего края II–III поясничного позвонка, к исходу 1-го года жизни – на уровне I–II поясничного, таким и остается у детей школьного возраста и взрослых. Спинной мозг у новорожденного относительно длинный, от 14 до 16 см, в том числе: шейного отдела – до 3,8 см, грудного – до 7,7 см, поясничного – до 2,3 см, крестцового – до 2 см. Толщина его удваивается к 12 годам и в дальнейшем почти не изменяется. Вес спинного мозга новорожденных колеблется от 3 до 4 г и равняется 0,1 % веса тела (у взрослого 0,04 %). В 6 лет вес спинного мозга – 15 г, а к 20 годам достигает 30 г.

Нервные клетки спинного мозга имеют типичную форму, лежат группами. Ткань глии развита, ее волокна образуют тонкую периферическую краевую зону. Клетки спинальных ганглиев уже полностью дифференцированы и отличаются лишь меньшими размерами. Проводящие пути богаты миелином, за исключением пирамидных, миелинизация которых, по мнению многих авторов, происходит позднее других систем. В целом процесс формирования и развития спинного мозга происходит быстрее, чем головного.

Головной мозг новорожденного относительно короткий и широкий. Его вес широко варьируется – от 239 до 506 г с небольшой разницей у мальчиков и девочек. К концу 1-го года жизни вес мозга увеличивается в 2–2,5 раза, а к 3 годам – в 3 раза. К 7 годам вес головного мозга составляет 4/5 его

веса у взрослых людей, мозг которых к 20 годам достигает 1270 г у женщин и 1400 г у мужчин.

Конечный мозг претерпевает наиболее яркие возрастные изменения. Еще внутриутробно у 4-месячного плода поверхность головного мозга гладкая, через месяц на ней намечены почти все крупные борозды, которые к моменту рождения уже выражены отчетливо. Базальные ядра у новорожденных хорошо выражены и дифференцируются быстрее, чем кора. Наиболее интенсивный рост их происходит в первые два года жизни. За этот период длина их увеличивается вдвое. Полушария головного мозга новорожденного имеют все признаки внешнего строения как у взрослого человека. Длина больших полушарий у новорожденного колеблется от 100 до 130 мм, ширина – от 30 до 50 мм, а высота – от 55 до 75 мм. Мозолистое тело относительно узкое и короткое, длина его варьируется от 40 до 50 мм.

На поверхности мозга новорожденного имеются все основные борозды, но развиты они неравномерно, часто состоят из нескольких, не соединенных между собой частей. Третичные борозды (как самостоятельные, так и отходящие от основных борозд) многочисленны, но мелкие.

При микроскопическом исследовании срезов головного мозга можно обратить внимание на отсутствие резко выраженной границы между серым и белым веществом. Это объясняется тем, что к рождению еще не всюду образовались миелиновые оболочки, а нервные клетки не сконцентрировались в поверхностных слоях и в большом количестве рассеяны в белом веществе. Дифференцировка клеточных элементов отдельных слоев и цитоархитектонических полей коры не закончена, некоторые клетки мозга сохраняют эмбриональный характер, пирамидные клетки не имеют свойственной им формы, проводящие пути также еще не достигли полного развития. Только после окончания процесса миелинизации (2 года и позже) срезы головного мозга детей начинают походить на таковые у взрослых. По сравнению с внутриутробным периодом, после рождения развитие борозд и извилин замедляется, но в течение 1–2 лет происходит отчетливо. Изменение борозд и извилин после 5 лет проследить трудно, так как этому мешают значительные индивидуальные различия. Однако можно заметить, что у ребенка борозды менее глубоки, иное соотношение долей, что является отражением процесса клеточной дифференцировки мозга, продолжающейся в течение жизни. После рождения наблюдается более интенсивный рост лобной и височной доли и менее интенсивный рост затылочной. Общая поверхность полушарий к 9–10 месяцам увеличивается в 2 раза, а к 9 годам – в 3–4 раза [2, 20, 24, 27, 28, 36].

Задание 2. Изучить методику исследования сухожильных рефлексов

Ход работы. Составить конспект. Записать последовательность звеньев рефлекторных дуг для сухожильных рефлексов.

Теоретическое обоснование. В физиологии и медицине для исследования рефлексов используют метод раздражения рецептивного поля рефлекса [5, 8, 17, 26].

В скелетных мышцах находится большое количество рецепторов (проприоцепторов), в том числе раздражаемых растяжением мышц. Проприоцепторы скелетных мышц обеспечивают обратную связь между эффекторами и нервными центрами. Важнейший вид проприорецепторов находится в так называемых мышечных веретенах. Именно раздражение этих нервных окончаний вызывает коленный и другие сухожильные рефлексy, имеющие большое клиническое значение. Так называемые *сухожильные* рефлексy возникают при раздражении рецепторов мышц, а не сухожилий. При ударе по сухожилию мышца растягивается в длину, вследствие чего раздражаются рецепторные окончания мышечных веретен. По афферентным волокнам в мозг направляется залп нервных импульсов. Коллатерали афферентных волокон мышечных веретен оканчиваются непосредственно на мотонейронах растягиваемой мышцы. Разряд мотонейронов вызывает одностороннее ее сокращение.

Сухожильные рефлексy называют *моносинаптическими*, так как в их рефлекторную дугу включены только два нейрона с одним слоем синапсов между ними.

Сухожильные рефлексy у здорового человека обычно вызываются легко. При нарушениях деятельности центральной нервной системы они могут отсутствовать или, наоборот, быть значительно усиленными. Может также наблюдаться асимметрия сухожильных рефлексов.

1. *Ахиллов рефлекс.* Испытуемому встать на колени на стул, держась руками за спинку стула так, чтобы ступни ног свободно свисали. Экспериментатору производить легкий отрывистый удар молоточком по ахиллову сухожилию. Происходит рефлекторное подошвенное разгибание стопы вследствие сокращения икроножной мышцы голени. Сравнить рефлексy на обеих конечностях.

2. *Коленный рефлекс.* Испытуемому сесть, положив ногу на ногу. Мышцы исследуемой конечности должны быть расслаблены. Экспериментатору рефлексологическим молоточком производить легкий удар по сухожилию

четырёхглавой мышцы ниже коленной чашечки. Происходит сокращение четырёхглавой мышцы бедра, вызывающее разгибание конечности в коленном суставе. Следует сравнить рефлексы обеих конечностей, отметить наличие повторных движений ноги.

Если коленный рефлекс слаб, испытуемый должен, прочно сцепив пальцы обеих рук, сильно растягивать их в стороны. Этот прием отвлекает внимание испытуемого, что способствует расслаблению мышц нижней конечности. При этом коленный рефлекс усиливается (феномен Ендрашика).

3. *Сгибательный локтевой рефлекс.* Испытуемому держать на весу за локоть расслабленную руку. Экспериментатору производить легкий удар молоточком по сухожилию двуглавой мышцы плеча. Происходит сгибание в локте.

4. *Разгибательный локтевой рефлекс.* Повернув руку испытуемого и удерживая ее за область локтевой ямки, экспериментатору следует производить удар по сухожилию трехглавой мышцы плеча. Происходит разгибание руки.

Итоги работы. Заполнить табл. 1, следуя образцу (см. *Ахиллов рефлекс*).

Таблица 1

Последовательность звеньев рефлекторных дуг указанных рефлексов

Звено	Ахиллов рефлекс	Коленный рефлекс	Сгибательный локтевой рефлекс	Разгибательный локтевой рефлекс
Рецепторное	Ахиллово сухожилие			
Чувствительное	Чувствительные волокна большеберцового нерва			
Центральное	Сегменты спинного мозга SI – SII			
Двигательное	Двигательные волокна большеберцового нерва			
Рабочий орган	Икроножная мышца			

Задание 3. Исследовать функции мозжечка

Оборудование: секундомер, кушетка.

Ход работы. Прочитать описания проб. Выполнить пробы, результаты внести в таблицу (с. 13). Работа проводится в парах. Экспериментатор регистрирует качество выполнения пробы и время работы.

Пробы:

1. *Определение нистагма:* испытуемому предлагают посмотреть на молоточек вверх, вниз и в стороны. При поражении полушария мозжечка определяется крупноразмашистый *нистагм* (непроизвольные колебательные движения глаз высокой частоты), наиболее сильно выраженный при взгляде в сторону поражения.

Отчет: указать наличие/отсутствие нистагма, степень его проявления (при наличии), назвать полушарие с выявленными нарушениями.

2. *Проба на адиадохокинез:* испытуемый должен быстро пронировать и супинировать (вращать в обе стороны) кисти вытянутых рук. При поражении полушария мозжечка чередование этих движений на одноименной с ним стороне будет замедленно (адиадохокинез).

Отчет: указать наличие/отсутствие особенностей движений (замедление, несинхронность, размашистость).

3. *Пальценосовая проба:* испытуемому предлагают с открытыми, затем с закрытыми глазами попасть указательным пальцем одной, а потом другой руки в кончик носа. На стороне поражения мозжечка наблюдается промахивание, иногда сочетающееся с интенционным дрожанием кисти и указательного пальца, выраженность которого нарастает по мере приближения пальца к носу.

Отчет: указать наличие / отсутствие промахивания, дрожания кисти и указательного пальца.

4. *Коленно-пяточная проба:* испытуемому предлагают с открытыми, затем с закрытыми глазами в положении лежа достать пяткой одной ноги колено другой, а потом провести ею по передней поверхности голени до голеностопного сустава и обратно вверх, до колена. На стороне пораженного полушария мозжечка наблюдаются промахи из-за избыточного по объему движения и соскакивание пятки с колена и голени то в одну, то в другую сторону.

Отчет: указать наличие / отсутствие промахов, соскакивания (при наличии указать сторону повреждения мозжечка – правая, левая).

5. *Пальцеуказательная проба*: испытуемому предлагают с открытыми, а затем с закрытыми глазами попасть указательным пальцем в кончик указательного пальца врача. На стороне поражения мозжечка наблюдается «мимопопадание», палец испытуемого чаще уклоняется кнаружи от пальца врача.

Отчет: указать наличие / отсутствие промахов (при наличии указать сторону повреждения мозжечка – правая, левая).

6. *Пробы на дисметрию*:

А) *проба Стюарт – Холмса* (с ее помощью определяется регуляция удерживания позы): испытуемому предлагают согнуть руку в локтевом суставе, оказывая ему при этом сопротивление. Если затем внезапно прекратить сопротивление, то на стороне поражения мозжечка рука больного с силой ударяется в его грудь.

Отчет: указать наличие / отсутствие симптома «обратного толчка» (удара в грудь).

Б) *пронационная проба Тома*: испытуемому предлагают вытянуть руки вперед ладонями кверху и закрыть глаза, а потом быстро повернуть кисти ладонями вниз. На стороне поражения мозжечка этот жест сопровождается избыточной пронацией кисти.

Отчет: указать наличие / отсутствие избыточной пронации.

7. *Проба Бабинского на асинергию*: лежащему на спине испытуемому предлагают сесть со скрещенными на груди руками. При выполнении такого движения у больного поднимаются ноги, причем нога на стороне поражения мозжечка поднимается выше из-за отсутствия содружественных сокращений ягодичных мышц.

Отчет: указать наличие / отсутствие поднимания ног.

8. *Определение расстройства походки*: испытуемому предлагают пройти по комнате вперед-назад (по одной линии) и в стороны (фланговая походка) с открытыми и закрытыми глазами. Если поражен мозжечок, то испытуемый ходит, пошатываясь и широко расставляя ноги («пьяная» походка), особенно на поворотах. При поражении полушария мозжечка испытуемый пошатывается или уклоняется в сторону пораженного полушария. Такая походка обусловлена не только нарушением равновесия, но и асинергией.

Отчет: указать наличие / отсутствие пошатываний.

9. *Проба Ромберга*:

А) для выявления статической атаксии испытуемому предлагают встать, сдвинуть ступни ног так, чтобы носки соприкасались, закрыть глаза, вытя-

нуть вперед руки. При поражении червя мозжечка наблюдаются пошатывание, падение в стороны и нередко назад. При поражении полушарий испытуемый пошатывается или падает в сторону пораженного полушария мозжечка.

Б) для выявления нерезкой статической атаксии используется усложненная сенсibilизированная проба Ромберга. При этом испытуемому предлагают встать таким образом, чтобы носок одной ноги касался пятки другой при положении ступней на одной линии.

При оценке пробы принимать во внимание следующие показатели испытуемого: степень устойчивости (стоит неподвижно или покачивается), дрожание (тремор) век и пальцев, длительность сохранения равновесия. Твердая устойчивость позы более 15 с при отсутствии тремора пальцев и век оценивается как «хорошо»; покачивание, небольшой тремор, сохранение позы в течение 15 с – «удовлетворительно»; удержание позы менее 15 с – «неудовлетворительно».

Отчет: указать наличие / отсутствие пошатываний, время удержания позы.

Итоги работы. Заполнить табл. 2. Написать общий вывод о состоянии рефлексов мозжечка.

Таблица 2

Результаты исследования функций мозжечка

№	Проба	Наблюдения	Результат
1	Определение нистагма		
2	Проба на адиадохокинез		
3	Пальценосовая проба		
4	Коленно-пяточная проба		
5	Пальцеуказательная проба		
6	Пробы на дисметрию		
7	Проба Бабинского на асинергию		
8	Определение расстройства походки		
9	Проба Ромберга		

Практическое занятие 2

ФИЗИОЛОГИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Цель: изучить особенности строения и работы вегетативной нервной системы; освоить методы исследования тонуса отделов вегетативной нервной системы.

Общие положения

Нервную систему разделяют на соматическую и вегетативную.

Вегетативная (автономная) нервная система – отдел нервной системы, регулирующий деятельность внутренних органов, желез внутренней и внешней секреции, кровеносных и лимфатических сосудов. Вегетативная нервная система участвует в регуляции обмена веществ, поддержании гомеостаза организма, выполняет адаптационно-трофическую функцию, обеспечивает приспособительные реакции всех позвоночных. Деятельность вегетативной нервной системы не зависит от воли человека. Все вегетативные функции подчиняются центральной нервной системе.

Имеются существенные различия в строении соматической и вегетативной частей нервной системы (табл. 3).

Таблица 3

Сравнительная характеристика
соматической и вегетативной нервных систем

Признак	Соматическая нервная система	Вегетативная нервная система
1	2	3
Выход нервных волокон из ЦНС	Относительная сегментарность	Очаговость
Особенности нервных волокон	Толстые, миелинизированные А-типа, диаметр 14–22 мкм	Преганглионарные миелинизированные В-типа, диаметр до 5 мкм. Постганглионарные безмиелиновые, диаметр 5–6 мкм
Локализация эффекторного (двигательного) нейрона	В центральной нервной системе	За пределами центральной нервной системы в узлах вегетативных нервных сплетений

1	2	3
Строение эфферентного звена	Однонейронный эфферентный нервный путь от ЦНС до рабочего органа	Двухнейронный эфферентный нервный путь от ЦНС до рабочего органа
Объекты эфферентной иннервации	Поперечно-полосатые скелетные мышцы	Гладкая мускулатура, мышца сердца, железистые клетки
Скорость распространения возбуждения	До 120 м/с	От 0,5 до 18 м/с
Влияние	Пусковое влияние на органы	Корректирующее (модулирующее)
Медиаторы	Ацетилхолин	Ацетилхолин, норадреналин, аденозин, АТФ

Строение рефлекторных дуг вегетативного отдела отличается от строения рефлекторных дуг соматической части нервной системы. В рефлекторной дуге вегетативной части нервной системы эфферентное звено состоит из двух нейронов, один из которых находится вне ЦНС. В целом простая вегетативная рефлекторная дуга представлена шестью звеньями.

Первое звено рефлекторной дуги – рецепторное. Рецепторы находятся в органах и тканях. Второе звено (тело чувствительного нейрона) располагается в спинномозговых узлах и в чувствительных узлах черепных нервов. Аксон этого нейрона в составе задних корешков спинномозговых нервов или чувствительных корешков черепных нервов направляется к соответствующим ядрам в спинной или головной мозг.

Третье звено рефлекторной дуги (центральное) располагается в боковых рогах спинного мозга или в ядрах продолговатого и промежуточного мозга.

Эфферентный путь вегетативной рефлекторной дуги представлен двумя нейронами. Четвертое звено, тело первого из этих нейронов – преганглионарного – располагается в вегетативных ядрах ЦНС. Пятое звено, тело второго нейрона – постганглионарного – находится в периферических узлах вегетативной нервной системы (симпатический ствол, вегетативные узлы черепных нервов, узлы внеорганных и внутриорганных вегетативных сплетений). Отростки этих нейронов направляются к органам и тканям в составе органических вегетативных или смешанных нервов. Заканчиваются постганглионарные нервные волокна на гладких мышцах, железах и в рабочем органе, шестом звене, соответствующими концевыми нервными аппаратами.

Анатомически и функционально вегетативная нервная система подразделяется на *симпатическую, парасимпатическую и метасимпатическую*.

Все структуры и системы организма иннервируются волокнами вегетативной нервной системы. Отделы вегетативной нервной системы находятся в относительном функциональном антагонизме, обеспечивая автоматическую регуляцию органов и систем без участия сознания человека.

Важнейшие органы имеют двойную иннервацию. Полые внутренние органы имеют тройную (симпатическую, парасимпатическую и метасимпатическую) иннервацию.

Влияния симпатических и парасимпатических нервов могут быть разнонаправлены. Так, стимуляция парасимпатического (блуждающего) нерва вызывает угнетение сердечной деятельности и усиление сокращений желудочно-кишечного тракта. Раздражение симпатических нервов ведет к противоположным эффектам – усилению сердечной деятельности и снижению двигательной активности желудочно-кишечного тракта. В естественных условиях деятельность этих органов зависит от преобладания симпатических или парасимпатических влияний. Метасимпатическая нервная система представляет собой комплекс интрамуральных ганглиев, отдельных нейронов и соединяющих их нервов, расположенных в стенках внутренних органов, обладающих сократительной активностью. Метасимпатическая нервная система регулирует гладкие мышцы полых внутренних органов (кишечника, сердца, матки, мочевого пузыря, кровеносных сосудов), их секреторный, всасывающий и экскреторный эпителий, капиллярную сеть, местные эндокринные и иммунные образования. Характеризуется высокой степенью относительной независимости от центральной нервной системы.

Отделы вегетативной нервной системы могут действовать синергично, что также обеспечивает получение организмом полезного приспособительного результата. Функциональный синергизм хорошо виден на примере регуляции функций сердечно-сосудистой системы. В случае повышения артериального давления возбуждение барорецепторов рефлекторно приводит к снижению артериального давления. Этот эффект обусловлен как увеличением активности парасимпатических сердечных волокон, угнетающих деятельность сердца, так и снижением активности симпатических волокон, что ведет к расширению кровеносных сосудов.

В отдельных случаях обе части вегетативной нервной системы оказывают однонаправленное влияние на один и тот же орган. Например, слюноотделение стимулируется и симпатическими, и парасимпатическими во-

локнами: раздражение парасимпатического нерва барабанной струны вызывает обильное выделение жидкой слюны, при раздражении симпатического нерва слюна образуется в небольших количествах и со значительным содержанием органических веществ.

При физическом и эмоциональном напряжении тонус парасимпатической нервной системы может уменьшаться, а симпатическая нервная система возбуждается. В результате этого увеличиваются частота и сила сердечных сокращений, усиливается дыхание, повышается обмен веществ, усиливается кровоснабжение мышц, а деятельность желудочно-кишечного тракта тормозится. Таким образом, при стрессе симпатическая нервная система быстро мобилизует энергетические ресурсы и активизирует функциональные ответы организма. В состоянии покоя увеличивается тонус парасимпатического отдела, что способствует восстановлению ресурсов организма.

В симпатическом и парасимпатическом отделах имеются центральная и периферическая части (табл. 4). Центральную часть вегетативной нервной системы образуют *вегетативные ядра* – тела нейронов, лежащих в спинном и головном мозге. Они осуществляют координацию работы всех трех частей вегетативной нервной системы. Периферическую часть вегетативной нервной системы образуют отходящие от ядер нервные волокна, вегетативные ганглии, лежащие за пределами центральной нервной системы, и нервные сплетения в стенках внутренних органов.

Таблица 4

Отличия отделов вегетативной нервной системы

Строение и особенности	Симпатический отдел	Парасимпатический отдел
Центральный отдел	Ядра в боковых рогах спинного мозга находятся в VIII шейном сегменте, во всех грудных сегментах, в I и II поясничных сегментах	Ядра глазодвигательного, лицевого, языкоглоточного, блуждающего нервов расположены в стволе головного мозга Ядра расположены во II – IV сегментах крестцового отдела спинного мозга
Периферический отдел	Парный симпатический ствол, нервные сплетения, нервы	Нервные узлы в стенках внутренних органов или рядом с органами, нервы
Медиаторы	Норадреналин	Ацетилхолин

Симпатические и парасимпатические центры находятся под контролем коры больших полушарий головного мозга и гипоталамуса.

Симпатический отдел вегетативной нервной системы. Симпатические ядра расположены в спинном мозге на уровне грудных позвонков. Отходящие от ядер нервные волокна заканчиваются за пределами спинного мозга в симпатических узлах, расположенных по бокам позвоночника. От них берут начало нервные волокна, которые подходят ко всем органам.

Симпатическая нервная система усиливает обмен веществ, повышает возбудимость большинства тканей, мобилизует силы организма на активную деятельность. Симпатический отдел возбуждается при воздействии *адреналина*.

Парасимпатический отдел вегетативной нервной системы. Парасимпатические ядра лежат в продолговатом мозге и в крестцовой части спинного мозга. Нервные волокна от ядер продолговатого мозга входят в состав блуждающих нервов. От ядер крестцовой части нервные волокна идут к кишечнику, органам выделения. Парасимпатические нервные узлы располагаются в стенках внутренних органов или возле органов.

Парасимпатическая система способствует восстановлению израсходованных запасов энергии, регулирует работу организма во время сна. Парасимпатический отдел нервной системы возбуждается под воздействием *ацетилхолина*.

Симпатический и парасимпатический отделы имеют обширное влияние на отдельные органы.

Симпатический отдел:

- 1) повышает частоту и силу сердечных сокращений;
- 2) стимулирует выброс адреналина;
- 3) повышает уровень глюкозы в крови;
- 4) повышает артериальное давление;
- 5) вызывает расширение артерий головного мозга, легких и коронарных артерий;
- 6) угнетает перистальтику кишечника и работу пищеварительных желез (в том числе слюнных), сокращает гладкомышечные сфинктеры;
- 7) угнетает перистальтику мочеточников, расслабляет мускулатуру и сокращает сфинктер мочевого пузыря;
- 8) расширяет бронхи и бронхиолы, усиливает вентиляцию легких;
- 9) расширяет зрачки.

Парасимпатический отдел:

- 1) уменьшает частоту и силу сердечных сокращений;

- 2) понижает уровень глюкозы в крови;
- 3) снижает артериальное давление;
- 4) усиливает перистальтику кишечника и стимулирует работу пищеварительных желез (в том числе слюнных), расслабляет гладкомышечные сфинктеры;
- 5) усиливает перистальтику мочеточников, сокращает мускулатуру и расслабляет сфинктер мочевого пузыря;
- 6) сужает бронхи и бронхиолы, уменьшает вентиляцию легких;
- 7) сужает зрачки.

Метасимпатический отдел вегетативной нервной системы. Метасимпатическая нервная система представлена нервными сплетениями и мелкими ганглиями в стенках пищеварительного тракта, мочевого пузыря, сердца и некоторых других органов. Обладает собственным нейрогенным ритмом и имеет полный набор необходимых для самостоятельной рефлекторной деятельности звеньев: чувствительный, вставочный и эффекторный нейроны с соответствующим медиаторным обеспечением. Функция состоит в осуществлении связей между внутренними органами (минуя головной мозг) и регуляцией местных вегетативных рефлексов.

Метасимпатическая нервная система имеет собственные сенсорные элементы (механо-, хемо-, термо-, осморорецепторы), которые посылают в свои внутренние сети информацию о состоянии иннервируемого органа, а также способны передавать сигналы в ЦНС. Ее влияние ограничено только некоторыми внутренними органами. Не имеет своего центрального аппарата, ее связь с ЦНС осуществляется нейронами симпатического и парасимпатического отделов.

Существование специальных местных метасимпатических механизмов регуляции функций имеет определенный физиологический смысл. Их наличие увеличивает надежность регуляции функций. Эта регуляция может происходить в случае выключения связи с центральными структурами. При этом ЦНС освобождается от избыточной информации.

Метасимпатическая нервная система обеспечивает передачу возбуждения с экстраорганный нервной системы на ткань органа и является посредником между симпатической и парасимпатической нервными системами и тканью органа. Метасимпатическая нервная система регулирует органный кровоток, а также имеет непосредственное отношение к организации регулирующих влияний на такую важную функцию, как мембранное пищеварение. Благода-

ря наличие в метасимпатической нервной системе всех компонентов рефлекторных дуг, внутренние органы могут работать без участия центральной нервной системы. Известно, что многие внутренние органы, извлеченные из организма, продолжают выполнять присущие им функции. Например, сохраняется перистальтическая и всасывательная функция тонкой кишки. Такая относительная функциональная независимость объясняется наличием в стенках этих органов метасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

Органы с разрушенными метасимпатическими путями утрачивают способность к координированной моторной деятельности и другим функциям. Медиаторы многообразны: *серотонин, ацетилхолин, норадреналин, гистамин*.

Все механизмы регуляции деятельности внутренних органов условно объединены многоэтажной иерархической структурой нервной системы [1, 2, 8, 11, 21, 24, 28, 30, 36].

Первый структурный уровень: внутриорганные рефлексy, имеющие метасимпатическую природу.

Второй структурный уровень: ганглии брыжеечных и солнечного (чревного) сплетений. Оба этих низших уровня обладают отчетливо выраженной автономностью и могут осуществлять регуляцию независимо от центральной нервной системы.

Третий структурный уровень: центры спинного мозга и ствола головного мозга.

Четвертый структурный уровень: кора больших полушарий, гипоталамус, ретикулярная формация, лимбическая система и мозжечок. Кора больших полушарий мозга контролирует работу всех внутренних органов. Известно, что в определенных условиях у человека гипнотическим внушением можно вызвать изменение сердечного ритма, усиление потоотделения и мочеотделения, изменение метаболизма. Рефлекторные процессы в ядерных образованиях спинного, продолговатого, среднего мозга и моста находятся под постоянным влиянием гипоталамуса и других структур ЦНС.

Значение гипоталамических центров:

- поддержание гомеостаза;
- регуляция метаболизма;
- регуляция функций эндокринных желез;
- интеграция нервной и гуморальной регуляции вегетативных функций (через гипофиз).

Значение лимбической системы («висцеральный мозг»):

- объединение работы опорно-двигательной системы и внутренних органов;

- пищевое, сексуальное, оборонительное поведение;

- сон и бодрствование;

- внимание;

- эмоции;

- процессы памяти.

Значение мозжечка: стабилизирующее влияние на деятельность внутренних органов.

Значение ретикулярной формации:

- повышение активности нервных центров, связанных с функциями внутренних органов;

- регуляция секреции гипофизарных гормонов.

Для исследования функционального состояния вегетативной нервной системы проводят различные функциональные пробы, такие как ортостатическая, клиностатическая, глазосердечная, Геринга и др. [8, 26, 29].

Задание 1. Составить сравнительную характеристику симпатической и парасимпатической нервной системы

Ход работы. Используя вышеприведенные теоретические сведения и учебно-методическую литературу, составить сравнительную характеристику симпатической и парасимпатической нервных систем.

Итоги работы. Заполнить табл. 5.

Таблица 5

Сравнительная характеристика симпатической и парасимпатической нервных систем

Признак, свойство	Симпатическая	Парасимпатическая
1	2	3
<i>1. Строение, общие эффекты</i>		
Отделы ЦНС, из которых выходят нервные волокна		
Расположение ганглиев		
Длина преганглионарных волокон		
Длина постганглионарных волокон		
Число постганглионарных волокон		
Зона влияния (местное-локальное или генерализованное-повсеместное)		

1	2	3
В каких условиях активируется (покой или стресс)		
Суммарный эффект (возбуждающий или тормозящий)		
<i>2. Функциональное значение (как изменяют функциональное состояние органов)</i>		
Сосуды головного мозга, легких, сердца и работающих мышц		
Периферические сосуды кожи, слизистых оболочек, ЖКТ		
Артериальное давление		
Сердечные сокращения		
Бронхи		
Потребление кислорода		
Тонус скелетных мышц		
Мышцы, поднимающие волосы		
Надпочечники		
Зрачок		
Потоотделение		
Двигательная активность желудочно-кишечного тракта		
Секреция ЖКТ		
Содержание сахара в крови		
Слюнные железы		
Мочевой пузырь		
Слезная железа		

Задание 2. Изучить кожно-вегетативные рефлексы (дермографизм)

Теоретическое обоснование. Кожа, как и другие органы организма, также получает вегетативную иннервацию, поэтому для изучения вегетативной нервной системы исследуют дермографизм. *Дермографизм* – это физиологический феномен, заключающийся в изменении цвета кожи в месте легкого раздражения.

Дермографизм делится на местный и рефлекторный. Местный дермографизм вызывается при помощи штрихового раздражения кожи тупым предметом. Если тонус симпатической нервной системы повышен, то дермографизм – белый. Если повышается тонус парасимпатического отдела, то дермо-

графизм – красный. Рефлекторный дермографизм определяется при проведении по коже иглой, что сопровождается появлением красной полосы. Выпадение данного рефлекса происходит в том сегменте, который получает иннервацию от пораженного периферического нерва или участка спинного мозга.

Оборудование: карандаш, секундомер.

Ход работы. Составить конспект. Выполнить пробы. Работу проводить в парах. Наблюдать изменения состояния кожи.

1. Местный дермографизм.

Испытуемому на коже руки прочертить несколько полос обратной стороной карандаша. В норме через 5–20 с появляются полосы (дермографизм) шириной несколько мм, исчезающие через 1–10 мин. Белый цвет полос при легком и более сильном раздражении связан с сокращением капилляров и указывает на *повышение тонуса симпатического отдела* вегетативной нервной системы.

Красный цвет полос свидетельствует о *повышении тонуса парасимпатического отдела*. Очень разлитой (широкая полоса покраснения) или стойкий (длительно сохраняющийся) дермографизм, а также появление отека кожи после проведения штриха оценивают как признак *преобладания парасимпатического возбуждения*. Если штриховое раздражение проводить сильнее и медленнее, то в норме возникает красная полоса, которая сохраняется от нескольких минут до часа.

2. Рефлекторный дермографизм.

Рефлекторный дермографизм получают нанесением достаточно сильного, но не нарушающего целостность кожных покровов, штрихового раздражения острием карандаша. Через 5–10 с по обе стороны от черты появляются зоны из сливающихся красных или розовых пятен с неровными границами шириной 2–3 см, которые сохраняются от 2 до 10 мин. Рефлекторный дермографизм *не появляется в зоне иннервации кожи с пораженными нервами*.

Итоги работы. Записать результаты исследования в протокол (табл. 6). Сделать выводы о преобладающих влияниях отделов вегетативной нервной системы.

Таблица 6

Результаты исследования дермографизма

Дермографизм	Наблюдения	Выводы
Местный		
Рефлекторный		

Задание 3. Выполнить ортостатическую пробу

Оборудование: секундомер.

Ход работы. После пребывания в положении лежа не менее 5 мин испытуемый медленно (за 2–3 с) встает. Частоту пульса (ЧСС) у него измеряют дважды: в состоянии покоя перед подъемом и сразу после перехода в вертикальное положение.

Все лабораторные работы следует проводить с самоконтролем текущего состояния. Если вы простужены или имеете иные нарушения состояния здоровья, если у вас наблюдается головокружение при изменении положения тела, пробу не проводите!

В норме отмечается учащение сердечных сокращений на 6–24 уд./мин. Учащение пульса более чем на 24 уд./мин свидетельствует о преобладании тонуса симпатической нервной системы, менее чем на 6 уд./мин – о прева-лировании тонуса парасимпатических нервов. Более слабая реакция, как правило, сопровождает также развитие тренированности.

Итоги работы. Записать значения ЧСС в протокол (табл. 7), сравнить результаты опыта с нормами, сделать выводы.

Таблица 7

Результаты вегетативных проб

Вид пробы	ЧСС	
	До пробы	После пробы
Ортостатическая	Лежа:	Стоя:
Клиностатическая	Стоя:	Лежа:
Проба Геринга	Стоя:	На задержке дыхания:

Задание 4. Выполнить клиностатическую пробу

Оборудование: секундомер.

Ход работы. Пробу проводят в таком порядке: 5 мин спокойного стояния, измерение ЧСС, медленный переход в положение лежа, измерение ЧСС.

В норме при переходе в положение лежа отмечается замедление пульса на 4–6 уд./мин. Замедление пульса более чем на 6 ударов говорит о повышении возбудимости парасимпатической нервной системы. Отсутствие реакции или ее ускорение (парадоксальный характер) говорят о преобладании тонуса симпатической нервной системы.

Итоги работы. Записать результаты пробы в протокол (табл. 7), сравнить полученные результаты с нормами, сделать выводы.

Задание 5. Выполнить дыхательную пробу (пробу Геринга)

Оборудование: секундомер.

Ход работы. У испытуемого в положении стоя определите частоту пульса. Затем попросите его сделать глубокий вдох и задержать дыхание. Снова подсчитайте пульс (на фоне задержки дыхания). В норме наблюдается уменьшение ЧСС на 4–10 уд./мин. При повышенном тоне парасимпатической нервной системы пульс замедляется на 8–10 уд./мин и более.

Итоги работы. Записать результаты пробы в протокол (табл. 7), сравнить полученные результаты с нормами, написать выводы.

Задание 6. Исследовать вегетативный тонус сердечно-сосудистой системы

Оборудование: автоматический измеритель артериального давления (тонометр), секундомер.

Ход работы. Трижды измерить артериальное давление тонометром. Рассчитать среднее значение диастолического артериального давления. Измерить частоту сердечных сокращений трижды и рассчитать среднее значение показателя.

Рассчитать *вегетативный индекс Кердо* по формуле:

$$\text{ВИ} = (1 - \text{АДд} / \text{ЧСС}) \cdot 100,$$

где ВИ – вегетативный индекс;

АДд – средняя величина диастолического давления;

ЧСС – средняя частота сердечных сокращений в 1 мин.

Если значение ВИ в пределах ± 15 , то это свидетельствует об уравновешенности симпатических и парасимпатических влияний; от 16 до 30 – о повышенном тоне симпатических влияний; больше 30 – о преобладании симпатических влияний; от – 16 до – 30 – о повышенном тоне парасимпатических влияний; ниже – 30 – о преобладании парасимпатических влияний.

Итоги работы. Внести результаты измерений в протокол (табл. 8). Рассчитать средние значения показателей и вегетативный индекс. Написать вывод.

Таблица 8

Результаты исследования
вегетативного тонуса сердечно-сосудистой системы

№ п/п	ЧСС	АДд	ВИ
1			
2			
3			
Среднее			

Практическое занятие 3

СУЩНОСТЬ И ВИДЫ ИММУНИТЕТА.

ИММУНОПРОФИЛАКТИКА

Общие положения

Иммунитет (*immunitas* – освобождение) – способность организма защищать себя от *антигенов* (веществ, несущих для него чужую генетическую информацию). Благодаря наличию иммунной системы организм защищен от большинства болезнетворных организмов (вирусов, бактерий, грибов, простейших, гельминтов и т. д.) и токсических продуктов их жизнедеятельности. Организм животных точно дифференцирует «свое» и «чужое», поэтому и обеспечивается защита от внедрившихся патогенных микробов, чужеродных белков и других веществ.

Наука, изучающая процесс иммунитета, молекулярные и клеточные механизмы реагирования организма на чужеродные вещества (антигены), называется *иммунологией*. Основоположником современной научной иммунологии является Луи Пастер. В 1881 г. он сообщил, что куры при заражении ослабленным возбудителем холеры становятся невосприимчивы к вирулентным культурам. На этом основании он сформулировал основной принцип защиты от возбудителя любой инфекционной болезни: ***организм после встречи с ослабленным возбудителем становится невосприимчивым к вирулентным микробам того же вида***. Л. Пастер назвал вакцинами ослабленные культуры возбудителей инфекционных болезней. Л. Пастером были изготовлены вакцины против сибирской язвы, бешенства, рожи свиней и др.

Большой вклад в развитие иммунологии внес И. И. Мечников. В 1883 г. он открыл фагоцитоз и ввел понятие «клеточный иммунитет». *Фагоцитоз* (от гр. *phago* – ем, *cytos* – клетка) – процесс активного поглощения клетками организма попадающих в него патогенных живых или убитых микробов при помощи внутриклеточных ферментов.

Понятие о резистентности. *Резистентность* – это повышенная устойчивость организма к инфекции, обусловленная его биологическими особенностями.

Резистентность может быть свойственна всему организму или его отдельным системам, тканям и органам и связана с анатомо-физиологическими и генетическими особенностями организма, а также с условиями среды.

Наблюдается видоспецифическая резистентность, когда один вид животных невосприимчив к инфекциям других видов животных (чума свиней только у свиней, чума КРС – у крупного рогатого скота).

Неспецифическая резистентность – это относительный уровень врожденной устойчивости организма к различным патогенным факторам. Неспецифическая резистентность является первым защитным барьером на пути внедрения инфекционного агента.

Неспецифические факторы защиты действуют против многих патогенных агентов одновременно. Слизистые оболочки и кожа сами по себе уже являются барьером для многих возбудителей. Однако покровы наделены и другими факторами защиты: слизь и реснички на слизистых верхних дыхательных путей и бронхов механически удаляют бактерии, лизоцим убивает микробы, гемолитические стрептококки и менингококки, ингибин (вещество белковой природы) убивает дифтерийные бактерии. Слюна, носовой секрет, слезы бактерицидны для многих микробов. Факторами бактерицидности в них являются лизоцим, ингибин, перекись водорода, выделяемые некоторыми представителями микрофлоры. Кожа выделяет жирные кислоты, бактерицидные для гемолитических стрептококков, кишечной палочки и паратифозных бактерий. Желудочный сок и пищеварительные ферменты убивают возбудителей бруцеллеза, тифа, дизентерии, задерживают рост туберкулезных бактерий. Естественная микрофлора может оказывать антагонистическое действие по отношению к патогенным возбудителям (белые стафилококки на коже являются антагонистами возбудителя сибирской язвы, молочнокислые бактерии кишечника и кишечная палочка – антагонисты сальмонелл, холерных вибрионов).

Если бактерии преодолевают кожный и слизистый барьеры, то защитную функцию выполняют лимфатические узлы, где микробы фагоцитируются или развивается воспаление.

Воспаление – это важнейшая защитная приспособительная реакция, направленная на ограничение действия повреждающих факторов. При слабовирулентных возбудителях и их незначительном количестве воспаление может привести к гибели накопившихся бактерий. В центре воспалительного очага, где образуются и накапливаются бактерицидные и бактериостатические продукты тканевого распада и метаболизма (лизоцим, фагоцитины, молочная кислота, углекислота, жирные кислоты и др.), наступает задержка размножения и уничтожение бактерий.

Классификация иммунитета. По происхождению различают два вида иммунитета: врожденный и приобретенный (рис. 1). Врожденный иммунитет может быть наследственным (видовым) и индивидуальным.

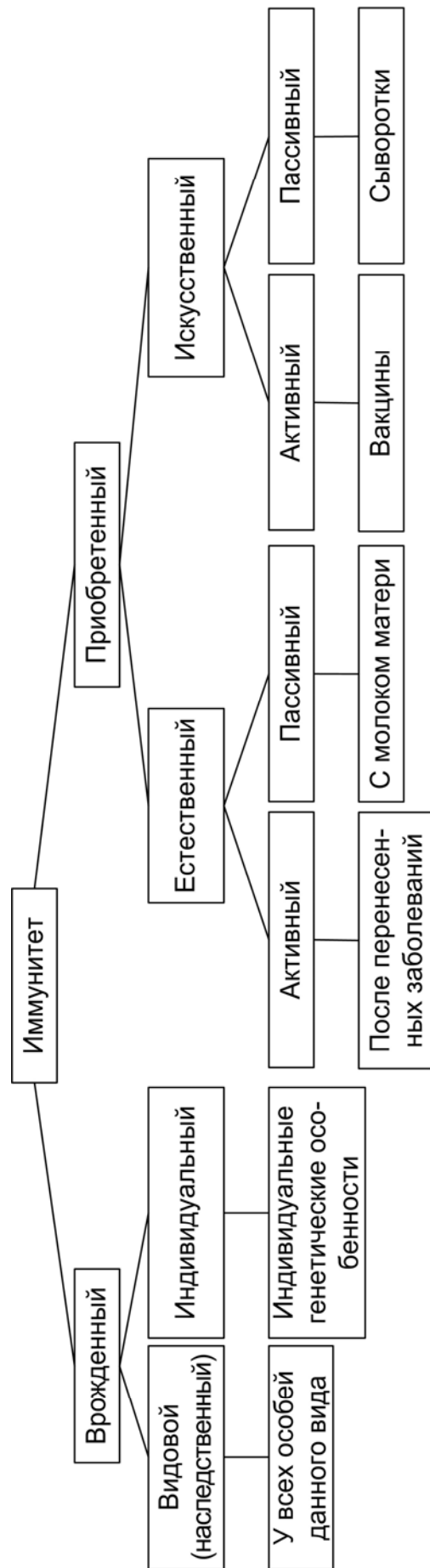


Рис. 1. Виды иммунитета

Врожденный видовой иммунитет – это невосприимчивость всех представителей данного вида к определенному антигену, приобретенная в процессе эволюции: болезни, которыми болеет человек, но не болеют животные и птицы (корь, натуральная оспа, проказа, вирусный гепатит, холера, гонорея, дизентерия, брюшной тиф и др.); болезни, которыми болеют животные, но не болеет человек (чума крупного рогатого скота, пироплазмоз собак); болезни, которыми болеют птицы, но не болеет человек (куриная холера); болезни, которыми болеют животные и человек, но не болеют птицы (сибирская язва, бешенство и др.).

Индивидуальный врожденный иммунитет определяется теми особенностями, которые передаются организму с родительскими генами и в процессе эмбрионального развития. В последнем триместре беременности через плаценту плоду передаются антитела матери, которые противостоят микроорганизмам, токсинам, клеткам, инфицированным вирусом и опухолевым клеткам.

Приобретенный (неспецифический) иммунитет – устойчивость организма к определенному возбудителю болезни. Главными характеристиками приобретенного иммунитета являются специфичность и иммунологическая память. Приобретенный иммунитет обеспечивается способностью организма обезвреживать чужеродные и потенциально опасные микроорганизмы (или молекулы токсинов), которые уже попадали в организм ранее. Представляет собой результат работы системы высокоспециализированных клеток (лимфоцитов – клеток иммунной памяти), которые могут долгое время (годы, иногда – до конца жизни организма) пребывать в «спящем состоянии» до повторной встречи с тем же антигеном и быстро активироваться при его появлении.

Приобретенный иммунитет подразделяют на *естественный* (у переболевшего) и *искусственный* (после вакцинации).

Естественный делят на *активный* (постинфекционный) и *пассивный* (иммунитет новорожденных, приобретенный за счет поступления к плоду антител от матери через плаценту, после рождения через молозиво).

Искусственный иммунитет организм приобретает в результате применения медицинских препаратов (вакцин (активный иммунитет) и сывороток (пассивный иммунитет)).

В зависимости от механизмов защиты различают еще два вида иммунитета:

- 1) гуморальный – обусловлен выработкой специфических антител;
- 2) клеточный – за счет образования специфических Т-лимфоцитов.

Иммунная система – совокупность всех лимфоидных органов, клеток и тканей организма, функционально и структурно связанных между собой.

Органы иммунной системы подразделяются на *центральные* и *периферические*. К центральным органам относятся красный костный мозг и тимус (вилочковая железа). К периферическим – селезенка, лимфатические узлы, миндалины, лимфоидная ткань стенок полых органов пищеварительной и дыхательной систем.

Все органы иммунной системы функционируют как единое целое. Их характерной особенностью является ранняя закладка в эмбриогенезе и состояние зрелости уже у новорожденных, а также значительное развитие в детском и подростковом возрасте. В дальнейшем постепенно происходит возрастная инволюция. Общая масса органов иммунной системы в теле человека (без костного мозга) составляет 1,8–2 кг.

Центральные органы иммунной системы

Костный мозг – орган кроветворения и центральный орган иммунной системы. Выделяют красный и желтый костный мозг. У взрослого человека красный костный мозг расположен в ячейках губчатого вещества плоских и коротких костей, эпифизах длинных трубчатых костей.

Общая масса красного костного мозга у взрослого человека составляет 1,5 кг. У новорожденных он заполняет все костномозговые ячейки и является красным. У детей с 4–5 лет в диафизах трубчатых костей красный костный мозг, замещается жировой тканью и становится желтым.

Красный костный мозг содержит стволовые клетки – предшественники всех клеток крови и лимфы. С током крови стволовые клетки попадают в другие органы иммунной системы, где осуществляется их дифференцировка. Желтый костный мозг представлен в основном жировой тканью.

Вилочковая железа (тимус) является центральным органом иммунной системы. В тимусе из стволовых клеток, поступивших из красного костного мозга, созревают и дифференцируются Т-лимфоциты. В дальнейшем Т-лимфоциты поступают в кровь и заселяют тимусзависимые зоны периферических органов (селезенка, лимфатические узлы). Тимус расположен в грудной полости, позади рукоятки грудины, в переднем средостении. Максимального своего развития тимус достигает в 10–15 лет (30 – 40 г), а после полового созревания подвергается инволюции, практически полностью замещаясь жировой тканью.

Клеточными элементами органов иммунной системы являются лимфоциты, плазмочиты, макрофаги, которые обеспечивают иммунную защиту организма.

В-лимфоциты вырабатывают антитела (иммуноглобулины – А, D, Е, G, М), выполняющие функции гуморального иммунитета.

Т-лимфоциты обеспечивают клеточный иммунитет: уничтожают чужеродные, а также измененные и погибшие собственные клетки. Заселяют тимусзависимые зоны лимфатических узлов, селезенки.

Т-лимфоциты подразделяются на несколько групп:

1. Т-киллеры («убийцы») – уничтожают чужеродные агенты.
2. Т-хелперы («помощники») – активируют В-лимфоциты, стимулируя их превращение в плазматические клетки.
3. Т-супрессоры («угнетатели») – снижают иммунный ответ организма на антигенное воздействие.
4. Т-мемори («клетки памяти») – сохраняют информацию об инородных агентах, когда-либо проникавших в организм.

Плазмоциты участвуют в реакциях гуморального иммунитета, вырабатывая антитела.

Макрофаги осуществляют фагоцитоз и участвуют в реакциях специфического иммунитета.

Иммунодефицит – заболевание, поражающее иммунную систему человека, при котором перестают работать одно или несколько звеньев иммунной защиты организма от инфекций.

Классификация иммунодефицитов

1. Физиологические иммунодефициты возникают на определенном этапе жизни и связаны с особенностями работы иммунной системы (например, младенческие иммунодефициты, возникающие в период новорожденности и раннего детства; изменения иммунной системы в период беременности; старческое снижение иммунной защиты). Они не требуют лечения, но инфекции могут возникать чаще и протекают несколько тяжелее.

2. Первичные иммунодефициты связаны с дефектами в генах. Признаки заболевания проявляются с самого рождения и объясняются поломкой определенного гена, который отвечает за активность того или иного звена иммунитета (отсутствие определенных клеток, защитных белков). В целом, до 6 млн людей в мире страдают этим состоянием, и у большей части состояние своевременно не выявляется. В РФ каждый 500-й ребенок рождается с определенным дефектом иммунитета первичного характера.

3. Вторичные иммунодефициты возникают в течение жизни. Самый известный из них – это патология, вызванная заражением ВИЧ-инфекцией, ко-

торая по мере прогрессирования вызывает синдром приобретенного иммунодефицита (СПИД). Это вирус поражает систему Т-лимфоцитов, угнетая их способность противодействовать инфекционным агентам. В результате человек умирает от вторичных инфекций, например, пневмонии, сепсиса и др. Помимо ВИЧ и других вирусных инфекций провокаторами иммунодефицитов могут становиться различные методы терапии онкологических заболеваний, прием медикаментов при лечении серьезных патологий и сами эти патологии.

Иммунопрофилактика

Вакцинация (прививка) – это введение в организм человека медицинских иммунобиологических препаратов для создания защиты (специфической невосприимчивости) против инфекционного заболевания и его последствий.

Вакцины – это профилактические препараты, которые содержат антигены бактерий или вирусов, активирующих иммунную систему для защиты от болезнетворных микроорганизмов. Вакцины могут состоять из живых болезнетворных микроорганизмов, убитых или ослабленных микробов или их частей. Вакцины используют против таких заболеваний, как полиомиелит, корь, коклюш, дифтерия, сибирская язва, оспа. Способы прививания зависят от метода введения профилактического раствора с антигенами человеку. Применяют внутримышечный, подкожный, внутрикожный, ингаляционный, пероральный методы. Через 1–2 недели после введения вакцин в организме человека появляются антитела.

Для лечения инфекционных больных и экстренной профилактики инфекционных заболеваний применяют сыворотки.

Сыворотки иммунные – это препараты из крови животных и человека, содержащие антитела против возбудителей инфекционных заболеваний или продуктов их жизнедеятельности. Их готовят из крови животных или человека, переболевших каким-либо инфекционным заболеванием. Концентрированные иммунные сыворотки – гамма-глобулины (правильнее – иммуноглобулины, так как в них сохраняются различные глобулиновые фракции) из крови человека практически не вызывают осложнений и медленно выводятся из организма.

В зависимости от назначения различают лечебно-профилактические и диагностические иммунные сыворотки.

Лечебно-профилактические иммунные сыворотки подразделяют на несколько видов:

- **антитоксические** – против ядовитых продуктов жизнедеятельности микробов (например, противостолбнячная, противодифтерийная, противогангренозная) и против последствий укуса ядовитых змей и насекомых;

- антибактериальные – воздействующие на микроорганизм (противосибирезвенный гамма-глобулин);

- противовирусные – противокоревой, антирабический (против бешенства), противогриппозный гамма-глобулины.

Диагностические иммунные сыворотки готовят, используя различные антигены в зависимости от характера реакции, для которой они ставятся. Такие сыворотки применяют для идентификации возбудителей инфекционных болезней (менингита, сибирской язвы, чумы, туляремии, полиомиелита и др.).

Интерферон занимает промежуточное положение между общими и специфическими механизмами иммунитета, так как, образуясь против вируса одного типа, он активен и против других вирусов. Интерфероны – общее название ряда белков со сходными свойствами, выделяемых клетками организма в ответ на вторжение вируса, на некоторые бактериальные вещества и на низкомолекулярные химические соединения. В медицине интерфероны применяются для предотвращения и лечения вирусных инфекций [14, 21, 31].

Задание 1. Ответьте письменно на вопросы, используя приведенную информацию

1. Иммунитет – это ...
2. Назовите значение иммунной системы.
3. Ответьте на вопрос: благодаря какому механизму обеспечивается защита от внедрившихся патогенных микробов, чужеродных белков и других веществ?
4. Дайте определение термину «иммунология».
5. Л. Пастер назвал ослабленные культуры возбудителей инфекционных болезней ...
6. Фагоцитоз – это ...
7. Повышенную устойчивость организма к инфекции, обусловленную его биологическими особенностями, называют ...
8. Назовите значение неспецифической резистентности.
9. Перечислите неспецифические факторы защиты организма (резистентности) (не менее 8 факторов).
10. Перечислите отличительные черты приобретенного иммунитета.
11. Назовите вид иммунитета, который обусловлен выработкой специфических антител.

12. Назовите вид иммунитета, который формируется за счет образования специфических Т-лимфоцитов.

13. Перечислите центральные органы иммунной системы.

14. Перечислите периферические органы иммунной системы.

15. Перечислите клеточные элементы органов иммунной системы.

16. Назовите функции Т-лимфоцитов.

17. Как называют заболевания, поражающие иммунную систему человека, при которых перестают работать одно или несколько звеньев иммунной защиты организма от инфекций?

18. Введение в организм человека медицинских иммунобиологических препаратов для создания специфической невосприимчивости против инфекционного заболевания и его последствий называют ...

19. Как называют профилактические препараты, активирующие иммунную систему для защиты от болезнетворных микроорганизмов, которые состоят из живых болезнетворных микроорганизмов, убитых или ослабленных микробов или их частей?

20. Как называют препараты из крови животных и человека, содержащие антитела против возбудителей инфекционных заболеваний или продуктов их жизнедеятельности?

21. Из чего готовят сыворотки?

22. Как называют препараты, которые вводят для обезвреживания ядовитых продуктов жизнедеятельности микробов?

23. Какой тип иммунитета формируется при введении сыворотки?

Задание 2. Заполните таблицу, используя вышеприведенный материал

Используя приведенные выше сведения и учебно-методические материалы, заполните табл. 9.

Таблица 9

Виды иммунитета

Вид иммунитета	Причины формирования	Продолжительность действия
Естественный (врожденный)		
Естественный приобретенный		
Искусственный активный		
Искусственный пассивный		

Практическое занятие 4

ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Цель: изучить строение и функции сердечно-сосудистой системы человека и ее частей, рассмотреть возрастные особенности; освоить методы оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

Общие положения

Сердечно-сосудистая система состоит из сердца и кровеносных сосудов – аорты, артерий, артериол, капилляров, венул, вен и лимфатических сосудов.

Строение и работа сердца. Кровь движется по сосудам благодаря сокращению сердечной мышцы. Сердце расположено почти в центре грудной полости и несколько смещено влево. Масса его около 250–300 г. Сердце млекопитающих и человека представляет собой полый четырехкамерный мышечный орган, состоящий из двух предсердий и двух желудочков. Левая половина сердца не сообщается с правой. Предсердия и желудочки сообщаются между собой отверстиями, снабженными створчатыми клапанами. В левом желудочке – двухстворчатый клапан, в правом – трехстворчатый.

На границе между левым желудочком и аортой, между правым желудочком и легочной артерией расположены полулунные клапаны, закрывающие отверстие аорты в левом желудочке и отверстие легочной артерии в правом желудочке.

Стенки сердца состоят из трех слоев: внутреннего – *эндокарда*, среднего – *миокарда*, наружного – *эпикарда*. Сердце заключено в околосердечную сумку – *перикард*. Самый мощный слой – миокард – состоит из поперечно-полосатой мышечной ткани, обладающей особым ритмом сокращения (сокращается произвольно).

В циклическом функционировании сердца различают две фазы: *систола* (сокращение) и *диастола* (расслабление). Во время систолы полости сердца освобождаются от крови, а во время диастолы заполняются кровью. Период, включающий одну систолу и одну диастолу предсердий и желудочков и следующую за ними общую паузу, называется *циклом сердечной деятельности*.

Систола предсердий обеспечивает поступление крови в желудочки и длится 0,1–0,16 с (рис. 2). Затем предсердия переходят в фазу диастолы, которая продолжается в течение 0,7 с. Во время диастолы предсердия заполняются кровью.

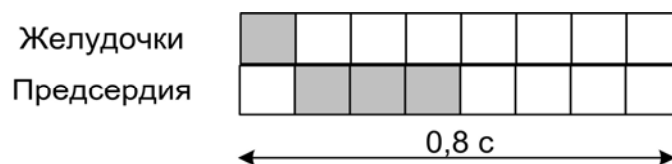


Рис. 2. Схема сердечного цикла. Темными квадратами показана систола предсердий и желудочков, светлыми – диастола

Систола желудочков – период их сокращения, что позволяет протолкнуть кровь в артериальное русло. Систола желудочков длится 0,50–0,56 с. Диастола – период времени, в течение которого сердце расслабляется для приема крови. Характеризуется снижением давления в полости желудочков, закрытием полулунных клапанов и открытием предсердно-желудочковых клапанов с продвижением крови в желудочки.

Общая пауза сердца (одновременная диастола предсердий и желудочков) длится 0,4 с. В течение этого периода сердце отдыхает. Весь сердечный цикл продолжается в течение 0,80–0,86 с.

Длительность различных фаз сердечного цикла зависит от частоты сердечных сокращений. При более частых сердечных сокращениях длительность каждой фазы, особенно диастолы, уменьшается.

Свойства сердечной мышцы. Основными свойствами сердечной мышцы, определяющими непрерывное ритмическое сокращение сердца в течение всей жизни организма, являются автоматия, возбудимость, проводимость и сократимость.

Автоматия – способность сердечной мышцы ритмически возбуждаться и сокращаться без каких-либо внешних по отношению к сердцу воздействий, т. е. без участия нервной системы и гуморальных факторов, доставляемых к сердцу кровью.

Ритмичное, постоянное чередование фаз систолы и диастолы, необходимое для нормальной работы, обеспечивается возникновением и проведением электрического импульса по системе особых клеток – по узлам и волокнам проводящей системы сердца.

Сердечный импульс генерируется в синусовом (синоатриальном) узле, который по активности преобладает над всеми другими элементами проводя-

щей системы сердца. Его импульсы возникают с частотой от 60 до 80 в одну минуту и приводят в работу весь миокард. Именно по этой причине нормальный сердечный ритм сокращений называют *синусовым ритмом*. Зародившись в синусовом узле, импульс попадает в предсердия по специальным проводящим волокнам. Под его влиянием предсердия сокращаются, и кровь проникает из них в желудочки. В следующем узле – предсердно-желудочковом или атриовентрикулярном – происходит задержка импульса на считанные доли секунды. Эта пауза необходима для того, чтобы весь объем крови успел излиться из предсердий в желудочки. Из атриовентрикулярного узла импульс направляется к желудочкам по ножкам пучка Гиса. Работающих клеток миокарда импульс достигает по волокнам Пуркинье. Когда возбуждение охватывает весь миокард желудочков, происходит сокращение клеток миокарда и изгнание крови в общее сосудистое русло. Если на каком-то из этапов происходит сбой, развиваются нарушения сердечного ритма и проводимости.

Синусно-предсердный узел подавляет более частыми импульсами все нижерасположенные участки проводящей системы, но в случае его повреждения водителем ритма может стать предсердно-желудочковый узел, который генерирует импульсы с частотой 40–50 в мин. В случае повреждения и этого узла, волокна предсердно-желудочкового пучка (пучок Гиса) могут стать водителем ритма, взяв на себя его функцию. Частота генерируемых импульсов и сердечных сокращений будет около 30–40 в мин. Если и эти водители ритма не будут работать, то ими могут стать волокна Пуркинье, задавая ритм сердца около 20 ударов в минуту.

Водители ритма сердца называются также *пейсмейкерами*.

Самому сердцу, как и любому другому органу, для питания и нормальной деятельности требуется кислород. К сердечной мышце он доставляется по коронарным сосудам.

Возбудимость – свойство сердечной мышцы переходить в состояние возбуждения под влиянием различных раздражителей.

Проводимость – способность сердечной мышцы проводить возбуждение, возникшее в каком-либо участке сердечной мышцы, к другим ее участкам. Возникнув в синоатриальном узле, возбуждение распространяется по проводящей системе на сократительный миокард. Распространение этого возбуждения обусловлено низким электрическим сопротивлением *нексусов* (щелевых контактов между участками мембран клеток миокарда).

Сократимость – способность миокарда сердца сокращаться, обусловленная свойством его клеток отвечать на возбуждение сокращением. Это

свойство сердечной мышцы позволяет сердцу выполнять механическую работу по перекачиванию крови по сосудам. Работа сердечной мышцы подчиняется закону «все или ничего»: если на сердечную мышцу оказывать раздражающее действие различной силы, то каждый раз она отвечает максимальным сокращением. Если сила раздражителя не достигает порогового значения, то сердечная мышца не отвечает сокращением. Другая характерная особенность сердечной мышцы заключается в том, что сила сокращения сердца зависит от степени растяжения мышечных волокон во время диастолы, когда полости заполняются кровью (закон Франка – Старлинга). Особенно важное значение закон Франка – Старлинга имеет во время усиленной работы сердца, когда возрастает объем крови, поступающей в него во время диастолы. Увеличение силы сокращения приводит к тому, что вся кровь выбрасывается при систоле желудочков в артериальные сосуды, иначе после каждого сокращения в сердце оставалась бы ее значительная порция. При отсутствии большой нагрузки и небольшом объеме кровотока сила сокращения сердца умеренная. Таким образом, сердце способно регулировать в известных пределах силу сокращения в зависимости от объема кровотока.

Кровообращение

Кровообращение – это движение крови по сосудистой системе, обеспечивающее газообмен между организмом и внешней средой, обмен веществ между органами и тканями, а также гуморальную регуляцию различных функций организма.

Кровообращение совершается по замкнутой системе, состоящей из малого и большого кругов. Большой круг кровообращения обеспечивает все органы и ткани кровью с содержащимися в ней кислородом и питательными веществами, а также освобождает ткани от продуктов обмена веществ. Малый или легочный круг кровообращения предназначен для обогащения крови кислородом.

Большой круг кровообращения – это путь крови от левого желудочка сердца до правого предсердия. Левый желудочек, сокращаясь, выталкивает насыщенную кислородом кровь в самую крупную артерию тела – *аорту*. Ветви аорты разветвляются на крупные, средние, мелкие артерии – *артериолы*, которые направляются ко всем тканям и органам, где они ветвятся до капилляров. Из капилляров большого круга кровообращения ко всем клеткам и тканям тела поступают кислород, питательные вещества и гормоны, а из клеток в капилляры переходят продукты обмена, в том числе и углекислый газ. Капилляры сливаются в венулы, которые собираются в мелкие, средние, крупные вены. Венозная кровь от туловища, нижних конечностей, органов брюшной и грудной

полостей через крупный сосуд – нижнюю полую вену – поступает в правое предсердие. В это предсердие через верхнюю полую вену венозная кровь оттекает от органов головы, шеи и верхних конечностей.

Малый круг кровообращения – путь крови от правого желудочка через артерии, капилляры и вены легких до левого предсердия. Этот путь служит для обогащения крови кислородом. Из правого желудочка венозная кровь направляется в крупный сосуд – легочный ствол, разделяющийся на правую и левую легочные артерии. В легких ветви легочной артерии переходят в капилляры, которые оплетают легочные пузырьки – альвеолы. Через стенки альвеол происходит газообмен: из альвеол в кровь переходит кислород, а в обратном направлении – из крови в альвеолы – углекислый газ. Венозная кровь, проходя через капилляры легких, насыщается кислородом и становится артериальной. Обогащенная кислородом артериальная кровь поступает из капилляров в венозные сосуды, которые, соединяясь, образуют в каждом легком две легочные вены, впадающие в левое предсердие. Из левого предсердия кровь поступает в левый желудочек, а от него вновь направляется по сосудам большого круга кровообращения [1, 11, 14, 27, 28].

Задание 1. Изучить возрастные особенности сердечно-сосудистой системы

Ход работы. Составить конспект.

Теоретическое обоснование. Формирование сердца у эмбриона начинается со второй недели эмбриогенеза, четырехкамерное сердце образуется уже к концу третьей недели. Кровообращение плода имеет свои особенности, поскольку до рождения кислород поступает в организм плода через плаценту и пупочную вену. Пупочная вена разветвляется на два сосуда: один питает печень, другой соединяется с нижней полую вену. В результате в нижней полую вену происходит смешивание богатой кислородом крови, поступающей из пупочной вены, и крови, оттекающей от органов и тканей плода. Таким образом, в правое предсердие попадает смешанная кровь. В систолу предсердий кровь направляется в желудочки сердца, далее из левого желудочка кровь поступает в аорту, из правого – в легочную артерию.

Предсердия плода соединяются посредством овального отверстия, поэтому левый желудочек направляет в аорту кровь частично и из правого предсердия. По легочной артерии в легкие попадает незначительное количество крови, так как легкие у плода не функционируют. Большая же часть крови, выбрасываемая из правого желудочка в легочный ствол, попадает в аорту по временно функционирующему сосуду – Боталлову протоку.

Важнейшую роль в кровоснабжении плода выполняют пупочные артерии, отходящие от подвздошных артерий. Через пупочное отверстие они выходят из организма плода и, разветвляясь, образуют в плаценте густую сеть капилляров, откуда берет начало пупочная вена.

Кровеносная система плода замкнута, поэтому кровь матери никогда не попадает в кровеносные сосуды плода и наоборот. Поступление кислорода в кровь плода осуществляется путем диффузии, так как его парциальное давление в материнских сосудах плаценты всегда выше, чем в крови плода.

С первым вдохом новорожденного начинает функционировать малый круг кровообращения. Поэтому обычно Боталлов проток и овальное отверстие быстро зарастают, пупочные артерии и вена превращаются в связки.

У детей относительная масса сердца и общий просвет сосудов больше, чем у взрослых, что в значительной степени облегчает процессы кровообращения. Рост сердца у детей находится в тесной связи с общим ростом тела. Наиболее интенсивно сердце растет в первые годы жизни и в конце подросткового периода. С возрастом меняются также положение и форма сердца. У новорожденного сердце шаровидной формы и расположено значительно выше, чем у взрослого. Различия по этим показателям исчезают только к десяти годам. К 12-летнему возрасту исчезают и основные функциональные различия в сердечно-сосудистой системе.

Частота сердцебиений ребенка до 12–14 лет больше, чем у взрослых, что связано с преобладанием у детей тонуса симпатических центров. В процессе постнатального развития тоническое влияние блуждающего нерва постоянно усиливается, а в подростковом периоде степень его влияния у большинства детей приближается к уровню взрослых. Задержка в созревании тонического влияния блуждающего нерва на сердечную деятельность может свидетельствовать о ретардации развития ребенка.

Кровяное давление у детей ниже, чем у взрослых, а скорость кровообращения выше. Ударный объем крови у новорожденного составляет всего $2,5 \text{ см}^3$, за первый год после рождения он увеличивается в четыре раза, затем темпы прироста снижаются. К уровню взрослого ($70\text{--}75 \text{ см}^3$) ударный объем приближается только к 15–16 годам. С возрастом увеличивается и минутный объем крови, что обеспечивает сердцу возрастающие возможности адаптации к физическим нагрузкам. Биоэлектрические процессы в сердце также имеют возрастные особенности, поэтому электрокардиограмма приближается к форме взрослого к 13–16 годам.

Масса сердца и размеры камер сердца прирастают быстрее, чем диаметр кровеносных сосудов. Так, если объем сердца к 14 годам увеличивается почти в 12 раз по сравнению с новорожденными, то диаметр аорты – только в 3 раза. Кроме того, в результате скачкообразного увеличения длины тела сосуды вытягиваются, что также приводит к сужению просвета сосудов. У подростков 12–16 лет просвет аорты и легочной артерии уже одинаков, а в более старшем возрасте аорта становится шире, чем легочная артерия. Просвет вен становится вдвое больше просвета артерий.

Рост миокарда (сердечной мышцы) опережает рост и развитие соединительной ткани. Поэтому рост клапанов сердца не успевает за ростом миокарда, вследствие чего образуется их недостаточность. Перечисленные особенности сказываются на характере потока крови и способствуют появлению функциональных шумов.

В подростковом периоде усиливаются половые морфофункциональные различия сердечно-сосудистой системы, которые начинают улавливаться уже в 4-летнем возрасте. Миокард мальчиков-подростков, как правило, имеет большие функциональные возможности, чем у девочек, а величины систолического/диастолического артериального давления мальчиков в 14–16 лет в среднем выше (115,0/62,5), чем у девочек (104,5/57,3). Однако обычно у девочек в связи с менструальным циклом происходит предменструальный подъем систолического артериального давления и снижение частоты сердечных сокращений. Величина артериального давления у девочек выходит на взрослый уровень раньше, чем у мальчиков (примерно через 3,5 года после появления первых менструаций).

Дети и подростки, систематически занимающиеся физической культурой, при строгом нормировании физических нагрузок тренируют сердце, повышают его функциональные возможности. Тренированность сердца обуславливает предельную экономичность его работы, увеличение его резервных возможностей, повышение работоспособности и выносливости.

Иногда в пубертатном периоде возникают обратимые нарушения в деятельности сердечно-сосудистой системы, связанные с перестройкой эндокринной системы. В 13–16 лет могут наблюдаться учащение сердечного ритма, одышка, спазмы сосудов, нарушения показателей электрокардиограммы и т. д. При наличии дисфункций кровообращения необходимо строго дозировать и предупреждать чрезмерные физические и эмоциональные нагрузки подростка [3, 11, 18, 27].

Для оценки состояния сердечно-сосудистой системы проводят анато-физиологические исследования и функциональные пробы [3, 5, 7, 8, 17, 18, 26, 29].

Задание 2. Изучить общие положения по теме

Ход работы. Составить конспект по плану:

1. Строение сердца.
2. Цикл работы сердца.
3. Свойства сердечной мышцы.
4. Круги кровообращения, их строение и значение.
5. Возрастные особенности сердечно-сосудистой системы.

Задание 3. Измерить частоту сердечных сокращений

Теоретическое обоснование. Частота сердечных сокращений является весьма лабильным и информативным показателем, отражающим функциональное состояние не только сердечно-сосудистой системы, но и организма в целом. О частоте сердечных сокращений судят по регистрации *артериального пульса*. Артериальным пульсом называют ритмические колебания стенок артерий, обусловленные колебаниями артериального давления.

Для здоровых взрослых людей принято считать нормальной частоту пульса в покое от 60 до 80 уд. / мин у женщин и от 60 до 75 уд. /мин у мужчин.

Стабильность пульса в покое свидетельствует о нормальном функционировании сердечно-сосудистой системы. Превышение диапазона нормальной величины пульса в покое более чем на 5–6 уд./мин называется *тахикардией*. В условиях покоя тахикардия может указывать на нарушение нейрогуморальной регуляции деятельности сердца, его утомление или заболевание. Проявление тахикардии служит основанием для более глубокого обследования и установления причин этого состояния.

Снижение частоты сердечных сокращений в состоянии покоя ниже 60 ударов в минуту обозначается как *брадикардия*. В норме она наблюдается, как правило, у спортсменов и свидетельствует о повышении резервных возможностей сердечно-сосудистой системы и тренированности организма. Чем ниже пульс в покое, тем экономнее работает сердечная мышца, т. к. в сердечном цикле увеличивается продолжительность паузы, во время которой восстанавливаются ресурсы сердца и его работоспособность. При максимальной физической нагрузке допустимым является увеличение частоты сердечных сокращений в три раза.

Оборудование: секундомер, калькулятор.

Ход работы. Подсчет пульса обследуемого следует проводить после 10-минутного отдыха в положении сидя с целью исключения влияния предшествующей мышечной деятельности.

1) Положив четыре пальца правой руки на область лучезапястного сустава, найти наиболее отчетливо пульсирующую точку и подсчитать пульс в течение 1 минуты. При невозможности найти пульсацию лучевой артерии, ее регистрируют на сонной артерии или на вершухе сердца при помощи фонендоскопа.

2) Существует также другой прием, значительно повышающий точность определения пульса. Следует точно зафиксировать время, в течение которого произошло определенное количество пульсовых колебаний (например, за 20 секунд). Далее подсчитать пульс по формуле В. В. Розенבלата:

$$P = \frac{60 \cdot n}{T},$$

где n – число пульсовых колебаний;

T – время, в течение которого произошло n колебаний. Время T фиксировать секундомером.

3) Для объективного самоконтроля за функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы и организма после восстановления ночным сном, следует провести пробу Руфье, по результатам которой рассчитать индекс Руфье (ИР) по формуле:

$$P = \frac{(P_1 + P_2 + P_3) - 200}{10},$$

где P_1, P_2, P_3 – частота сердечных сокращений в минуту, измеренных сразу после ночного сна в положении лежа, сидя и стоя соответственно.

При значениях индекса в пределах: 0–5 – состояние хорошее; 6–10 – удовлетворительное; 11–15 – слабое; 15 и более – неудовлетворительное.

Итоги работы. Результаты исследований записать в протокол (табл. 10), сравнить полученные величины частоты сердечных сокращений, измеренных первым и вторым способами, между собой и с нормами.

Таблица 10

Значения показателя частоты сердечных сокращений

№	Проба (способ)	Значение показателя
1	Пульс на лучевой артерии, в минуту	
2	Пульс по формуле В. В. Розенבלата	
3	Индекс Руфье	

По результатам пробы Руфье сделать выводы о функциональном состоянии организма. В случае неудовлетворительного результата назвать возможные причины.

Задание 4. Измерить уровень артериального давления

Теоретическое обоснование. *Артериальное давление крови* – важная характеристика деятельности сердечно-сосудистой системы, которая имеет большое значение в медицине и спортивной практике. Различают три показателя, характеризующие эту величину: 1) *систолическое* (максимальное) давление – уровень давления крови в артериях во время систолы сердца; 2) *диастолическое* (минимальное) давление – уровень давления крови в артериях во время диастолы сердца; 3) *пульсовое* давление – разность между систолическим и диастолическим давлением, косвенно отражает величину систолического объема крови.

В норме систолическое давление колеблется от 100 до 139 мм рт. ст., диастолическое – от 60 до 89 мм рт. ст., пульсовое – от 30 до 50 мм рт.ст. Если систолическое давление выше 140 мм рт.ст., наступает состояние, которое называется *гипертонией*, если ниже 100 мм рт. ст., развивается *гипотония*.

Оценка величины артериального давления осуществляется в соответствии с классификацией Всемирной организации здравоохранения, принятой в 1999 г. (табл. 11).

Таблица 11

Классификация величин артериального давления

Категория артериального давления *	Систолическое давление, мм рт. ст.	Диастолическое давление, мм рт. ст.
<i>Норма</i>		
Оптимальное **	менее 120	менее 80
Нормальное	менее 130	менее 85
Повышенное нормальное	130–139	85–89
<i>Гипертония</i>		
1 степень (мягкая)	140–159	90–99
2 степень (умеренная)	160–179	100–109
3 степень (тяжелая)	более 180	более 110
Пограничная	более 140	менее 90

* Если систолическое и диастолическое давления оказываются в разных категориях, выбирается высшая категория.

** Оптимальное по отношению к риску развития сердечно-сосудистых осложнений и смертности.

На величину артериального давления влияют:

- 1) работа сердца и сила сердечных сокращений;
- 2) величина просвета сосудов и тонус их стенок;

- 3) количество циркулирующей в сосудах крови;
- 4) вязкость крови.

Давление крови возрастает при учащении и усилении сердечных сокращений. При сужении артерий и капилляров оно также растет, а при их расширении – понижается. Большую роль играет тонус мелких артерий, артериол и капилляров. Чем выше их тонус, тем выше давление, и наоборот. Изменение тонуса стенок сосудов является эффективным механизмом регуляции уровня артериального давления крови. Артериальное давление тем выше, чем больше объем циркулирующей крови и больше вязкость крови, которая в свою очередь повышает сопротивление в артериолах.

Измерение артериального давления осуществляют с помощью наложенной на плечо полой резиновой манжеты, в которую нагнетается воздух. При этом манжета сдавливает мышцы плеча, а манометр показывает величину этого давления. Если поднять давление в манжете выше уровня систолического давления, то манжета полностью перекроет просвет артерии и кровоток в ней прекратится. Если постепенно выпускать воздух из манжеты, то в тот момент, когда давление в ней станет чуть ниже уровня систолического, кровь при систоле преодолеет сдавленный участок артерии и прорвется за манжету. Удар о стенку артерии порции крови, движущейся с большой скоростью через сдавленный участок, порождает звук ниже манжеты. То давление в манжете, при котором появляются первые звуки в артерии, соответствует систолическому давлению. При дальнейшем снижении давления в манжете наступает момент, когда оно становится ниже диастолического, а звуки в артерии ниже манжеты исчезают. Величина давления в манжете в момент исчезновения звуков в артерии характеризует диастолическое давление крови.

Оборудование: автоматический измеритель артериального давления.

Ход работы. Наложить манжету на обнаженное плечо на расстоянии 2–3 см выше локтевого сгиба. Не закатывать рукава одежды, так как это может повредить току крови в сосудах. Закрепить манжету плотно, но не туго. Убедиться, что трубка для нагнетания воздуха в манжету находится над локтевой ямкой.

При включении аппарата происходит автоматическое накачивание воздуха в манжету. После того как давление воздуха в манжете достигает необходимой величины, начинается автоматический выпуск воздуха из манжеты и процесс измерения артериального давления, во время которого нельзя двигаться и разговаривать. После завершения измерения оставший-

ся в манжете воздух выпускается и на дисплее одновременно появляются цифры величин систолического давления, диастолического давления и пульса. После проведения измерения следует выключить аппарат и снять манжету.

Итоги работы. Записать полученные результаты в протокол (табл. 12). Сравнить полученные результаты фактического давления с нормативными показателями, сделать выводы.

Таблица 12

Значения показателя артериального давления

Показатель		Значение показателя
Фактическое	АД систолическое	
	АД диастолическое	
Должное	АД систолическое	
	АД диастолическое	

Задание 5. Рассчитать величину должного артериального давления

Теоретическое обоснование. Артериальное давление (АД) крови помимо перечисленных выше факторов зависит от возраста, пола и веса тела человека, поэтому можно рассчитать должные величины артериального давления.

Мужчины:

АД систолическое = $109 + 0,5 \cdot \text{возраст} + 0,1 \cdot \text{вес тела}$;

АД диастолическое = $74 + 0,1 \cdot \text{возраст} + 0,15 \cdot \text{вес тела}$.

Женщины:

АД систолическое = $102 + 0,7 \cdot \text{возраст} + 0,15 \cdot \text{вес тела}$;

АД диастолическое = $78 + 0,17 \cdot \text{возраст} + 0,1 \cdot \text{вес тела}$.

Ход работы. Рассчитать величины должного артериального давления.

Итоги работы. Записать результаты работы в протокол (табл. 13). Сравнить полученные показатели с величинами фактического артериального давления.

Таблица 13

Значения показателя артериального давления

Показатель		Значение показателя
Фактическое	АД систолическое	
	АД диастолическое	
Должное	АД систолическое	
	АД диастолическое	

Задание 6. Определить резервы сердечно-сосудистой системы

Теоретическое обоснование. Для оценки функционального состояния и резервов сердечно-сосудистой системы недостаточно показателей, определенных в состоянии покоя, поэтому применяют различные функциональные пробы с дозированной нагрузкой. Одной из нагрузочных проб является проба Мартине. Это проба позволяет оценить физическую работоспособность, тип реакции сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку, способность к восстановлению ее функционального состояния после совершенной нагрузки с помощью механизмов регуляции.

Оборудование: автоматический измеритель артериального давления, секундомер, калькулятор.

Ход работы. Работу проводить в парах.

1) Экспериментатору следует определить частоту сердечных сокращений (ЧСС) и артериальное давление у испытуемого, находящегося в состоянии покоя в положении сидя.

2) Испытуемый должен выполнить 20 приседаний за 30 секунд, после чего сесть на стул.

3) Экспериментатору сразу же измерить у испытуемого частоту сердечных сокращений за 10 с и артериальное давление.

4) Эти же измерения повторить по окончании первой, второй и третьей минуты восстановительного периода.

Итоги работы. Результаты исследования записать в протокол (табл. 14). Рассчитать пульсовое давление для каждой минуты восстановительного периода.

Результаты исследования проанализировать следующим образом:

1) Рассчитать прирост (П) частоты сердечных сокращений после нагрузки относительно исходного значения (покой) по формуле:

$$П = \frac{\text{ЧСС после нагрузки} - \text{ЧСС в покое}}{\text{ЧСС в покое}} \cdot 100 \%$$

Определить уровень физической работоспособности по стандартной шкале: прирост частоты сердечных сокращений составляет менее 25 % – «отлично»; 25–50 % – «хорошо»; 51–75 % – «удовлетворительно»; более 75 % – «неудовлетворительно».

Результаты пробы Мартине

Показатель	Состояние организма				
	в покое	после нагрузки	в восстановительный период: по окончании		
			первой минуты	второй минуты	третьей минуты
ЧСС, уд./мин					
Систолическое давление, мм рт. ст.					
Диастолическое давление, мм рт. ст.					
Пульсовое давление, мм рт. ст.					

2) Оценить уровень резервов организма по времени восстановления частоты сердечных сокращений относительно исходной величины по следующей стандартной шкале: восстановление частоты сердечных сокращений до состояния покоя происходит в течение первой минуты – «хорошо», второй минуты – «удовлетворительно», третьей минуты и более – «неудовлетворительно».

3) Определить тип реакции артериального давления крови на дозированную физическую нагрузку, опираясь на данные табл. 15.

Таблица 15

Реакция артериального давления на физическую нагрузку

Тип реакции	Характер реакции
1	2
Нормотонический	Выраженное повышение систолического и умеренное понижение диастолического давления, пульсовое давление возрастает, восстановительный период короткий
Гипертонический	Резкое повышение (до 180–220 мм рт. ст.) систолического и умеренное диастолического давления (оно может оставаться и прежним, но никогда не понижается). Восстановительный период затянут. Этот тип реакции может быть признаком переутомления, перетренированности или предгипертонического состояния
Гипотонический (астенический)	Незначительное повышение систолического и диастолического давлений, пульсовое давление не изменяется или уменьшается. Восстановительный период длится долго. Этот тип реакции считается неблагоприятным

1	2
Дистонический	Систолическое давление повышается, иногда значительно (до 180–200 мм рт. ст.), при определении диастолического давления отмечается феномен «бесконечного тона» (давление становится равным нулю), пульсовое давление возрастает. Восстановительный период длится долго
Ступенчатый	Систолическое давление повышается не сразу, а спустя несколько минут после работы, диастолическое давление нередко понижается. Этот тип реакции может быть связан с ухудшением функционального состояния организма

Сделать выводы по всем пунктам задания, оценить реакцию сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку.

Задание 7. Составить прогноз физического состояния организма человека методом регрессии по Е. А. Пироговой

Теоретическое обоснование. *Регрессия* в статистике – это зависимость одной средней величины от ряда других величин. Например, чем выше человек, тем больше должна быть его масса тела. Используя уравнение регрессии, определяют уровень физического состояния человека, основываясь на показателях артериального давления крови и частоты сердечных сокращений.

Оборудование: автоматический измеритель артериального давления, калькулятор.

Ход работы. Определить частоту сердечных сокращений, систолическое и диастолическое давление. На основании полученных результатов рассчитать среднее артериальное давление по формуле:

$$АД_{ср} = \frac{АД_с - АД_д}{3},$$

где АД_{ср} – среднее артериальное давление;
 АД_с – систолическое артериальное давление;
 АД_д – диастолическое артериальное давление.

Определить уровень физического состояния по формуле:

$$УФС = \frac{700 - 3 \cdot ЧСС - 2,5 \cdot АД_{ср} - 2,7 \cdot \text{возраст} + 0,28 \cdot М}{350 - 2,6 \cdot \text{возраст} + 0,21 \cdot \text{рост}},$$

где УФС – уровень физического состояния;
 ЧСС – частота сердечных сокращений в минуту;

$A_{D_{cp}}$ – среднее артериальное давление, мм рт. ст.;

M – масса тела, кг;

Возраст – число полных лет;

Рост, см.

Этим уравнением могут пользоваться люди, не имеющие избыточной массы тела.

По результатам расчетов и данным таблицы определить уровень физического состояния организма. Первый (низкий) и второй (ниже среднего) уровни физического состояния имеют люди нетренированные, ведущие малоподвижный образ жизни, третий (средний) – большинство практически здоровых людей среднего возраста, не занимающихся активно спортом и физкультурой. Четвертый и пятый высокий и выше среднего – уровни физического состояния характерны для лиц, занимающихся регулярно физическими упражнениями.

Таблица 16

Уровень физического состояния

№ п/п	Уровень физического состояния	Мужчины	Женщины
1	Низкий	0,225–0,375	0,157–0,260
2	Ниже среднего	0,376–0,525	0,261–0,365
3	Средний	0,526–0,675	0,366–0,475
4	Выше среднего	0,676–0,825	0,476–0,575
5	Высокий	0,826 и более	0,575 и более

Итоги работы. Записать результаты расчетов, сделать вывод об уровне физического состояния организма, объяснить полученные результаты.

Задание 8. Рассчитать величину показателей систолического и минутного объемов крови

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

Для расчета систолического объема для людей старше 15 лет применяется формула Старра:

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

где CO – систолический объем;

$ПД$ – пульсовое давление;

$ДД$ – диастолическое давление;

A – возраст испытуемого.

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

Минутный объем крови рассчитывается по формуле:

$$МОК = CO \cdot ЧСС,$$

где МОК – минутный объем крови;
 CO – систолический объем;
 ЧСС – частота сердечных сокращений.

Итоги работы. Полученные данные занесите в табл. 17. Сравните полученные результаты с нормальными величинами. Напишите выводы.

Таблица 17

Значения показателей кровообращения

Показатель	Норма	У испытуемого
ЧСС, уд./мин	60–80	
Систолическое давление, мм рт. ст.	90–130	
Диастолическое давление, мм рт. ст.	60–85	
Пульсовое давление, мм рт. ст.	40	
Систолический объем, мл	70–80	
Минутный объем крови, л	4,2–5,3	

Задание 9. Выполнить тест PWC_{170}

Теоретическое обоснование. Тест PWC_{170} основан на следующей закономерности: между частотой сердечных сокращений (ЧСС) и мощностью физической нагрузки существует линейная зависимость. Это позволяет определить величину механической работы, при которой ЧСС достигает 170, путем построения графика и линейной экстраполяции данных либо путем расчета по формуле, предложенной В. Л. Карпманом и сотрудниками [15]. ЧСС, равная 170 ударам в минуту, соответствует началу зоны оптимального функционирования кардиореспираторной системы. Кроме того, с этого значения ЧСС нарушается линейный характер взаимосвязи ЧСС и мощности физической работы.

Нагрузка может быть выполнена на велоэргометре либо на ступеньке (степ-тест).

Ход работы. Определение величины PWC_{170} с помощью степ-теста.

Испытуемый последовательно выполняет две нагрузки – восхождение на ступеньку высотой 40–50 см в течение 5 мин с 3-минутным интервалом отдыха между ними.

Скорость восхождения на ступеньку при выполнении первой нагрузки составляет от 3 до 12 подъемов в минуту, при второй – от 20 до 25 подъемов в минуту. Каждое восхождение производится на 4 счета на ступеньку высотой 40–45 см: на 2 счета подъем и на следующие 2 счета – спуск. 1-я нагрузка – 40 шагов в минуту, 2-я нагрузка – 90 (на эти цифры устанавливают метроном).

Пульс подсчитывается за 10 с в конце каждой 5-минутной нагрузки.

Мощность выполняемых нагрузок (N_1, N_2) определяется по формуле:

$$N = 1,3 \cdot h \cdot n \cdot P,$$

где h – высота ступеньки, м;

n – количество подъемов в мин;

P – вес тела обследуемого, кг;

1,3 – коэффициент.

Затем по формуле вычисляют величину PWC_{170} :

$$PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \cdot [(170 - f_1) / (f_2 - f_1)],$$

где N_1 – мощность первой нагрузки;

N_2 – мощность второй нагрузки;

f_1 – ЧСС в конце первой нагрузки;

f_2 – ЧСС в конце второй нагрузки.

Величину PWC_{170} также можно определить графически (рис. 3).

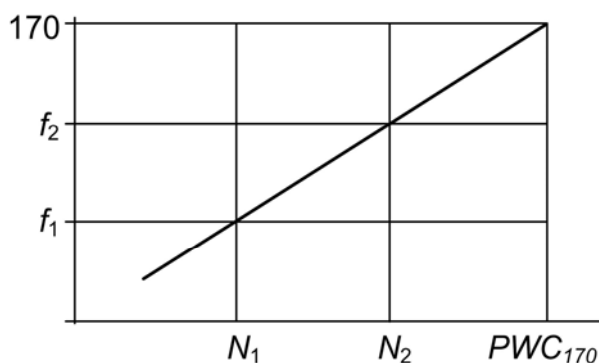


Рис. 3. Определение уровня физической работоспособности (УФР) методом графической экстраполяции

Для увеличения объективности в оценке мощности выполненной работы при ЧСС, равной 170 уд./мин, следует исключить влияние весового показателя, что возможно путем определения относительного значения PWC_{170} (на 1 кг массы тела). Для этого значение PWC_{170} делят на вес испытуемого. В этом случае размерность показателя – Вт/кг (табл. 18).

Важное достоинство теста PWC_{170} состоит в том, что задаваемые нагрузки далеки от предельных и поэтому их выполнение испытуемыми не представляет больших трудностей и не требует особой мотивации.

Таблица 18

Принципы оценки относительных значений показателя PWC_{170} на 1 кг массы тела (цит. по В. Л. Карпману с соавт., 1988)

УФР	PWC_{170} , кгм/мин/кг	УФР	PWC_{170} , кгм/мин/кг
Низкая	14 и меньше	Выше средней	19–20
Ниже средней	15–16	Высокая	21–22
Средняя	17–18	Очень высокая	23 и больше

Определение физической работоспособности с помощью теста PWC_{170} позволяет получить информацию, которая может быть использована как для характеристики резервов организма испытуемого, так и для динамического наблюдения за его физической подготовленностью.

У здоровых молодых нетренированных мужчин величины PWC_{170} колеблются в пределах 115–180 Вт, а у женщин – 75–125 Вт. Относительная величина PWC_{170} нетренированных лиц составляет в среднем 2,5 Вт/кг у мужчин и 1,7 Вт/кг у женщин. У спортсменов эти величины значительно выше и достигают у некоторых 300–400 Вт, а относительные величины – 5,0 Вт/кг.

Итоги работы. Запишите результаты измерений и расчетов в табл. 19. Напишите выводы по работе.

Таблица 19

Результаты пробы PWC_{170}

Показатель	1-я нагрузка	2-я нагрузка
Масса тела обследуемого, кг		
Высота ступеньки, м		
Количество подъемов, мин		
N , Вт (мощность, Вт)		
Пульс, f		
PWC_{170}		

Практическое занятие 5

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

Цель: изучить возрастные особенности всех видов обмена веществ, методы исследования основного обмена и энерготрат.

Общие положения

Обмен веществ или *метаболизм* является одним из основных жизненных свойств организма. Поступающие в организм с пищей сложные органические соединения расщепляются до простых, всасываются и усваиваются клетками, где часть из них подвергается дальнейшему расщеплению и окислению. Потенциальная энергия, заключенная в химических связях органических соединений, при их расщеплении освобождается и превращается в организме в тепловую и механическую энергию, энергию химических связей органических соединений и, в небольших количествах, в электрическую энергию.

Организм постоянно расходует энергию, выделяет ее во внешнюю среду в виде тепла. Траты энергии пополняются за счет поступления пищи. Важнейшими физиологическими константами организма являются *основной* и *рабочий* обмены веществ. Основной обмен характеризует то минимальное количество энергии, которое человек расходует в состоянии полного покоя. Рабочий обмен – это количество тепла, которое выделяется в течение суток под влиянием деятельности человека. Он складывается из основного обмена и рабочей прибавки. *Рабочая прибавка* – это количество энергии, выделяемое организмом при различных нагрузках. Рабочая прибавка тем выше, чем интенсивнее мышечная работа (табл. 20). Уровень рабочего обмена может колебаться от 2000 до 5000 ккал в сутки.

Таблица 20

Расход энергии в зависимости от интенсивности деятельности

Интенсивность нагрузки	Расход энергии, ккал на 1 кг в 1 час
Покой (основной обмен)	1,0
Спокойное сидение	1,4
Стояние без напряжения	1,5
Легкая работа	1,8–2,5
Небольшая мышечная работа, связанная с ходьбой	2,8–3,2
Мышечная работа средней тяжести	3,2–4,0
Тяжелая физическая работа	5,0–7,5

Данные об энергетических затратах организма можно получить методами прямой и непрямой *калориметрии*. Прямая калориметрия предполагает помещение испытуемого в герметически закрытую камеру с адиабатическими (т. е. исключающими свободный приток и потерю тепла) условиями и улавливание выделенного за сутки тепла.

Методы непрямой калориметрии довольно сложны и громоздки. Непрямая калориметрия основана на измерении количества поглощенного кислорода и выделенного углекислого газа (теория газообмена). Определяют дыхательный коэффициент (отношение объема выделенного углекислого газа к объему поглощенного кислорода), позволяющий вычислить, какие вещества подвергались окислению, поскольку известно, что при окислении углеводов дыхательный коэффициент равен 1; при окислении белков – 0,85–0,9; при окислении жиров – 0,7. Зная количество затраченного кислорода, можно найти его калориметрический эквивалент (по специальным таблицам), т. е. количество тепла, выделяемое организмом при потреблении 1 л кислорода. Установив количество потребленного кислорода и соответствующий калорический эквивалент, можно рассчитать энергетические затраты организма.

Метод непрямой калориметрии дает возможность быстро и точно определить баланс энергии в организме, но необходимо учитывать, что дыхательный коэффициент зависит не только от уровня обмена веществ, но и от состояния дыхательной системы, от кислотно-щелочного равновесия.

Интенсивность окислительных процессов и превращение энергии зависят от индивидуальных особенностей организма (пол, возраст, масса, рост, условия и характер питания, мышечная работа, состояние эндокринных желез и др.) [7, 11, 14, 20, 21, 27, 29].

Задание 1. Изучить возрастные и половые особенности обмена веществ

Ход работы. Составить конспект.

Теоретическое обоснование. Интенсивность обменных реакций у детей в пересчете на 1 кг массы тела или 1 м² его поверхности значительно выше, чем у взрослых, хотя абсолютные величины меньше (табл. 21, 22). Основной обмен у детей интенсивнее, чем у взрослых, так как на единицу массы у них приходится относительно большая поверхность тела, чем у взрослого человека. Значительно преобладают также процессы ассимиляции над процессами диссимиляции.

Физиологические потребности в энергии для взрослых – от 2100 до 4200 ккал/сут. для мужчин и от 1800 до 3050 ккал/сут. для женщин. Физиоло-

гические потребности в энергии для детей – 110–115 ккал/кг массы тела для детей до 1 года и от 1200 до 2900 ккал/сут. для детей старше 1 года.

Таблица 21

Средние величины основного обмена детского населения *

Возраст	Основной обмен (ккал/кг массы тела)	Основной обмен (ккал/сут)
1 мес.	60	250
до 1 года	55	550
от 1 года до 3 лет	52	660
от 3 до 7 лет	48	900
от 7 до 11 лет	25	650
от 11 до 18 лет	24	> 690

* Здесь и далее в теме приведены данные по методическим рекомендациям МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г.).

Таблица 22

Средние величины основного обмена взрослого населения России,
ккал/сут

Мужчины (основной обмен)					Женщины (основной обмен)				
Масса тела, кг	18–29 лет	30–39 лет	40–59 лет	Старше 60 лет	Масса тела, кг	18–29 лет	30–39 лет	40–59 лет	Старше 60 лет
50	1450	1370	1280	1180	40	1080	1050	1020	960
60	1590	1500	1410	1300	50	1230	1190	1160	1100
70	1750	1650	1550	1430	60	1380	1340	1300	1230
80	1920	1810	1700	1570	70	1530	1490	1440	1360
90	2110	1990	1870	1720	80	1680	1630	1580	1500

Физиологическая потребность в белке для взрослого населения – от 65 до 117 г/сут для мужчин и от 58 до 87 г/сут для женщин. Физиологические потребности в белке детей до 1 года – 2,2–2,9 г/кг массы тела, детей старше 1 года от 36 до 87 г/сут.

Источниками полноценного белка, содержащего полный набор незаменимых аминокислот в количестве, достаточном для биосинтеза белка в организме человека, являются продукты животного происхождения (молоко, молочные продукты, яйца, мясо и мясопродукты, рыба, морепродукты). Белки животного происхождения усваиваются организмом на 93–96 %.

Для взрослых рекомендуемая в суточном рационе доля белков животного происхождения от общего их количества – 50 %. Для детей – 60 %.

В белках растительного происхождения (злаковые, овощи, фрукты) имеется дефицит незаменимых аминокислот. В составе бобовых содержатся ингибиторы ферментов, что снижает усвоение белка из них. Аминокислотный состав и усвоение концентратов белков из бобовых близки к таковым у белка животного происхождения. Белок из продуктов растительного происхождения усваивается организмом на 62–80 %. Белок из высших грибов усваивается на уровне 20–40 %.

Жиры (липиды), поступающие с пищей, являются концентрированным источником энергии (1 г жира при окислении в организме дает 9 ккал). Физиологическая потребность в жирах для детей до года – 5,5–6,5 г/кг массы тела, для детей старше года – от 40 до 97 г/сут. Физиологическая потребность в жирах – от 70 до 154 г/сут. для мужчин и от 60 до 102 г/сут. для женщин.

Жиры растительного и животного происхождения имеют различный состав жирных кислот, определяющий их физические свойства и физиолого-биохимические эффекты. Жирные кислоты подразделяются на два основных класса – насыщенные и ненасыщенные. Высокое потребление насыщенных жирных кислот является важнейшим фактором риска развития диабета, ожирения, сердечно-сосудистых и других заболеваний.

Потребление насыщенных жирных кислот для взрослых и детей должно составлять не более 10 % от калорийности суточного рациона. Физиологическая потребность в мононенасыщенных жирных кислотах (их содержат жиры рыб и морских млекопитающих, а также оливковое, кунжутное и другие масла) для взрослых должна составлять 10 % от калорийности суточного рациона.

Особое значение для организма человека имеют полиненасыщенные жирные кислоты (линолевая, линоленовая), являющиеся структурными элементами клеточных мембран и обеспечивающие нормальное развитие и адаптацию организма человека к неблагоприятным факторам окружающей среды. Физиологическая потребность в них для взрослых составляет 6–10 % от калорийности суточного рациона, для детей – 5–10 % от калорийности суточного рациона.

Двумя основными группами полиненасыщенных жирных кислот являются семейства омега-6 и омега-3, которые содержатся практически во

всех растительных маслах, орехах, жирных сортах рыб. Физиологическая потребность в них для взрослых составляет 5–8 % от калорийности суточного рациона для омега-6 и 1–2 % – для омега-3; для детей от 1 года до 14 лет соответственно 4–9 % и 0,8–1,0 %. В рационе взрослого человека должны быть также фосфолипиды в количестве 5–7 г/сут.

Углеводы пищи представлены преимущественно полисахаридами (крахмал) и в меньшей степени моно-, ди- и олигосахаридами. Физиологическая потребность в усвояемых углеводах для взрослого человека составляет 50–60 % от энергетической суточной потребности (от 257 до 586 г/сут). Физиологическая потребность в углеводах для детей до года – 13 г/кг массы тела, для детей старше года – от 170 до 420 г/сут.

Физиологическая потребность в пищевых волокнах для взрослого человека составляет 20 г/сут, для детей старше 3 лет – 10–20 г/сут. В группу пищевых волокон входят полисахариды, в основном растительные, перевариваются в толстом кишечнике в незначительной степени и существенно влияют на процессы переваривания, усвоения, микробиоциноз и эвакуацию пищи.

Потребность в воде на 1 кг массы тела с возрастом уменьшается, а абсолютное количество ее возрастает. Трехмесячному ребенку требуется 150–170 г воды на 1 кг массы, в 2 года – 95 г, в 12–13 лет – 45 г. Суточная потребность в воде у годовалого ребенка 800 мл, в четыре года – 950–1000 мл, в 7–10 лет – 1350 мл, в 11 – 14 лет – 1500 мл. В организме ребенка преобладает внеклеточная вода, с этим связана большая гидролабильность детей, т. е. способность быстро терять и быстро накапливать воду.

Минеральные соли имеют огромное значение для роста и развития ребенка. У новорожденного минеральные вещества составляют 2,6 % от массы тела, у взрослого – 5,0 %.

Для детей первого года жизни суточная норма кальция составляет 400–600 мг, для детей от 1 до 3 лет – 800 мг, от 3 до 11 лет – 900–1100 мг, с 11 до 18 лет – 1200 мг. Суточная потребность кальция у детей в периоды активного роста скелета резко возрастает, поэтому его дефицит в этот период может привести к серьезным дегенеративным процессам в костях. Суточная норма кальция для мужчин в возрасте 18–50 лет составляет 1000–1200 мг.

Суточная потребность в фосфоре 1,5–4,0 г. Оптимальное соотношение между концентрацией солей кальция и фосфора для детей дошкольного возраста составляет 1 : 1, в возрасте 8–10 лет – 1 : 1,5, у подростков и старших

школьников – 1 : 2. При таком соотношении веществ развитие скелета протекает нормально. В молоке имеется идеальное соотношение солей кальция и фосфора, поэтому включение молока в рацион питания детей обязательно.

Суточная потребность в железе у детей выше, чем у взрослых (1–1,2 мг на 1 кг массы в сутки, а у взрослых – 0,9 мг), и составляет в зависимости от возраста 4–15 мг. У детей до одного года усваивается до 70 % железа с пищей, у детей до 10 лет – 10 %, у взрослых – 3 %.

В рационе детей также должны быть продукты, обогащенные соединениями натрия (суточная потребность до 650–2400 мг в сутки в зависимости от возраста), калия (1,1–3,05 г), цинка (5–12 мг), йода (60–150 мкг), селена (15–60 мкг).

Витамины имеют огромное значение в жизнедеятельности организма: без них нарушается нормальный обмен веществ, расстраиваются пищеварение и кроветворение, снижается работоспособность, устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды.

Витамины содержатся в разных пищевых продуктах, особенно много их в пище растительного происхождения. Витамины К, В₆, В₁₂ синтезируются в организме человека и животных при участии микрофлоры кишечника. Поэтому длительные расстройства функции пищеварительного тракта и нарушения микрофлоры кишечника (дисбактериоз) могут привести к снижению образования витаминов в кишечнике и ухудшению их всасывания. В таких ситуациях витаминная недостаточность может возникать даже при достаточном поступлении витаминов с пищей.

Потребность человека в витаминах зависит от возраста, пола, характера трудовой деятельности, факторов внешней среды, пищевого рациона. Недостаток определенного витамина в организме называют *гиповитаминозом*, многих витаминов – *полигиповитаминозом*. Они проявляются нарушениями работы физиологических систем организма, вызывают задержку развития детского организма, снижение аппетита, общего тонуса. Полное отсутствие в течение длительного времени какого-либо витамина может привести к развитию болезненного состояния, называемого *авитаминозом*. Абсолютные значения потребности витаминов с возрастом увеличиваются [3, 11, 18, 27, 33, 35].

Чтобы определить присущий данному организму уровень энергетических затрат, проводят исследование в определенных стандартных условиях [5].

Задание 2. Рассчитать должный основной обмен по таблицам Гарриса – Бенедикта

Теоретическое обоснование. Энергетические затраты организма в стандартных условиях называют *основным обменом*. Величина основного обмена характеризует минимальные затраты энергии бодрствующим человеком. Определяется основной обмен утром, натощак (через 14–16 ч после последнего приема пищи), в положении лежа, при окружающей температуре 18–20 °С (температура комфорта).

Величину основного обмена обычно выражают количеством тепла в килокалориях на 1 кг массы тела или на 1 м² поверхности тела за 1 час или за одни сутки. Эта величина для человека в возрасте от 20 до 40 лет составляет примерно 1 ккал на 1 кг веса в час. В пожилом возрасте основной обмен снижается.

Величина основного обмена зависит от пола, возраста, веса и роста. У мужчин он примерно на 10 % выше, чем у женщин. В патологии основной обмен может значительно изменяться в сторону повышения или понижения, особенно при нарушениях деятельности эндокринных желез (щитовидной, гипофиза и др.). Например, при гиперфункции щитовидной железы основной обмен может возрасти до 150 %.

Оборудование: таблицы Гарриса – Бенедикта для расчета основного обмена.

Ход работы. Таблицы Гарриса – Бенедикта (табл. 23–25) составлены на основании математического анализа многочисленных измерений основного обмена у здоровых людей при помощи специальных аппаратов. При составлении таблиц были учтены все факторы, влияющие на основной обмен (пол, возраст, вес, рост), поэтому вычисленные по таблицам и определяемые приборами показатели основного обмена у здоровых людей близки по значению. В норме разница не должна превышать ±10 %.

Таблица 23

Данные для определения основного обмена по массе тела

Женщины				Мужчины			
Масса, кг	Основной обмен, ккал	Масса, кг	Основной обмен, ккал	Масса, кг	Основной обмен, ккал	Масса, кг	Основной обмен, ккал
1	2	3	4	5	6	7	8
45	1085	85	1468	45	685	85	1235
46	1095	86	1478	46	699	86	1249

Окончание табл. 23

1	2	3	4	5	6	7	8
47	1105	87	1487	47	713	87	1263
48	1114	88	1497	48	727	88	1277
49	1124	89	1506	49	740	89	1290
50	1133	90	1516	50	754	90	1304
51	1143	91	1525	51	768	91	1318
52	1152	92	1535	52	782	92	1332
53	1162	93	1544	53	795	93	1345
54	1172	94	1554	54	809	94	1359
55	1181	95	1564	55	823	95	1373
56	1191	96	1573	56	837	96	1387
57	1200	97	1583	57	850	97	1400
58	1210	98	1592	58	864	98	1414
59	1219	99	1602	59	878	99	1428
60	1229	100	1611	60	892	100	1442
61	1238	101	1621	61	905	101	1455
62	1248	102	1631	62	919	102	1469
63	1258	103	1640	63	933	103	1483
64	1267	104	1650	64	947	104	1497
65	1277	105	1659	65	960	105	1510
66	1286	106	1669	66	974	106	1524
67	1296	107	1678	67	988	107	1538
68	1305	108	1688	68	1002	108	1552
69	1315	109	1698	69	1015	109	1565
70	1325	110	1707	70	1029	110	1579
71	1334	111	1717	71	1043	111	1593
72	1344	112	1726	72	1057	112	1607
73	1353	113	1736	73	1070	113	1620
74	1363	114	1744	74	1084	114	1634
75	1372	115	1755	75	1098	115	1648
76	1382	116	1764	76	1112	116	1662
77	1391	117	1774	77	1125	117	1675
78	1401	118	1784	78	1139	118	1689
79	1411	119	1793	79	1153	119	1703
80	1420	120	1803	80	1167	120	1717
81	1430	121	1812	81	1180	121	1730
82	1439	122	1822	82	1194	122	1744
83	1449	123	1831	83	1208	123	1758
84	1458	124	1841	84	1222	124	1772

Таблица 24

Данные для определения основного обмена у женщин по росту и возрасту

Рост, см	Возраст, лет														
	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43
140	165	155	146	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
144	181	171	162	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
148	197	187	178	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
152	212	201	192	183	174	164	155	146	136	127	177	108	99	89	80
156	227	215	206	190	181	172	162	153	144	134	125	116	106	97	87
160	242	229	220	198	188	179	170	160	151	142	132	123	114	104	95
164	257	243	234	205	196	186	177	168	158	149	140	130	121	112	102
168	271	255	246	213	203	194	184	175	166	156	147	138	128	119	110
172	285	267	258	220	211	201	192	183	173	164	154	145	136	126	117
176	299	279	270	227	218	209	199	190	181	171	162	153	143	134	123
180	313	291	282	235	225	216	207	197	188	179	169	160	151	141	132
184	327	303	294	242	233	223	214	204	195	186	177	167	158	149	139
188	–	313	304	250	240	231	221	215	203	193	184	175	165	156	147
192	–	322	314	257	248	238	229	220	210	201	191	182	173	163	154
196	–	333	323	264	255	245	236	228	218	208	199	190	180	171	161
200	–	–	334	272	262	253	244	234	225	216	206	197	188	178	169

Таблица 25

Данные для определения основного обмена у мужчин по росту и возрасту

Рост, см	Возраст, лет														
	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43
140	580	553	528	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
144	620	593	568	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
148	660	633	608	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
152	700	673	648	619	605	592	578	565	551	538	524	511	497	484	470
156	940	713	678	639	625	612	598	585	571	558	544	531	517	504	490
160	780	743	708	659	645	632	618	605	591	578	564	551	537	524	510
164	810	773	738	679	665	652	638	625	611	598	584	571	557	544	530
168	840	803	768	699	685	672	658	645	631	618	604	591	577	564	550
172	860	823	788	719	705	692	678	665	651	638	624	611	597	584	570
176	880	843	808	739	725	712	698	685	671	658	644	631	617	604	590
180	900	863	828	759	745	732	718	705	691	678	664	651	637	624	610
184	920	883	848	779	765	752	738	725	711	698	684	671	657	644	630
188	940	903	868	799	785	772	758	745	731	718	704	691	677	664	650
192	–	923	888	819	805	792	778	765	751	738	724	711	697	684	670
196	–	–	908	839	825	812	798	785	771	758	744	731	717	704	690
200	–	–	–	859	845	832	818	805	791	778	764	751	737	724	710

1) Пример расчета основного обмена по таблицам Гарриса – Бенедикта.

Рассчитывают тот основной обмен, который должен быть у испытуемого в норме, соответствующей его полу, возрасту, росту и весу. Расчетные таблицы для мужчин и женщин различны.

Предположим, что испытуемый – женщина, 21 года, рост – 160 см, вес – 60 кг. В табл. 23 находим вес испытуемой – 60 кг и против него число – 1229 (количество ккал по весу). В табл. 24 находим по горизонтали возраст – 21 год; по вертикали рост – 160 см; на их пересечении находим число – 198 (расход ккал по росту и возрасту).

Для определения основного обмена оба числа (А и Б) складываются.

$$1229 + 198 = 1427 \text{ ккал.}$$

2) Определить должный основной обмен по таблицам Гарриса – Бенедикта, учитывая свой пол, вес, возраст и рост.

Значение основного обмена можно также рассчитать по формулам:

• для мужчин:

$$ОО = 66 + [13,7 \cdot МТ \text{ (кг)}] + [5 \cdot \text{Рост (см)}] - [6,8 \cdot \text{Возраст (годы)}];$$

• для женщин:

$$ОО = 655 + [9,6 \cdot МТ \text{ (кг)}] + [1,8 \cdot \text{Рост (см)}] - [4,7 \cdot \text{Возраст (годы)}].$$

Пример. Женщина ростом 160 см, массой 60 кг, 21 год. Ее основной обмен составляет: $E = 655 + (9,6 \cdot 60) + (1,8 \cdot 160) - (4,7 \cdot 21) = 1420$ ккал/день.

Итоги работы. Записать в протокол (табл. 26) исходные данные испытуемого, найденные по таблицам Гарриса – Бенедикта, и результаты расчетов.

Таблица 26

Результаты определения должного основного обмена

Показатель	Значение
Масса, кг	
Рост, см	
Возраст, лет	
Количество ккал по весу	
Количество ккал по росту и возрасту	
Значение должного основного обмена по таблицам Гарриса – Бенедикта	
Значение должного основного обмена по расчетам	

Задание 3. Определить основной обмен по формуле Рида и номограмме

Теоретическое обоснование. Формула и номограмма Рида позволяют вычислить процент отклонения индивидуальной величины основного обмена от среднестатистической нормы, т. е. должного основного обмена. При этом учитывается связь между артериальным давлением, частотой пульса и продукцией тепла в организме. Результаты, получаемые в этом случае, хотя и не отличаются большой точностью, но при некоторых заболеваниях (например, тиреотоксикозе) являются вполне достоверными и могут быть использованы в диагностических целях. Отклонение величины основного обмена от должного до 10 % считается нормальным.

Оборудование: кушетка, автоматический измеритель артериального давления, часы с секундной стрелкой, номограмма Рида, линейка.

Ход работы. Работу проводить в парах.

1) У испытуемого в положении лежа на спине, в отсутствии мышечного напряжения и в состоянии эмоционального покоя подсчитать пульс и измерить систолическое и диастолическое давления. Измерения провести 3 раза подряд с интервалом в 1–2 мин. Для расчета использовать минимальные показатели.

2) Рассчитать степень отклонения основного обмена от нормы по формуле Рида (%):

$$\text{Степень отклонения} = 0,75 \cdot (\text{ЧП} + \text{ПД} \cdot 0,74) - 72,$$

где ЧП – частота пульса;

ПД – пульсовое давление, которое вычисляется по формуле: ПД = систолическое давление – диастолическое давление.

Пример расчета. Пульс 75 уд./мин, артериальное давление 120/80 мм рт. ст.

$$\text{Степень отклонения} = 0,75 \cdot [75 + (40 \cdot 0,74)] - 72 = 6,45 \%$$

Таким образом, основной обмен у данного испытуемого повышен на 6,45 %, т. е. находится в пределах нормы.

3) Для упрощения расчетов использовать специальную номограмму (рис. 4), которая позволяет быстро сопоставить частоту пульса со значением пульсового давления. Для этого найти соответствующие значения пульса на левой шкале и пульсового давления – на правой, а затем соединить

значения данных показателей с помощью линейки. Точка пересечения линейки со средней шкалой показывает величину отклонения основного обмена от нормы в процентах.

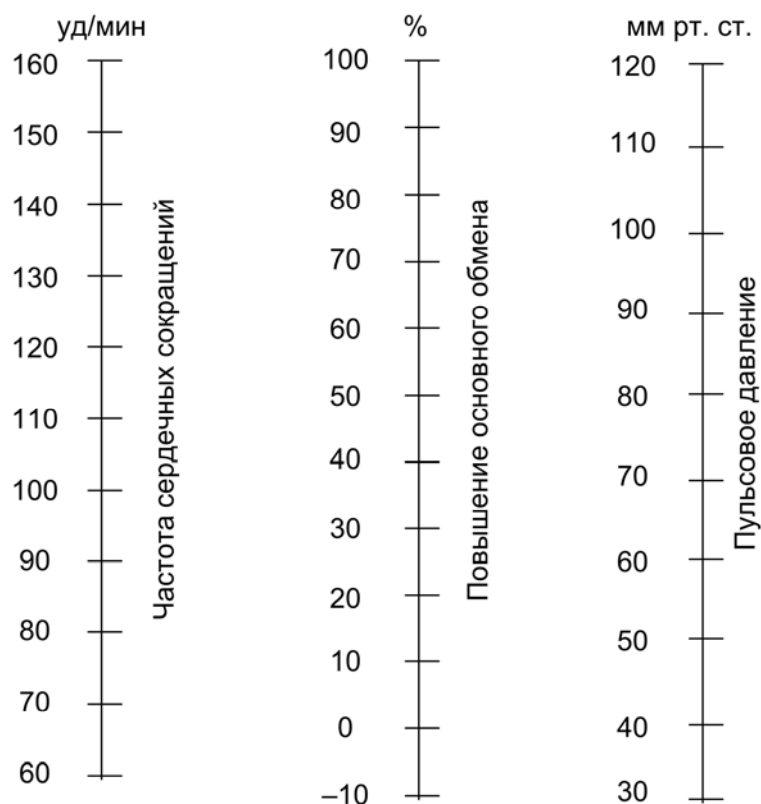


Рис. 4. Номограмма для определения степени изменения основного обмена от уровня нормы

Итоги работы.

1. Записать в протокол (табл. 27) результаты измерений.

Таблица 27

Результаты определения степени отклонения основного обмена от нормы

Показатель	Результаты измерений и расчетов
Пульс	
Систолическое давление	
Диастолическое давление	
Пульсовое давление	
Степень отклонения основного обмена от нормы (по результатам расчетов), %	
Степень отклонения основного обмена от нормы (по номограмме), %	
Степень отклонения основного обмена от нормы, ккал	
Основной обмен с учетом степени отклонения, ккал	

2. Рассчитать отклонение основного обмена от среднестатистической нормы по формуле Рида, определить этот же показатель по номограмме Рида.
3. Рассчитать степень изменения основного обмена в ккал.
4. Рассчитать основной обмен с учетом степени отклонения от среднестатистической нормы.
5. Написать выводы.

Задание 4. Определить основной обмен по данным площади поверхности тела

Теоретическое обоснование. Так как энергия обмена веществ в теле человека, преобразуясь в тепло, отдается в окружающую среду преимущественно через кожную поверхность, то имеет значение величина основного обмена, приходящаяся на 1 м² поверхности тела. Расход энергии на 1 м² поверхности тела человека за 1 час в зависимости от пола и возраста приведен в табл. 28.

Таблица 28

Расход энергии

Возраст	Расход энергии, ккал на 1 м ² в час	
	у мужчин	у женщин
16–18 лет	43,0	40,0
18–20 лет	41,0	38,0
20–30 лет	39,5	37,0
30–40 лет	39,5	36,5

Оборудование: номограмма для определения поверхности тела, линейка.

Ход работы. Определить площадь поверхности тела по номограмме (рис. 5), исходя из вашего роста и массы тела. Для этого найти соответствующие значения роста на левой шкале и массы – на правой, а затем сопоставить их линейкой. Точка пересечения линейки со средней шкалой показывает величину площади поверхности тела.

Для вычисления основного обмена (ОО) следует величину расхода энергии за 1 час на 1 м² поверхности тела соответственно полу и возрасту (РЭ) (см. табл. 28) умножить на площадь поверхности тела (S , м²), а затем произвести перерасчет на сутки (умножить полученное значение на 24):

$$\text{ОО} = \text{РЭ} \cdot S \cdot 24 \text{ (ккал)}.$$

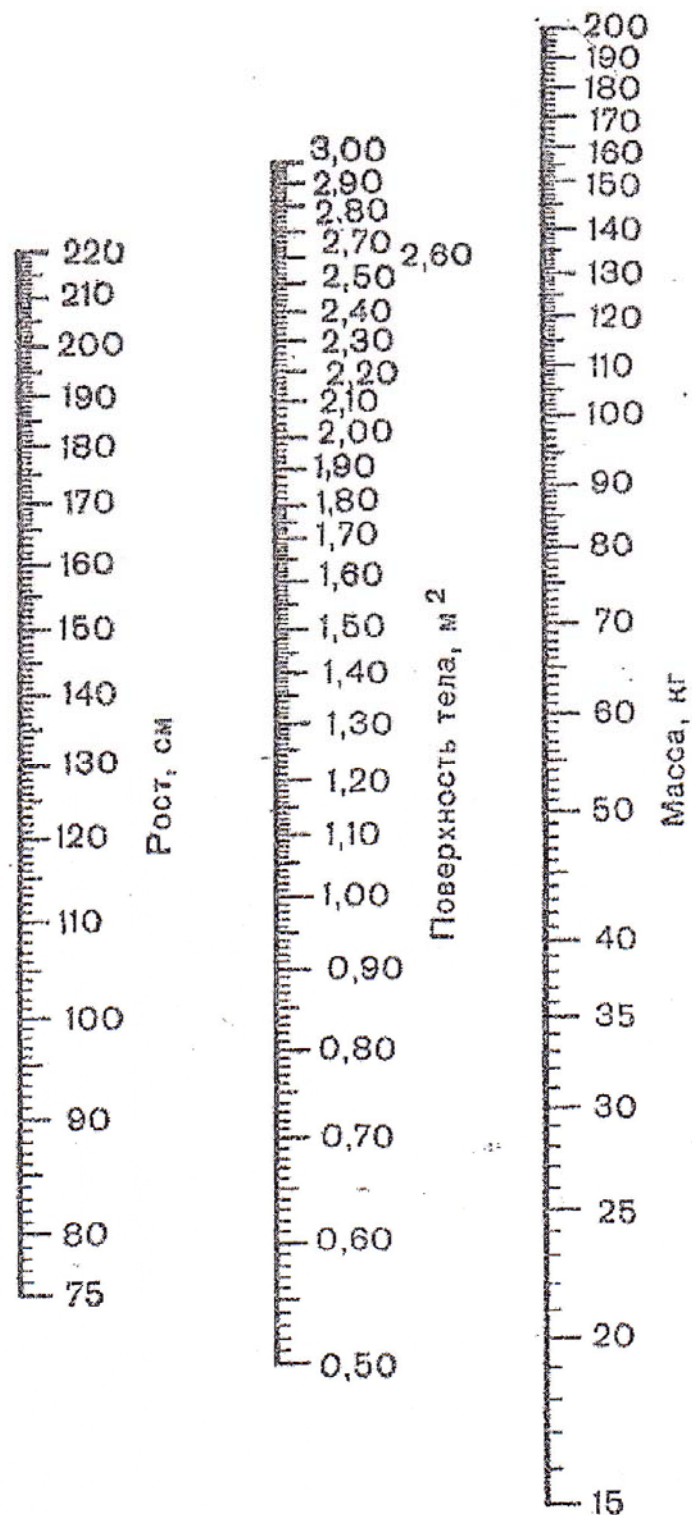


Рис. 5. Номограмма по определению площади поверхности тела по массе и росту

Итоги работы. Результаты определения основного обмена веществ записать в протокол (табл. 29). Сравнить полученный результат с величиной основного обмена, рассчитанной по таблицам Гарриса – Бенедикта. Сделать выводы.

Результаты определения основного обмена по данным площади поверхности тела

Показатель	Значение показателя
Рост, м	
Масса, кг	
Площадь поверхности тела, м ²	
Основной обмен в 1 час, ккал	
Основной обмен в сут, ккал	

Задание 5. Определение энергозатрат при различных видах нагрузки

Оборудование: секундомер или пульсометр, весы напольные.

Ход работы. Существует несколько формул расчетов энергетических затрат организма. Расчеты проводятся после совершения любой физической нагрузки (приседание, прыжки на месте, все виды спорта).

1. Определение энергозатрат, совершаемых человеком за 1 минуту.

Рассчитывают энергозатраты по формуле:

$$Q = 2,09 \cdot (0,2 \cdot \text{ЧСС} - 11,3),$$

где Q – энергозатраты (кДж/мин);

ЧСС – частота сердечных сокращений.

Пример. Допустим, вы катались на велосипеде 15 мин и частота сердечных сокращений у вас составляет 120 ударов/мин. Подсчитаем энергозатраты за 1 минуту:

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

Для пересчета в ккал: 1 ккал = 4,19 кДж, 1 кДж = 0,24 ккал.

Ответ: за 15 минут израсходовано $26,5 \cdot 15 = 398$ кДж энергии или $398 \cdot 0,24 = 95,5$ ккал.

2. Определение энергозатрат в килокалориях.

Рассчитывают энергозатраты по формуле:

$$E = 0,014 \cdot M \cdot T \cdot (0,12 \cdot \text{ЧСС} - 7),$$

где E – энергозатраты в килокалориях;

M – масса тела, кг;

T – время, мин;

ЧСС – число сердечных сокращений в минуту.

Пример. Допустим, вы ходили на лыжах в течение 1,5 часов, измеряя пульс каждые 30 минут. Средняя частота пульса по 3 замерам – 130 ударов в минуту, вес лыжника 70 кг. Оценим энергозатраты, подставив данные в формулу:

$$E = 0,014 \cdot 70 \cdot 90 \cdot (0,12 \cdot 130 - 7) = 758,5 \text{ ккал.}$$

Итоги работы. Выполнить дозированную физическую нагрузку (например, 40 приседаний за 1 мин). Заполнить табл. 30. Рассчитать энергозатраты. Написать выводы.

Таблица 30

Результаты расчетов энергозатрат

Показатель	Значение показателя	Q	E
Масса тела, кг			
Время, мин			
ЧСС после нагрузки (среднее)			

Практическое занятие 6

ФИЗИОЛОГИЯ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ

Цель: изучить механизмы терморегуляции, овладеть методами исследования системы терморегуляции.

Общие положения

Терморегуляция – совокупность физиологических процессов, направленных на поддержание температуры тела в пределах ограниченного диапазона путем сохранения равновесия между *теплообразованием (телопродукцией)* и *теплоотдачей* организма.

Функционирование организма без перегрева с постоянной температурой тела возможно лишь в том случае, если все образующееся тепло будет за определенный промежуток времени отдаваться в окружающую среду. Изменение соотношений между величинами теплопродукции и теплоотдачи приводит к колебаниям температуры тела.

Терморегуляцию можно разделить на химическую (усиление или снижение обмена веществ) и физическую (изменение интенсивности отдачи тепла телом).

Теплообразование происходит вследствие непрерывно совершающихся *экзотермических* реакций, т. е. реакций, сопровождающихся выделением энергии. Эти реакции протекают во всех органах и тканях, но неодинаково интенсивно. В органах и тканях, производящих активную работу, – скелетных мышцах, печени, почках – выделяется большее количество тепла, чем в менее активных – соединительных тканях, костях, хрящах.

Наиболее интенсивное теплообразование происходит в мышцах. Даже если человек лежит неподвижно, но с напряженной мускулатурой, окислительные процессы и, следовательно, теплообразование повышаются на 10 %. Небольшая двигательная активность ведет к увеличению теплопродукции на 50–80 %, а тяжелая мышечная работа – на 400–500 %. Значительное усиление теплопродукции при мышечных нагрузках могло бы привести к существенному повышению температуры тела и перегреванию, несовместимому с жизнью. Однако температура тела при мышечной работе средней тяжести повышается в среднем только на 0,5 °С, а при интенсивной и длительной ра-

боте – на 1,5–2 °С. Это обусловлено тем, что усиление процессов теплообразования стимулирует активацию процессов теплоотдачи.

Потеря тепла органами и тканями (теплоотдача) в большой степени зависит от их месторасположения: органы, расположенные у поверхности тела (кожа, скелетные мышцы), отдают больше тепла и охлаждаются сильнее, чем внутренние органы.

Теплоотдача осуществляется главным образом через кожу и через легкие. Основные пути теплоотдачи через кожу:

- *теплоизлучение (радиация)* – рассеивание тепла в окружающую среду в виде инфракрасных лучей;
- *конвекция* – отдача тепла перемещающимся слоям воздуха у поверхности тела;
- *теплопроводение* – отдача тепла объектам, непосредственно соприкасающимся с поверхностью тела;
- *испарение воды* с поверхности тела за счет потоотделения.

Теплоотдача через легкие осуществляется путем нагревания выдыхаемого воздуха и испарения влаги с поверхности альвеол. В обычных условиях потеря тепла путем теплопроводения имеет небольшое значение, так как воздух и одежда являются плохими проводниками тепла. Радиация, испарение и конвекция протекают с различной интенсивностью в зависимости от температуры окружающей среды. У человека в состоянии покоя при температуре воздуха около 20 °С радиация составляет 66 %, испарение воды – 19 %, конвекция – 15 % общей потери тепла организмом. При повышении температуры окружающей среды до 35 °С теплоотдача посредством радиации и конвекции становится невозможной и температура тела поддерживается на постоянном уровне исключительно путем испарения воды с поверхности кожи и альвеол легких.

При увеличении теплообразования в результате мышечной работы значительно возрастает потоотделение, через которое в окружающую среду может быть отдано до 75 % тепла [21].

Тепловое состояние организма можно оценить по субъективным (ощущения) и объективным показателям. Чаще других в практике используют показатели, которые, отражая состояние процессов терморегуляции, наиболее тесно коррелируют с теплоощущениями. К таким показателям относятся температура кожи и тела и рассчитанные на основе этих показателей средневзвешенная температура кожи и средняя температура тела [5].

Задание 1. Определить средневзвешенную температуру кожи по формуле Н. К. Витте

Теоретическое обоснование. Температура кожи у одетого мужчины при комфортных ощущениях составляет: на лбу – 33,8–34,5 °С, на кисти – 33,1–33,6 °С, на бедре – 33,4–33,4 °С, на голени – 32,3–33,8 °С. При неблагоприятных климатических условиях, например, высокой температуре воздуха, температура кожи может повышаться до 35,0–35,5 °С.

Средневзвешенную температуру кожи определяют как сумму значений температуры разных участков кожи, помноженных на определенные коэффициенты. Изменение температуры кожи на каком-либо ее участке под действием внутренних (например, физическая работа) или внешних (снижение температуры воздуха) факторов может отражаться на величине средневзвешенной температуры кожи. В условиях комфорта средневзвешенная температура кожи равна 32,2–34,2 °С. При физической нагрузке комфортные ощущения наблюдаются при более низких значениях средневзвешенных температур: при средней нагрузке – 30,1–33,0 °С, при тяжелой нагрузке – 29,1–31,0 °С. В условиях воздействия неблагоприятного микроклимата (в состоянии относительного физического покоя) ощущение «жарко» возникает при повышении средневзвешенной температуры кожи до 36 °С и выше, а ощущение «холодно» – при 28–29 °С.

Оборудование: ртутный термометр, электротермометр, дезинфицирующий раствор, ватные шарики.

Ход работы. Измерить температуру кожи в пяти строго определенных точках:

- 1) на лбу – в точке, расположенной между надбровными дугами, на 0,5 см выше их верхнего края;
- 2) на груди – у верхнего края грудины;
- 3) на кисти – с тыльной стороны между основаниями первых фаланг большого и указательного пальцев;
- 4) на середине наружной поверхности бедра сзади;
- 5) на середине наружной поверхности голени сзади.

На основании полученных данных рассчитать средневзвешенную температуру тела (СВТ) по формуле Н. К. Витте:

$$\text{СВТ} = 0,07 \cdot t_{\text{лба}} + 0,5 \cdot t_{\text{груди}} + 0,05 \cdot t_{\text{кисти}} + 0,18 \cdot t_{\text{бедра}} + 0,20 \cdot t_{\text{голени}}.$$

Итоги работы. Результаты измерений занести в протокол (табл. 31). Результаты расчетов занести в табл. 32. Сделать выводы о соответствии полученных результатов нормативным показателям. Назвать возможные причины отклонений значений показателей от нормы.

Таблица 31

Температура тела, °С

Место измерения	В покое	После нагрузки	
		приседания	степ-тест
Лоб			
Грудь			
Кисть			
Бедро			
Голень			

Таблица 32

Средневзвешенная температура кожи и средняя температура тела

Показатель	В покое	После нагрузки	
		приседания	степ-тест
СВТ			
СТТ			

Задание 2. Определить среднюю температуру тела (по Бартону)

Теоретическое обоснование. Средняя температура тела является интегральным показателем, позволяющим косвенно судить о состоянии теплового баланса, в том числе о дефиците тепла (теплоотдача превышает теплообразование) или накоплении тепла (теплообразование превышает теплоотдачу).

Уменьшение средней температуры тела свидетельствует об охлаждении (переохлаждении) организма, а ее увеличение – о нагревании (перегревании). Оптимальному состоянию организма, определяемому как комфортное, при средних физических нагрузках соответствует средняя температура тела 35,6–36,4 °С.

Оборудование: ртутный термометр.

Ход работы. Среднюю температуру тела (СТТ) рассчитывают по формуле Бартона на основании температуры тела (температуры «ядра») ($T_{\text{ядра}}$) и средневзвешенной температуры кожи (температуры «оболочки») (СВТ):

$$\text{СТТ} = 0,7 \cdot (T_{\text{ядра}} + 0,3) + 0,3 \cdot \text{СВТ}.$$

1) Измерить температуру «ядра» под языком с помощью ртутного термометра в течение 5 минут.

2) Рассчитать СВТ (см. задание 1) и среднюю температуру тела в покое.

Итоги работы. Результаты измерений и расчетов занести в протокол (см. табл. 31), сравнить их с нормативными значениями (см. теоретическое обоснование на с. 74). Написать выводы. Назвать возможные причины отклонений значений показателей от нормы.

Задание 3. Определить средневзвешенную температуру кожи и среднюю температуру тела после физической нагрузки средней тяжести (приседания)

Оборудование: ртутный термометр, электротермометр, дезинфицирующий раствор, салфетки, секундомер.

Ход работы.

1. Сделать 40 приседаний в течение 1 минуты.

2. Определить средневзвешенную температуру кожи после физической нагрузки средней тяжести (см. задание 1).

3. Определить среднюю температуру тела после физической нагрузки средней тяжести (см. задание 2).

Итоги работы. Результаты измерений и расчетов занести в протоколы (см. табл. 31, 32). Сравнить значения изучаемых показателей в покое и после физической нагрузки средней тяжести. Объяснить полученные результаты, сделать выводы.

Задание 4. Определить средневзвешенную температуру кожи и среднюю температуру тела после тяжелой физической нагрузки (степ-тест)

Оборудование: ртутный термометр, электротермометр, дезинфицирующий раствор, ватные шарики, ступенька высотой 25–30 см.

Ход работы.

1. Выполнить степ-тест (восхождение на ступеньку) в течение 5 минут. Количество восхождений подбирают с учетом веса человека, для того

чтобы обеспечить равный для всех участников опыта уровень нагрузки (90 Вт) (табл. 33).

Таблица 33

Определение мощности нагрузки

Вес, кг	Количество восхождений	Вес, кг	Количество восхождений
50	162	75	108
55	148	80	102
60	136	85	96
65	124	90	90
70	116	95	86

2. Определить средневзвешенную температуру кожи после тяжелой физической нагрузки (см. задание 1).

3. Определить среднюю температуру тела после тяжелой физической нагрузки (см. задание 2).

Итоги работы. Результаты измерений и расчетов занести в протоколы (см. табл. 31, 32). Сравнить значения изучаемых показателей в покое и после физической нагрузки разной тяжести. Объяснить полученные результаты, написать выводы.

Практическое занятие 7

ФИЗИОЛОГИЯ ЗРИТЕЛЬНОЙ СЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ

Цель: рассмотреть возрастные особенности зрительной сенсорной системы, ознакомиться с методами изучения функционального состояния зрительной сенсорной системы.

Задание 1. Изучить возрастные особенности зрительной сенсорной системы

Ход работы. Составить конспект.

Теоретическое обоснование. У новорожденных размеры *глазного яблока* меньше, чем у взрослых (диаметр глазного яблока ребенка – 17,3 мм, а у взрослого – 24,3 мм). В связи с этим лучи света, идущие от удаленных предметов, сходятся за сетчаткой, т. е. новорожденным характерна естественная дальновзоркость. До 2 лет глазное яблоко увеличивается на 40 %, к 5 годам – на 70 % первоначального объема, а к 12–14 годам оно достигает величины глазного яблока взрослого.

Хрусталик у детей очень эластичен, поэтому он обладает большей способностью изменять свою кривизну, чем у взрослых. Однако, начиная с возраста 10 лет, эластичность хрусталика снижается и уменьшается объем accommodation – принятие хрусталиком наиболее выпуклой формы после максимального уплощения, или наоборот, принятие хрусталиком максимального уплощения после наиболее выпуклой формы. В этой связи изменяется положение ближайшей точки ясного видения (наименьшее расстояние от глаза, на котором предмет отчетливо виден), она с возрастом отодвигается: в 10 лет находится на расстоянии 7 см, в 15 лет – 8 см, 20 – 9 см, в 22 года – 10 см, в 25 лет – 12 см, в 30 лет – 14 см и т. д. В 6–7 лет сформировано бинокулярное зрение. В этот период значительно расширяются границы поля зрения.

Зрительный анализатор к моменту рождения ребенка незрелый. Развитие сетчатки заканчивается к 12 месяцам жизни. Миелинизация зрительных нервов и нервных путей начинается в конце внутриутробного периода развития и завершается к 3–4 месяцам жизни ребенка. Созревание коркового отдела анализатора заканчивается только к 7 годам.

Новорожденный ребенок не дифференцирует цвета в связи с незрелостью колбочек сетчатки глаза. Кроме того, их меньше, чем палочек. Судя по выработке у ребенка условных рефлексов, дифференциация цветов начинается с 5–6 месяцев. Именно к полугоду жизни ребенка развивается

центральная часть сетчатки, где сконцентрированы колбочки. Однако осознанное восприятие цветов формируется позже. Правильно называть цвета дети могут в возрасте 2,5–3 лет. К 3 годам ребенок различает соотношения яркости цветов (темнее – бледнее окрашенный предмет). Для развития дифференцировки цветов родителям желательно демонстрировать детям цветные игрушки. К 4 годам ребенок воспринимает все цвета. Способность различать цвета окончательно формируется к 10–12 годам.

К ранней зрительной реакции ребенка можно отнести ориентировочный рефлекс на световое раздражение или на мелькающий предмет. Ребенок реагирует на приближающийся предмет поворотом головы, туловища. В 3–6 недель ребенок способен фиксировать взгляд.

В первые дни жизни ребенка отсутствует *координация движений глаз* (глаза двигаются независимо друг от друга). Через 2–3 недели она появляется. Зрительное сосредоточение – фиксация взгляда на предмете – появляется через 3–4 недели после рождения. Продолжительность этой реакции глаз составляет только лишь 1–2 мин. По мере роста и развития ребенка совершенствуется координация движений глаз, фиксация взгляда становится более длительной.

Слезная жидкость имеет важное защитное значение, так как увлажняет переднюю поверхность роговицы и конъюнктиву. При рождении она секретруется в небольшом количестве, а к 1,5–2 месяцам во время плача наблюдается усиление образования слезной жидкости. У новорожденного зрачки узкие из-за недоразвития мышцы радужки глаза.

У новорожденных *острота зрения* очень низкая. К 6 месяцам она увеличивается и составляет 0,1, в 12 месяцев – 0,2, а в возрасте 5–6 лет равна 0,8–1,0. У подростков острота зрения повышается до 0,9–1,0. В первые месяцы жизни ребенка острота зрения очень низкая, в 3-летнем возрасте только у 5 % детей она соответствует норме, к 7 годам – у 55 %, к 9 – у 66 %, к 12–13 – 90 %, к 14–16 годам – острота зрения как у взрослого.

Поле зрения у детей более узкое, чем у взрослых, но к 6–8 годам оно быстро расширяется, развиваясь до 20 лет. Восприятие пространства (пространственное зрение) у ребенка формируется с 3-месячного возраста в связи с созреванием сетчатки и коркового отдела зрительного анализатора. Восприятие формы предмета (объемное зрение) выстраивается с 5-месячного возраста. Форму предмета ребенок определяет на глаз в возрасте 5–6 лет.

В раннем возрасте, между 6 и 9 месяцами, у ребенка начинает развиваться стереоскопическое восприятие пространства (он воспринимает глубину, отдаленность расположения предметов).

У большинства шестилетних детей развита острота зрительного восприятия и полностью дифференцированы все отделы зрительного анализатора. К 6 годам острота зрения приближается к норме.

К 7–12 годам дальнозоркость исчезает. Однако у 30–40 % детей из-за значительного увеличения передне-заднего размера глазных яблок и, соответственно, удаления сетчатки от преломляющих сред глаза (хрусталика) развивается близорукость.

Глазные болезни. *Близорукость (миопия)* – нарушение зрения, при котором вследствие увеличения размера глаза или чрезмерного преломления света фокусировка лучей происходит перед сетчаткой, формируя на ней нечеткое изображение. Близорукость чаще всего развивается в возрасте 8–14 лет в связи с активным ростом глаза в этот период и колоссальной нагрузкой на аккомодационный аппарат. При этом ребенок плохо видит вдаль (написанное на школьной доске, мяч в спортивных играх). Миопию исправляют с помощью очков с рассеивающими (минусовыми) линзами.

Дальнозоркость (гиперметропия) – нарушение зрения, при котором вследствие небольшого размера глаза или недостаточного преломления света фокусировка лучей происходит в мнимой точке за сетчаткой, формируя на ней нечеткое изображение. Дальнозоркость – наиболее частое нарушение рефракции у детей до 10 лет. При невысокой гиперметропии ребенок хорошо видит вдаль и, за счет работы аккомодации, – вблизи. Очки назначают при дальнозоркости свыше 3,5 диоптрий, ухудшении зрения одного глаза и если работа на близком расстоянии вызывает затуманивание зрения, утомление глаз и головные боли. Гиперметропию исправляют с помощью очков с собирающими (плюсовыми) линзами.

Астигматизм – нарушение зрения, при котором степень преломления лучей света в двух взаимно перпендикулярных плоскостях различается, на сетчатке формируется искаженное изображение. Астигматизм связан с врожденными особенностями строения оптической системы глаза (чаще с неравномерной кривизной роговицы). Разница в преломляющей силе частей роговицы в 1,0 диоптрию легко переносится. При более высокой степени астигматизма контуры предметов, находящихся на различном расстоянии, воспринимаются нечеткими, искаженными. Сложные очки с цилиндрическими стеклами компенсируют разницу в преломляющей силе.

Расстройство аккомодации означает потерю четкости восприятия при рассматривании предметов, находящихся на различном удалении или перемещающихся относительно наблюдателя. В основе – нарушение сократительной способности цилиарной мышцы, в результате чего кривизна хрусталика остается неизменной, обеспечивая четкое зрение только вблизи или вдаль. У ребенка 8–14 лет чрезмерные нагрузки на орган зрения приводят к спазму аккомодации: цилиарная мышца сокращена и неспособна расслабиться, хрусталик принимает выпуклую форму, обеспечивая четкое зрение вблизи. При этом ребенок плохо видит вдаль, поэтому такое состояние еще называют ложной близорукостью. Спазм аккомодации устраняют с помощью гимнастики для глаз и специальных капель.

Недостаточность конвергенции – нарушение способности направлять и удерживать зрительные оси обоих глаз на предмете, который находится на близком расстоянии или перемещается по направлению к глазу. При этом один или оба глаза отклоняются в сторону и возникает двоение. Конвергенцию тренируют с помощью специальных упражнений.

Расстройство бинокулярного зрения возникает при невозможности совместить два изображения, формирующиеся на сетчатках правого и левого глаз, для получения объемной картинки. Это может быть вызвано различием в четкости, величине изображений или попаданием их на разные участки сетчаток. При этом возникает одновременное зрение, когда видны два изображения, смещенные друг относительно друга. Или же для устранения двоения головной мозг подавляет изображение, формирующееся на сетчатке одного из глаз (как правило, хуже видящего), т. е. зрение становится монокулярным. Восстановление бинокулярного зрения – трудоемкий процесс, требующий исправления нарушения зрения и длительной тренировки совместной работы глаз [10, 11, 14, 27, 32, 34].

Для определения состояния зрительной сенсорной системы применяют анатомо-физиологические исследования и функциональные пробы [5, 8, 10, 26, 34].

Задание 2. Определить остроту зрения

Теоретическое обоснование. *Острота зрения* – это способность различать мелкие детали предмета. Она измеряется минимальным углом, при котором две точки воспринимаются как отдельные. Нормальный глаз способен различать две точки отдельно под углом зрения 1° , чему соответствует примерно 4 микрона ($1 \text{ микрон} = 10^{-6} \text{ м}$) расстояния между изобра-

жениями (проекциями) точек на сетчатке. Для отдельного видения двух точек необходимо, чтобы между возбужденными рецепторами находился хотя бы один невозбужденный. В ином случае две точки при их рассмотрении сливаются в одну.

Для определения остроты зрения используют стандартные таблицы с буквенными знаками, расположенными в 12 строк. Величина букв убывает сверху вниз. Слева каждой строки стоит цифра, обозначающая расстояние (D), с которого нормальный глаз должен различать буквы данной строки. При таком расстоянии линии, проведенные от краев штрихов, образующих буквы, к *узловой точке сетчатки (фокусу)*, образуют угол в 1° . Справа каждой строки стоит цифра, обозначающая остроту зрения. Остроту зрения (V) рассчитывают по формуле:

$$V = d / D,$$

где d – расстояние испытуемого до таблицы;

D – расстояние, с которого нормальный глаз должен отчетливо видеть данную строку.

Острота зрения зависит от плотности расположения рецепторов на сетчатке, свойств светопреломляющих сред глаза, степени аккомодации. Острота зрения может снижаться в течение дня при высокой нагрузке на зрительный анализатор.

Оборудование: таблица С. С. Головина и Д. А. Сивцева для определения остроты зрения, щиток.

Ход работы. Таблицу разместить на хорошо освещенной стене. Испытуемого усадить на стул на расстоянии 5 м от таблицы, закрыть ему один глаз специальным щитком. Испытуемый должен называть буквы, указываемые экспериментатором. Определение начинают с верхней строки. Постепенно перемещая указку вниз по таблице, следует найти самую нижнюю строку, буквы которой испытуемый видит отчетливо.

При нормальной остроте зрения человек видит десятую строку сверху с расстояния 5 метров, первую строку – с 50 метров. Нормальная острота зрения – 1,0. Пониженная острота зрения – от 0,9, и ниже. Повышенная острота зрения – 1,5–2,0.

Итоги работы. Результаты работы записать в протокол (табл. 34). По результатам работы сделать выводы. Назвать возможные причины изменения остроты зрения.

Результаты определения остроты зрения

Глаз	Номер строки с нормально различимыми буквами	Острота зрения V
Левый		
Правый		

Задание 3. Определить поле зрения

Теоретическое обоснование. *Поле зрения* (периферическим или боковым зрением) называется часть пространства, видимая при неподвижном положении глаза. При таком положении глаз видит не только те предметы, проекция которых падает на центральную ямку, но и предметы, изображения от которых фокусируются на периферических частях сетчатки. Для черно-белых сигналов поле зрения обычно ограничено строением костей черепа, положением глазного яблока и формой надбровных дуг и носа. Для цветных раздражителей поле зрения меньше, так как воспринимающие их колбочки находятся преимущественно в центральной части сетчатки. Величина поля зрения у разных людей неодинакова. При утомлении поле зрения уменьшается. Центральное зрение или зрение в области центральной ямки отличается наибольшей остротой. Периферия сетчатки плохо различает детали предметов, но хорошо воспринимает их движение.

Границы поля зрения обозначаются величиной угла, образуемого зрительной осью глаза, т. е. линией, соединяющей точку фиксации с центральной ямкой и направляющим лучом, проведенным от крайней видимой точки к сетчатке глаза.

Поле зрения измеряют с помощью периметра Форстера. Периметр представляет собой металлический полукруг, разделенный по ребру на градусы. Его середина укреплена на горизонтальной оси, вокруг которой полукруг может вращаться.

Оборудование: периметр Форстера, щиток, указка с цветными метками.

Ход работы. Периметр поставить против света.

Испытуемому следует сесть за стол спиной к свету, поставить подбородок в выемку штатива периметра. Если определяют поле зрения для левого глаза, то подбородок поставить на правую часть подставки. Ее высоту отрегулировать так, чтобы верхний конец штатива приходился к нижнему краю глазницы. Испытуемый фиксирует взглядом белый кружок в центре дуги периметра, а другой глаз закрывает щитком.

Экспериментатору следует установить дугу периметра в горизонтальное положение и начать измерение. Для этого необходимо медленно перемещать белую метку указки по внутренней поверхности дуги периметра в направлении от 90° к 0° . Испытуемый должен указать тот момент, когда белая метка впервые будет видна его неподвижно зафиксированному взгляду. Экспериментатору отметить в протоколе (табл. 35) соответствующий угол. Далее определить поле зрения для красного, желтого, зеленого цветов. Испытуемый должен отметить тот момент, когда в поле его зрения появится именно цветная метка, а не указка. Границы полей зрения будут определены тем точнее, чем больше меридианов (положений дуги периметра) будет исследовано.

Итоги работы. Заполнить протокол (табл. 35).

Таблица 35

Результаты определения поля зрения

Цвет	Угол, °			
	сверху	снизу	справа	слева
Белый				
Красный				
Желтый				
Синий				

Сравнить полученные результаты с нормами, приведенными в табл. 36. Построить графическое изображение полей зрения для каждого цвета (рис. 6).

Таблица 36

Границы полей зрения

Цвет	Граница поля зрения			
	наружная	внутренняя	верхняя	нижняя
	Угол, °			
Белый	90	60	60	70
Синий	85	50	45	60
Красный	75	40	40	50
Зеленый	65	35	35	40

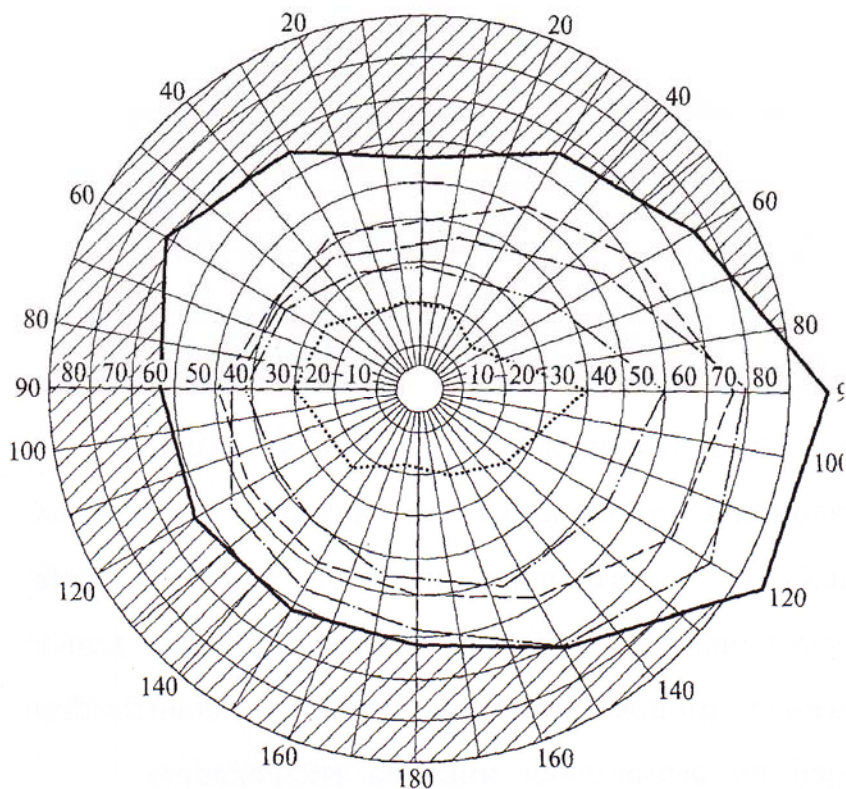


Рис. 6. Периметрический снимок полей зрения:

— для черно-белого видения; - - - желтого цвета; ····· синего цвета; - · - · красного цвета; ······· зеленого цвета

Сделать выводы о величине поля зрения на разный цвет метки, об индивидуальной изменчивости данного показателя.

Задание 4. Выявить слепое пятно на сетчатке глаза (опыт Мариотта)

Теоретическое обоснование. Сетчатка представляет собой светочувствительный слой, она состоит из рецепторов (палочек и колбочек) и нескольких типов нейронов. Нервные клетки, граничащие со стекловидным телом, называются ганглиозными клетками. Их аксоны по поверхности сетчатки направляются к месту, где собираются вместе в зрительный нерв. В месте выхода зрительного нерва из сетчатки фоторецепторов нет, поэтому это место на сетчатке называют *слепым пятном* (пятном Мариотта). Слепое пятно не участвует в зрении, но мы этого не замечаем, так как смотрим двумя глазами, и на слепое пятно каждого из глаз ложатся разные участки изображения.

Оборудование: лист бумаги с изображением крестика, указка с черной меткой диаметром 2–3 мм, линейка.

Ход работы. Работу проводить в парах. Лист бумаги прикрепить к стене перед испытуемым. Расстояние от листа до глаза испытуемого должно составлять 30–40 см (определить точно). Испытуемому закрыть один глаз, а взгляд второго фиксировать только на изображении крестика на бумаге (точка *A*) (рис. 7). Экспериментатору следует перемещать черную метку указки по бумаге (для правого глаза вправо, для левого – влево) до тех пор, пока испытуемый не сообщит о ее исчезновении. Экспериментатору в этот момент отметить положение черной метки на бумаге вертикальным штрихом (точка *B*). Это – начало проекции слепого пятна на листе бумаги. Не прерывая работы, экспериментатор должен продолжать движение черной метки дальше до тех пор, пока испытуемый не сообщит о ее появлении в поле зрения глаза, и отметить вторым штрихом положение метки на бумаге в этот момент (точка *C*).

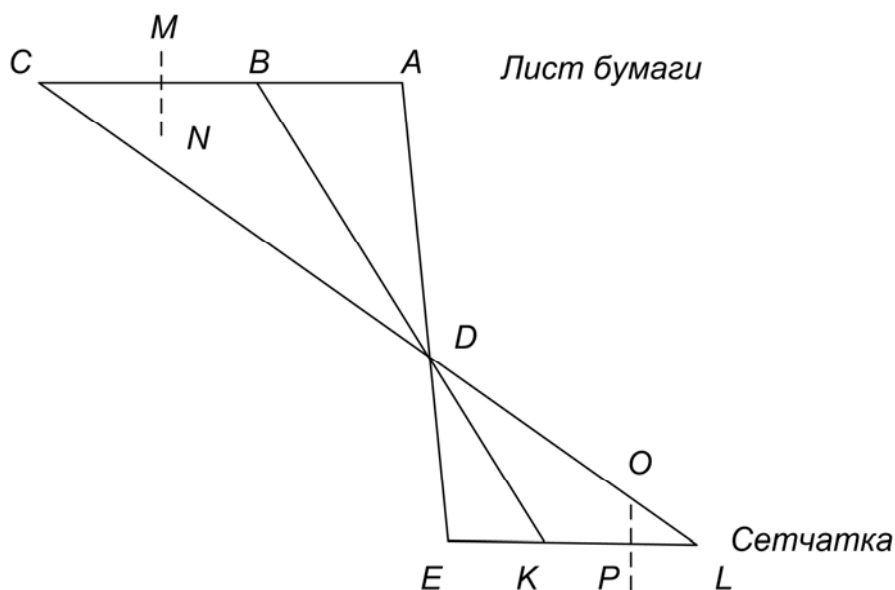


Рис. 7. Схема расположения слепого пятна на сетчатке (*KOLP*) и его проекции на бумаге (*CMBN*)

Повторить этот опыт, перемещая указку в вертикальном направлении над серединой проекции слепого пятна (отрезок *MN*). Штрихи, полученные на листе бумаги, соединить плавной линией в овал, соответствующий форме слепого пятна.

Повторить опыт для другого глаза.

Итоги работы. Все измерения внести в протокол (табл. 37).

Результаты опыта по выявлению слепого пятна

Глаз	Признак	Расстояние, см
Левый	Расстояние от глаза до листа, AD	
	Расстояние до начала проекции слепого пятна, AB	
	Длина проекции слепого пятна, BC	
	Высота проекции слепого пятна, MN	
	Расстояние от узловой точки (точки пересечения лучей) до сетчатки, DE	1,7
	Расстояние от центра сетчатки до начала слепого пятна, EK	
	Длина слепого пятна, KL	
	Высота слепого пятна, OP	
Правый	Расстояние от глаза до листа, $AID1$	
	...	

Рассчитать длину и высоту слепого пятна, исходя из формул:

$$KL = EL - EK,$$

$$AD / DE = AC / EL \rightarrow$$

$$EL = (DE \cdot AC) / AD = (1,7 / 30) \cdot AC =$$

$$EK = DE \cdot AB / AD = (1,7 / 30) \cdot AB =$$

$$KL = 1,7 / 30 \cdot (AC - AB) =$$

$$OP = KL \cdot MN / BC =$$

Результаты расчетов внести в протокол.

Написать выводы о наличии и расположении на сетчатке слепого пятна, об индивидуальной изменчивости расположения пятна.

Пояснения к рисунку смотреть в тексте.

Задание 5. Наблюдать за изменением диаметра зрачка в зависимости от освещения

Теоретическое обоснование. Зрачком называют отверстие в центре радужной оболочки, которая играет роль диафрагмы. Зрачок пропускает только центральные лучи и устраняет так называемую *сферическую абберацию*, что способствует четкости изображения предметов на сетчатке. Суть сферической абберации состоит в следующем: лучи, попавшие на периферические части хрусталика, преломляются сильнее центральных лучей, и, если их не устранять, на сетчатке могут появиться круги светорассеяния.

Диаметр зрачка изменяется в зависимости от освещенности, что увеличивает или уменьшает величину светового потока, попадающего в глаз.

Наименьший диаметр 2 мм, наибольший – 8 мм. Световой поток, попадающий в глаз при наименьшем диаметре зрачка, в 16 раз меньше, чем при его наибольшем диаметре. Изменение диаметра зрачка происходит рефлекторно и относительно медленно: необходимо 5 с, чтобы зрачок сузился при переходе от тусклого освещения к яркому, требуется около 5 мин для полного расширения зрачка при переходе от яркого освещения к тусклому. Величина зрачка уменьшается под влиянием парасимпатической нервной системы, которая иннервирует кольцевые мышцы радужки. Величина зрачка увеличивается под влиянием симпатической нервной системы, которая иннервирует радиальные мышцы глаза.

Оборудование: линейка, электрический фонарик, карандаш.

Ход работы. Работа проводится в группах по три человека.

1) Экспериментатор с помощью линейки должен измерить диаметр зрачка испытуемого при обычном освещении. Затем испытуемому следует закрыть один глаз рукой на несколько минут. Экспериментатор далее определяет диаметр зрачка сразу же после отнятия руки испытуемого от глаза.

2) Экспериментатору следует направить на глаз испытуемого луч электрического фонарика, расположенного на расстоянии 10 см. Через 10 с ассистент должен измерить величину зрачка при сильной освещенности.

Итоги работы. Записать результаты в протокол (табл. 38). Сделать выводы об изменении диаметра зрачка в зависимости от освещенности.

Таблица 38

Исследование зависимости диаметра зрачка от освещенности

Условия эксперимента	Диаметр зрачка, мм
При нормальной освещенности	
После световой изоляции	
После воздействия света	

Задание 6. Изучить аккомодацию глаза

Теоретическое обоснование. Аккомодацией глаза называют его способность к нормальному видению разноудаленных предметов.

Оборудование: линейка, электрический фонарик, карандаш.

Ход работы. Закрывать один глаз. Взгляд другого глаза зафиксировать на каком – либо дальнем предмете и поместить карандаш на расстоянии 20 см от глаз. При этом очертания карандаша будут расплывчатыми. Затем перевести взгляд на карандаш. Неясным становится очертание дальнего предмета.

Итоги работы. Объяснить физиологические механизмы аккомодации. Нарисовать схему преломления лучей света хрусталиком глаза при рассмотрении близко и далеко расположенных предметов.

Задание 7. Гигиеническая оценка полиграфического оформления учебников

Ход работы.

1. Выбрать для оценки учебник или книгу.
2. Ознакомиться с показателями, необходимыми для гигиенической экспертизы учебника, и их нормативными значениями (табл. 39).
3. Последовательно оценить основные показатели учебника. Оценка произвести на трех страницах (в начале, в середине, в конце учебника).
4. Результаты оценки внести в таблицу.
5. В выводах к работе указать несоответствия (если выявлены) учебника или книги гигиеническим требованиям.

Таблица 39

Гигиенические требования к основным элементам полиграфического оформления школьных учебников

Показатель	Требуемое значение	Оценка издания*	
		Фактическое значение	Соответствие требованиям
1	2	3	4
<i>Гигиенические требования к весу, переплету, корешковым полям</i>			
Вес	Не должен быть больше: 300 г – для 1–4-го классов; 400 г – для 5–6-го классов; 500 г – для 7–9-го классов; 600 г – для 10–11-го классов	Например, 341 г.	Не соответствует
Переплет	Не допускается применять способы скрепления блока издания, приводящие к ухудшению условий чтения: шитье проволокой втачку; клеевое бесшвейное скрепление	Клеевое бесшвейное скрепление	Не соответствует
Корешковые поля	Корешковые поля на развороте издания должны быть не менее 26 мм, при этом размер корешкового поля на странице не должен быть менее 10 мм		

1	2	3	4
	Верхние, наружные и нижние поля, не включая иллюстрированного заполнения полей, должны быть не менее 10 мм		
<i>Гигиенические требования к шрифту</i>			
Кегль шрифта	В учебных изданиях для 1–4-го классов при печати текста объемом более 200 знаков на цветном (сером) фоне кегль шрифта должен быть на 2 пункта больше кегля шрифта основного текста, увеличение интерлиньяжа – не менее 2 пунктов, шрифты – из группы рубленых, нормального или широкого, светлого или полужирного начертания		
Шрифт	Не допускается применять в учебных изданиях шрифты узкого начертания, кроме заголовков В учебных изданиях на уровне начального общего образования не допускается применение шрифтов с наклонными осями округлых букв (шрифты из группы медиальных)		
<i>Гигиенические требования к печати текста</i>			
Выделение текста цветом	Для выделения текста в учебных изданиях на уровне начального общего образования следует применять не более 3 цветных красок, в учебных изданиях на уровне основного общего образования не более 2 цветных красок		

1	2	3	4
Расположение начала строки	При расположении текста справа от иллюстраций начало строк, кроме заголовков и абзацев, должно находиться на одной вертикальной линии		
Количество переносов на странице	Не более 4		
<i>Требования к шрифтовому оформлению текста учебников и учебных пособий по естественным учебным предметам</i>			
Кегль, пункты, не менее	Для 1-го класса – 14 Для 2-го класса – 14 Для 3–4-го классов – 12 Для 5–9-го классов – 10 Для 10–11-го классов – 9		
Длина строки минимальная, мм	Для 1-го класса – 108 Для 2-го класса – 108 Для 3–4-го классов – 81 Для 5–11-го классов – 50		
Характеристика шрифта: емкость, зн./кв., не более	Для 1-го класса – 6,7 Для 2-го класса – 6,7 Для 3–4-го классов – 7,7 Для 5–11-го классов – не регл.		
Характеристика шрифта: начертание	Для 1-го класса – нормальное или широкое; светлое; прямое Для 2-го класса – нормальное или широкое; светлое или полужирное; прямое Для 3–4-го классов – нормальное или широкое; светлое или полужирное; прямое Для 5–9-го классов – нормальное светлое прямое Для 10–11-го классов – нормальное светлое прямое		

* В графе «Оценка» в качестве примера приведены показатели учебника «Окружающий мир» для 2 класса, часть 1, авт. А. А. Плешаков.

Практическое занятие 8

ФИЗИОЛОГИЯ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ

Цель: ознакомиться с условиями выработки условных рефлексов и с возрастными особенностями их образования.

Общие положения

Условные рефлексы – это индивидуально приобретенные приспособительные реакции животных и человека, осуществляемые с участием коры больших полушарий головного мозга.

Для образования условных рефлексов необходимы определенные условия [4, 13, 16, 32]:

- 1) наличие двух раздражителей, один из которых безусловный (подкрепление – пища, болевой и др.), вызывающий безусловно-рефлекторную реакцию, другой – условный (индифферентный, сигнальный – свет, звук посуды, вид пищи и др.), сигнализирующий о предстоящем безусловном раздражении;
- 2) условный раздражитель должен иметь достаточную силу для возбуждения определенных рецепторов, но быть слабее безусловного;
- 3) условный раздражитель должен предшествовать действию безусловного либо предъявляться одновременно с ним;
- 4) многократное сочетание условного и безусловного раздражителей;
- 5) нормальное физиологическое состояние корковых и подкорковых структур, образующих центральное представительство соответствующего условного и безусловного стимулов и отсутствие значительных патологических процессов в организме;
- б) отсутствие сильных посторонних раздражителей.

Задание 1. Изучить возрастные особенности образования условных рефлексов

Ход работы. Составить конспект.

Теоретическое обоснование. Несмотря на морфологическую и функциональную незрелость нейронов коры головного мозга, у новорожденных детей уже на второй неделе начинают вырабатываться первые условные рефлексы, связанные с пищеварением и дыханием (на внутренние – интерорецептивные раздражители). Они проявляются в пробуждении ко времени кормления, увеличении количества лейкоцитов в крови. Но выработка их происходит медленно, требует большого количества повторений.

С двух-трехмесячного возраста начинают вырабатываться условные рефлексы на экстерорецептивные (внешние) раздражители: сосательный

рефлекс – на вид и прикосновение к материнской груди, положение тела, оборонительный при виде намыленной руки при купании или при виде человека в белом халате, если они неоднократно сопровождались болезненными для ребенка ощущениями.

Условные рефлексы детей первых месяцев жизни характеризуются неустойчивостью, что связано со слабостью корковых нейронов и их быстрой утомляемостью. Сроки формирования условных рефлексов связаны с морфологическим созреванием анализаторов и тренировкой их функций. Значение тренировки остается важным на протяжении всего периода роста и школьного обучения даже у взрослых людей (совершенствование профессиональных и спортивных навыков).

С возрастом увеличивается скорость образования условных рефлексов и их прочность. Условные рефлексы у детей дошкольного возраста (от 1 года до 7 лет) связаны с изменением отношения ребенка к окружающему его предметному миру и к окружающим людям.

В первые три года жизни наибольшее значение в качестве безусловного раздражителя имеет пищевое подкрепление. Условно-рефлекторная деятельность ребенка в последующие годы претерпевает изменения в двух направлениях: 1) становится более многообразной; 2) в качестве безусловного подкрепления основную роль играют ориентировочный, раздражательный и игровой рефлексы, словесное поощрение и словесное наказание. Для детей до 3 лет характерна большая прочность выработанных условных связей, для переделки прежде выработанных условных рефлексов требуется около 50 сочетаний условного сигнала с новым подкреплением. Нейроны головного мозга обладают большой функциональной подвижностью, тем не менее, могут закреплять повторяющуюся систему условных раздражений и стойко ее удерживать.

В этот же период времени у детей вырабатывается большое количество динамических стереотипов. *Динамический стереотип* – последовательная цепь условно-рефлекторных реакций, которые происходят в строго определенном порядке. Динамический стереотип выражается в том, что на систему различных условных сигналов через определенное время вырабатывается постоянная и прочная система ответных реакций. Выработка динамических стереотипов требует от ребенка значительных усилий, но, если они выработаны, поддержание их не представляет трудностей для нервной системы. Наиболее прочные стереотипы вырабатываются у детей до 5 лет. Стереотип можно переделать, поэтому его называют динамиче-

ским, но выработка стереотипов осуществляется значительно легче, чем переделка, что связано с малой силой и подвижностью нервных процессов. В раннем детстве дети болезненно реагируют на нарушение стереотипа (капризничают, плачут, долго не засыпают, если их положить на новом месте).

В период второго детства (7–10 лет) условные рефлексы образуются легче и быстрее, чем в дошкольном возрасте, и отличаются большей устойчивостью. Клетки коры головного мозга становятся более выносливыми, а нервные процессы более сильными, однако все еще преобладают процессы возбуждения. Нерациональная учебная нагрузка, нарушения режима дня могут вызвать у детей младшего школьного возраста нарушение условно-рефлекторной деятельности, что следует знать учителям начальных классов и родителям.

В подростковом возрасте (11–14 лет) возникает ряд неблагоприятных моментов в условно-рефлекторной деятельности в связи с периодом полового созревания. В организме подростков наблюдаются гормональные сдвиги, повышается возбудимость ЦНС, снижается корковый контроль над деятельностью подкорковых структур. В результате преобладания процессов возбуждения вновь появляется выраженная генерализация нервных процессов. Это приводит к тому, что реакции у подростков сопровождаются дополнительными движениями, подобно тому, как это было в раннем детстве. В данный период снижается скорость образования и устойчивость условных рефлексов, наблюдаются общие нарушения корковой деятельности, которые проявляются негативизмом и аффективным состоянием: подростки часто противоречат, упрямятся, делают все наоборот, быстро приходят в состояние раздражения.

В юношеском возрасте (15–17 лет) происходит окончательное созревание всех физиологических систем, восстанавливается гормональный баланс, снижается возбудимость ЦНС, повышается роль коры головного мозга в регуляции всех систем и психической деятельности. Образование условных рефлексов происходит достаточно легко и быстро, они становятся тонко специализированными, многообразными и совершенными, обладают большой прочностью, устойчивы к внешним раздражителям. Двигательные рефлексы не сопровождаются сопутствующими движениями, они строго локализованы. На скорость образования условных рефлексов характер подкрепления не оказывает влияния, что имело место в младшем школьном возрасте. Нервные клетки у старшеклассников обладают большой выносливостью, нервные процессы сильные и уравновешенные [16, 32, 36].

Задание 2. Выработать зрачковый условный рефлекс [5]

Оборудование: источник звука, источник света, повязка на глаз.

Ход работы. Работу проводить в парах.

1) Испытуемому сесть лицом против света и закрыть один глаз повязкой.

2) Экспериментатору нажать кнопку звонка (условный раздражитель) и наблюдать за реакцией зрачка испытуемого на звонок. В норме звуковой раздражитель не должен вызывать зрачкового рефлекса (сужения или расширения зрачка).

3) Экспериментатору нажать кнопку звонка (условный раздражитель) и на фоне действия звука направить луч света (безусловный раздражитель, подкрепление) на глаз испытуемого. Наблюдать за реакцией зрачка на два раздражителя.

4) Данное сочетание обоих раздражителей экспериментатору повторить 5–6 раз с интервалом в 15 с, что необходимо для выработки условного рефлекса у испытуемого.

5) Далее экспериментатору подать только условный раздражитель, не подкрепляя его безусловным. Наблюдать выработанный зрачковый рефлекс (сужение зрачка), несмотря на отсутствие подкрепления.

Итоги работы. Записать результаты работы в протокол (табл. 40). Сделать выводы.

Таблица 40

Результаты опыта по формированию зрачкового условного рефлекса

№	Выполняемая операция	Наблюдения
1	Звонок	Отсутствие зрачкового рефлекса
2	Звонок + свет	
3	Повторить 2-ю операцию 5–6 раз	
4	Звонок	

Задание 3. Выработать условный мигательный рефлекс на звуковой раздражитель [5]

Теоретическое обоснование. При раздражении роговицы глаза направленной струей воздуха осуществляется защитный безусловный мигательный рефлекс. На его основе можно сформировать условный мигательный рефлекс.

Оборудование: очковая оправа, к которой присоединен конец длинного резинового шланга с баллоном (грушей), источник звука (звонок или тумблер).

Ход работы. Работу проводить в группах по 3 человека.

1) Испытуемого посадить лицом к экспериментатору, надеть на него очковую оправу. Взгляд испытуемого должен быть направлен вперед и вверх. Источник звука и баллон расположить вне пределов видимости испытуемого.

2) Ассистент включает звонок, экспериментатор наблюдает отсутствие мигательного рефлекса на звук.

3) Ассистент, слегка нажимая на грушу, подает струю воздуха на роговицу глаза обследуемого. Струя воздуха должна быть достаточно сильной, но не вызывающей болевых ощущений. Экспериментатор убеждается, что этот раздражитель вызывает безусловный мигательный рефлекс.

4) Ассистент включает звонок и через 1 с на его фоне подает струю воздуха на роговицу глаза обследуемого, что вызывает мигание. Такое сочетание действия звука и струи воздуха повторять 6–7 раз с интервалом 10 с. После этого включить один звонок и наблюдать условный мигательный рефлекс на звуковой раздражитель. Повторить последний этап, чтобы убедиться в наличии рефлекса.

Сформировавшийся условный рефлекс можно погасить. Для этого несколько раз следует применить условный раздражитель (звук) без подкрепления (струя воздуха). Наблюдать исчезновение мигательного рефлекса на звук.

Итоги работы. В протоколе (табл. 41) записать результаты опыта. Указать, сколько повторов применения раздражителей потребовалось для выработки условного мигательного рефлекса и его угасания. Сделать выводы.

Таблица 41

Наблюдения за формированием защитного условного рефлекса

№ опыта	Раздражители	Наблюдения
<i>Формирование условного рефлекса</i>		
1	Звонок	Нет мигательного рефлекса
2	Струя воздуха	Безусловный мигательный рефлекс
3–9	Звонок + струя воздуха	...
10	Звонок	...
11	Звонок	...
<i>Угасание условного рефлекса</i>		
...	Звонок	Условный мигательный рефлекс
...	Звонок	Нет мигательного рефлекса

Задание 4. Выработать навык зеркального письма

Оборудование: секундомер, бумага, карандаш.

Ход работы. Работа проводится в парах.

1) Испытуемому написать слово «Физиология» скорописью. Экспериментатору зафиксировать время, за которое слово было написано.

2) Испытуемому написать слово «Физиология» зеркальным шрифтом. Писать надо справа налево так, чтобы все элементы букв были направлены в противоположную сторону. Данную запись испытуемому повторить 10 раз.

Итоги работы. Время каждого повтора и качество записи экспериментатору следует зафиксировать в протоколе (табл. 42). Качество оценивать по 5-балльной шкале. При оценке качества отмечать разрывы между буквами, высоту букв, ровность и наклон элементов букв, завершенность букв. Сделать вывод о возможности выработки нового навыка, скорости его формирования.

Таблица 42

Результаты опыта по выработке навыка зеркального письма

№ попытки	Время, необходимое для написания слова обычным шрифтом, с	Время, необходимое для написания слова зеркальным шрифтом, с	Качество записи, баллы
0			
1			
2			
...			
10			

Практическое занятие 9

СИГНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЕЙТЕЛЬНОСТИ

Цель: овладеть методами определения типов высшей нервной деятельности по соотношению сигнальных систем.

Задание 1. Изучить возрастные особенности формирования сигнальных систем

Ход работы. Составить конспект.

Теоретическое обоснование. Первый год жизни называют периодом доречевого развития, во время которого происходит подготовка к овладению речью. С самого первого дня жизни ребенок готовится к речи. Уже с момента рождения имеются голосовые реакции – крик и плач. Постепенно ребенок учится вслушиваться в свою речь и речь окружающих. С 1-го месяца малыш успокаивается, когда слышит колыбельную песню. Повышенный интерес к человеческой речи в виде реакции сосредоточения появляется на 4–5-й неделе. Начиная с 6–8-й недели, в ответ на попытку взрослого вступить в контакт, малыш произносит отдельные звуки – гуканье (начальное гуление). Истинное гуление или певучее гуление появляется на 2–3-м месяце.

Примерно к 5-му месяцу жизни звуко- и слогапроизнесение начинают приобретать некоторое подобие слов. К 5–6 месяцам гуление постепенно переходит в ясные и четкие речевые звуки, появляется лепетная речь. Первый лепет состоит из коротких цепочек слогов: ба-ба-ба, ма-ма-ма.

К 9 месяцам лепет обогащается новыми звуками, интонациями, перерастает в длинные ряды слогов. Лепет становится постоянным ответом на голосовое обращение взрослого и сопровождает различные действия с предметами и игрушками. В 9 месяцев ребенок демонстрирует понимание обращенной к нему речи, реагирует на свое имя, воспринимает некоторые простые словесные инструкции и отвечает на них действием. Для детей 9–10 месяцев характерен активный лепет, состоящий из 4–5 слогов и более. Ребенок повторяет за взрослым новые слоги, которые сам ранее не произносил, хорошо копирует интонацию, сопровождая ее выразительной мимикой и жестами. К 9–10 месяцам он произносит отдельные слова, состоящие из одинаковых парных слогов (мама, папа).

К году словарь обычно достигает 8–10 слов, а иногда и большего количества словоподражаний, которые имеют конкретное значение. К 1 году

ребенок понимает и выполняет 5–10 простых инструкций: «принеси то-то», «закрой дверь», «дай чашку» и др. Таким образом, на первом году жизни происходит подготовка речевого аппарата к произношению звуков. Одновременно идет активный процесс развития понимания речи.

Период от 1 года до 3 лет характеризуется выраженным усилением нервных процессов. При этом возбуждение намного преобладает над торможением. Это приводит к скачку в развитии первой сигнальной системы действительности.

Речь ребенка особенно интенсивно развивается в раннем детстве. Этот период является сенситивным и критическим для становления речевой функции. Отсутствие речевого общения приводит к сложноустраняемому дефициту речевой деятельности. До двухлетнего возраста превращение слова в условный раздражитель происходит лишь при непосредственном контакте ребенка с раздражителем *первой сигнальной системы*. Так, слову «чашка» ребенка можно обучить, лишь обозначая этим словом конкретный предмет – чашку.

Изначально слово ассоциируется для ребенка с одним конкретным предметом. Однако предметная деятельность ребенка способствует развитию способности обобщать раздражители по их существенным признакам и обозначать одним словом группу предметов. Так слово становится раздражителем *второй сигнальной системы*, выполняющей функцию обобщения, т. е. «сигналом сигналов».

С двухлетнего возраста вторая сигнальная система начинает постепенно уравниваться с первой: новые слова приобретают смысловое значение посредством выработки связей не только с предметами, но и с уже известными ребенку словами. Так развивается еще одна важная функция слова – абстрагирование.

Словарный запас в раннем детстве возрастает от 100 слов в 1,5 года до 1500 слов в 3 года. К окончанию раннего детства речь развивается настолько, что ребенок уже использует простые, но полные предложения, использует местоимение «я». Однако в возрасте 2–3 лет основными для ребенка остаются предметные раздражители (первая сигнальная система действительности), ведущим является конкретно-образное мышление, а абстрактно-логическое лишь начинает развиваться.

Речь и вторая сигнальная система действительности (основа абстрактно-логического мышления) продолжают интенсивно развиваться. С 3 до 5 лет возникают попытки осмысления речи: ребенок часто задает вопросы с целью выяснить смысловое содержание слов, обращений к нему и т. п.

В начале первого детства для ребенка характерна и так называемая *эгоцентрическая речь*, обращенная к самому себе и представляющая собой комментирование своих действий. Постепенно она преобразуется в речь, которая опережает и направляет деятельность, т. е. в план поведения, высказанный вслух. Затем эта речь превращается во внутреннюю, являющуюся основой собственно человеческого мышления.

Таким образом, к 6–7 годам речь постепенно превращается не только в средство общения, но и в средство планирования и регуляции деятельности ребенка, т. е. наряду с «мышлением в действии», конкретно-образным мышлением развивается и мышление словесное. Развитие второй сигнальной системы достигает уровня, при котором ребенок пытается устанавливать причинно-следственные связи между предметами и явлениями окружающего мира, прогнозировать развитие событий.

Изменяется характер взаимодействия первой и второй сигнальных систем действительности: если в 3–4 года первая сигнальная система преобладает и оказывает тормозящее влияние на вторую, то в 6–7 лет вторая сигнальная система подавляюще влияет на первую. Развитие второй сигнальной системы действительности – один из важнейших показателей готовности ребенка к обучению в школе.

В период второго детства процесс обучения письму и чтению расширяет возможности использования слова как интегрирующего раздражителя. Это способствует совершенствованию абстрактно-логического мышления, которое постепенно начинает преобладать над конкретно-образным. Тем не менее вторая сигнальная система по-прежнему базируется на первой, поэтому при обучении нужно использовать наглядные пособия, расширять применение наблюдений и экспериментов при изучении предметов естественнонаучного цикла.

Деятельность второй сигнальной системы действительности у подростков ослабляется, условные рефлексy на словесные раздражители вырабатываются медленно, речь отличается лаконичностью, замедленностью, некоторые подростки не могут найти нужные слова, используют слова-паразиты. Взрослым необходимо учитывать особенности высшей нервной деятельности (ВНД) подростка при его воспитании, планировании объема и структуры учебной нагрузки. Из-за повышенной утомляемости подростки нуждаются в полноценном отдыхе и питании. К окончанию подросткового периода негативные тенденции в развитии ВНД сменяются позитивными и ее показатели выходят на уровень взрослого человека [25].

Задание 2. Определить тип высшей нервной деятельности по соотношению сигнальных систем

Теоретическое обоснование. Общей чертой высшей нервной деятельности животных и человека, как было установлено И. П. Павловым, является способность к анализу и синтезу непосредственных конкретных сигналов предметов и явлений окружающего мира, приходящих от зрительных, слуховых и других рецепторов организма и составляющих первую сигнальную систему. Систему отражения действительности, основанную на выработке условных рефлексов на непосредственные конкретные раздражители или их следы, он назвал первой сигнальной системой. На ее основе формируется предметно-образное мышление.

У человека в процессе трудовой деятельности и социального развития развивается *вторая сигнальная система* – система восприятия окружающего мира через смысловое значение слова. Способность к отвлечению от конкретных признаков предметов и, следовательно, к обобщению является основой для развития абстрактно-логического мышления, свойственного человеку.

Обе сигнальные системы имеются у каждого человека. Однако соотношение активности первой и второй сигнальных систем находится в зависимости от индивидуальной совокупности наследственных факторов и условий среды и различается у разных людей. Учитывая их динамические отношения, И. П. Павлов предложил выделить специфические человеческие типы высшей нервной деятельности в зависимости от преобладания первой или второй сигнальных систем в восприятии действительности. Людей с преобладанием первой сигнальной системы над второй И. П. Павлов относил к художественному типу, если же более выраженной оказывается вторая сигнальная система, подавляющая первую, – к мыслительному типу. В тех случаях, когда сигналы первой и второй сигнальных систем вызывают одинаковой силы нервные процессы, ни первая, ни вторая сигнальные системы не оказывают доминирующего влияния на поведение человека. Таких людей И. П. Павлов относил к среднему типу. Большинство людей относятся именно к этому типу высшей нервной деятельности [36].

Диагностику типа высшей нервной деятельности осуществляют по способности к конкретизации и обобщению [5].

Оборудование: электромиорефлексометр, бланки *А* и *Б* с наборами слов, калькулятор.

Ход работы. Работу выполнять в парах. Экспериментатор называет слово из бланка, одновременно нажимая на клавишу электромиорефлексометра и включая миллисекундомер. Испытуемый произносит ответное слово, также одновременно с этим нажимая на свою клавишу и выключая миллисекундомер.

Эксперимент состоит из двух этапов. На первом этапе экспериментатор использует слова из бланка *А*. К ним испытуемый должен подобрать качественные характеристики, т. е. ответить на вопрос «Какой? Какая? Какое?». Например, экспериментатор произносит слово «камень», испытуемый отвечает «твердый», «стена» – «кирпичная» и т. п. При этом испытуемый должен затрачивать на обдумывание как можно меньше времени, называя первое приходящее на ум подходящее по смыслу слово и одновременно с этим нажимая на свою клавишу, чтобы выключить миллисекундомер.

На втором этапе эксперимента используют слова из бланка *Б*, к которым испытуемый должен подобрать обобщающие характеристики, т. е. отнести обозначенный словом предмет или явление к группе сходных по значению, свойствам или качествам предметов или явлений. Например, экспериментатор произносит слово «стакан», испытуемый отвечает «посуда», «медведь» – «животное» и т. д. Время рефлекса также регистрируется.

На каждом этапе эксперимента должно быть зафиксировано не менее 15 пар слов, исключая явно ошибочные, бессмысленные ответы.

Во время эксперимента в аудитории должна соблюдаться тишина, а экспериментатор и испытуемый не должны произносить ничего, кроме слова-вопроса и слова-ответа.

Итоги работы. Ассистент записывает в протокол (табл. 43) время рефлекса, зафиксированное на табло электромиорефлексометра.

Таблица 43

Результаты эксперимента

№ п/п	Время, мс	
	Качественные характеристики	Обобщающие характеристики
1		
...		
15		
Среднее	$X =$	$Y =$

Полученные результаты необходимо анализировать следующим образом: определить среднее арифметическое значение показателя времени по результатам каждого опыта отдельно: X – по качественным характеристикам слов, Y – по обобщающим характеристикам слов. Сравнить их значения:

если $Y \approx 2X$ – средний тип,

$Y \gg 2X$ (на 500 мс и более) – художественный тип,

$Y \ll 2X$ (на 500 мс и менее) – мыслительный тип.

Сделать вывод относительно принадлежности испытуемого к одному из типов высшей нервной деятельности по соотношению сигнальных систем.

Практическое занятие 10

ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ ВНИМАНИЯ

Цель: изучить свойства внимания и его возрастные особенности.

Общие положения

Внимание – это процесс и состояние настройки субъекта на восприятие приоритетной информации и выполнение поставленных задач.

Выделяют три основных вида внимания:

- *произвольное* (активное) внимание характеризуется направленностью субъекта на сознательно выбранную цель;
- *непроизвольное* внимание выражается в переключении внимания на неожиданное изменение физических, временных, пространственных характеристик, стимулов или на появление значимых сигналов;
- *постпроизвольное* внимание появляется в процессе освоения деятельности и увлеченности выполняемой работой, не требует усилий воли, так как поддерживается интересом к работе.

Физиологическую основу непроизвольного внимания составляет *ориентировочная реакция* (ОР). Ориентировочная реакция впервые была описана И. П. Павловым как двигательная реакция животного на новый, внезапно появляющийся раздражитель. Она включала поворот головы и глаз в сторону раздражителя и обязательно сопровождалась торможением текущей условно-рефлекторной деятельности. Другая особенность ОР заключалась в угасании всех ее поведенческих проявлений при повторении стимула.

ОР вызывает не только поведенческие проявления, но и целый спектр вегетативных изменений различных компонентов ОР: двигательного (мышечного), сердечного, дыхательного, кожно-гальванического, сосудистого, зрачкового, сенсорного и электроэнцефалографического. Как правило, при предъявлении нового стимула повышается мышечный тонус, изменяется частота дыхания, пульса, возрастает электрическая активность кожи, расширяются зрачки, снижаются сенсорные пороги.

В электроэнцефалограмме в начале ориентировочной реакции возникает генерализованная активация, которая проявляется в блокаде (подавлении) альфа-ритма и смене его высокочастотной активностью. Одновременно с этим возникает возможность объединения и синхронной работы нервных клеток не по принципу их пространственной близости, а по функ-

циональному принципу. Благодаря всем этим изменениям возникает особое состояние мобилизационной готовности организма.

Ориентировочный рефлекс связан с адаптацией организма к меняющимся условиям среды, поэтому для него справедлив «закон силы». Иначе говоря, чем больше изменяется стимул (например, его интенсивность или степень новизны), тем значительнее ответная реакция. Однако не меньшую, а нередко и большую реакцию могут вызвать ничтожные изменения ситуации, если они прямо адресованы к основным потребностям человека.

Таким образом, ОР возникает не на любой новый стимул, а только на такой, который предварительно оценивается как биологически значимый. Иначе мы переживали бы ОР ежесекундно, так как новые раздражители действуют на нас постоянно.

Физиологическим механизмом произвольного внимания служит очаг оптимального возбуждения в коре мозга. Он поддерживается сигналами, идущими от второй сигнальной системы. Произвольное внимание требует волевого усилия, напряжения, причем длительное поддержание произвольного внимания вызывает утомление, зачастую даже большее, чем физическое напряжение.

Возникновение слепопроизвольного внимания связано с образованием новой установки и наличием сознательного выбора объекта внимания, поэтому при произвольном внимании отсутствует напряжение, характерное для произвольного внимания.

Выделяется ряд функциональных подсистем внимания. Они обеспечивают три главные функции: ориентацию на сенсорные события, обнаружение сигнала для сознательной обработки и поддержание бдительности или бодрствующего состояния. В обеспечении первой функции существенную роль играет задняя теменная область и некоторые ядра таламуса, вторая же функция – латеральные и медиальные отделы фронтальной коры. Поддержание бдительности обеспечивается за счет деятельности правого полушария. Правое полушарие в основном обеспечивает общую мобилизационную готовность человека, поддерживает необходимый уровень бодрствования и сравнительно мало связано с особенностями конкретной деятельности. Левое в большей степени отвечает за специализированную организацию внимания в соответствии с особенностями задачи.

Произвольное внимание развивается в игровой, учебной, трудовой деятельности. Разные виды деятельности формируют различные свойства произвольного внимания.

Произвольное внимание характеризуют его избирательностью, объемом, устойчивостью, возможностью распределения и переключения. Избирательность (или селективность) внимания определяют его направленностью на определенную характеристику стимула, она может быть либо узкой, либо широкой. Объем внимания измеряется количеством одновременно отчетливо осознаваемых объектов и характеризует ресурсы внимания человека. Объем внимания близок объему кратковременной памяти и составляет 7–9 стимулов (элементов). Распределение внимания оценивают по возможности одновременного выполнения двух или более заданий. Устойчивость внимания характеризуется способностью длительно задерживать восприятие на определенных объектах действительности. Под переключением внимания понимается возможность более или менее легкого перехода от одного вида деятельности к другому [2, 6, 19, 26].

Задание 1. Изучить возрастные особенности внимания

Ход работы. Составить конспект.

Теоретическое обоснование. Внимание в значительной степени зависит от уровня развития основных процессов высшей нервной деятельности. Эти процессы меняются с возрастом, а следовательно, и внимание претерпевает изменения. Одни те же внешние раздражители совершенно по-разному воспринимаются человеком и вызывают у него различные реакции в зависимости от его возраста. Поэтому необходимо считаться с возрастными и индивидуальными особенностями, которые зависят от физиологического созревания и от пройденного человеком жизненного пути, воспитания, которое он получил.

Признаки произвольного внимания обнаруживаются уже в период новорожденности в виде элементарной ориентировочной реакции на экстренное применение раздражителя. Эта реакция еще лишена характерного исследовательского компонента, но она уже проявляется в определенных изменениях электрической активности мозга, вегетативных реакциях (изменение дыхания, частоты сердцебиения). В 2–3-месячном возрасте ориентировочная реакция приобретает черты исследовательского характера. По мере созревания системы восприятия речи формируется социальная форма внимания, опосредованная речевой инструкцией. Однако вплоть до 5-летнего возраста эта форма внимания легко отесняется произвольным вниманием, возникающим в ответ на новые привлекательные раздражители.

В 6–7-летнем возрасте существенно возрастает роль речевой функции в формировании произвольного внимания. Вместе с тем в этом возраст-

те еще велико значение эмоционального фактора. Важнейшим этапом в организации произвольного внимания является младший школьный возраст. В 7–8 лет недостаточная зрелость фронтально-таламической системы регуляции активационных процессов определяет большую степень их генерализации и менее выраженную избирательность объединения корковых зон в рабочие функциональные констелляции в ситуации предстимульного внимания, предваряющего конкретно реализуемую деятельность. К 9–10 годам механизмы произвольной регуляции совершенствуются: активационные процессы становятся более управляемыми, определяя улучшение показателей организации деятельности [2, 36].

Задание 2. Изучить величину колебания внимания [30]

Оборудование: часы, лист бумаги с нанесенным на него изображением определенной формы.

Ход работы. Внимательно присмотритесь к рисунку, на котором изображена проекция усеченной пирамиды (рис. 8). Вы заметите, что вершина пирамиды то обращается к зрителю, то уходит от него вглубь. Это явление объясняется законом последовательной индукции. Когда мы смотрим на маленький квадрат, восприятие большого квадрата ухудшается, он кажется за плоскостью рисунка. Пирамида обращается усеченным концом к зрителю. Если мы переключим взгляд на большой квадрат, он будет восприниматься как ближний и пирамида окажется повернутой к зрителю основанием.

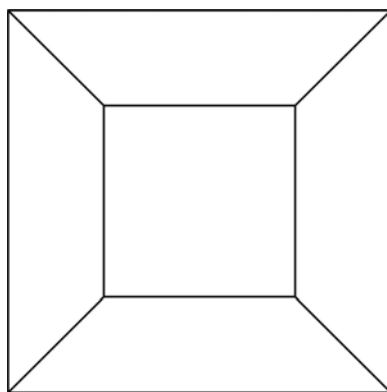


Рис. 8. Усеченная пирамида

Измерение величины колебания непроизвольного внимания происходит следующим образом. В течение 60 с испытуемому следует смотреть на пирамиду. При каждом изменении изображения делать в тетради штрих, не переводя взгляда (**не глядя!**).

Экспериментатору дать команду к началу опыта и его окончанию, считать количество штрихов. Прodelать этот эксперимент 3 раза.

Величину колебания можно уменьшить волевым усилием. Для этого поставить перед испытуемым цель – как можно дольше удерживать внимание на каждом изображении. Измерить величину колебания произвольного внимания в этом случае.

Итоги работы. Результаты внести в протокол (табл. 44). Сравнить полученные в работе данные со среднестатистическими значениями (табл. 45). Написать выводы.

Таблица 44

Результаты исследования колебания внимания

№ опыта	Число колебаний	Оценка результата
<i>Непроизвольное внимание</i>		
<i>Произвольное внимание</i>		

Таблица 45

Нормы для оценки устойчивости внимания

Частота исчезновения изображения в течение 60 с	Характеристика внимания
Не более 11	Очень устойчивое
12–20 раз	Средней устойчивости
Более 20 раз	Недостаточно устойчивое

Задание 3. Исследовать устойчивость произвольного внимания пробой «Перепутанные линии» [26]

Оборудование: рисунки с изображением перепутанных ломаных линий (рис. 9), секундомер, бланки для ответов.

Ход работы. Работу проводить в парах: испытуемый – экспериментатор. По команде экспериментатора испытуемому в течение 2 мин, не пользуясь указкой или карандашом, а только с помощью глаз проследить ход каждой линии, начинающейся в левом столбике цифрой от 1 до 25, найти конец каждой линии, выписать в бланк ответов соответствующую числу букву из правого столбика. Через 2 мин экспериментатору прервать работу испытуемого и, проверив ее, оценить степень устойчивости произвольного внимания по числу правильно найденных концов линий.

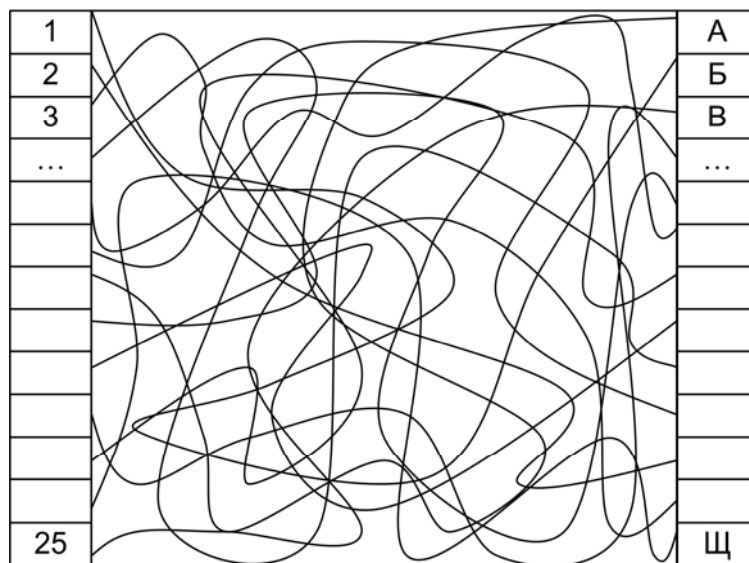


Рис. 9. Образец бланка «Перепутанные линии»

Итоги работы. Результаты тестирования отметить в протоколе.

Нормы: 15 и более правильно найденных концов линий – высокая устойчивость внимания, 11–14 – средняя устойчивость, 10 и менее – низкая устойчивость.

Сделать выводы об устойчивости внимания по результатам двух тестов.

Задание 4. Изучить избирательность внимания (тест Мюнстерберга)

Оборудование: бланки, секундомер.

Ход работы. Работу проводить в парах или в группе студентов.

Экспериментатор предоставляет испытуемому бланк, на котором напечатаны построчно буквы русского алфавита. Среди них в разных местах впечатаны слова, хорошо знакомые испытуемому (рис. 10). Испытуемый должен как можно быстрее найти эти слова и подчеркнуть их. Время работы 2 минуты. Экспериментатор фиксирует время выполнения задания, количество найденных слов (всего их 25), количество ошибок (слова, не найденные испытуемым, неправильно воспринятые испытуемым, неправильно подчеркнутые).

В К Х С И Н Д Е С Х В А К С Е Н В И К А С Н Д Р У Г К Х И В А Н С Е И
Х Н М О С Т К И В А Е А К Р А Н А С И Х Е В Н Е С Ф Е С Т В А Л Ь И Х
С Т Р Е С К И С Х Н К Е К А В Н И В Х В О Я Н С Е К А В К Н И Г А Н К
Ж У К Н А В Н Х К В М О Р Е И А С И Х Н С Н И С Т А К А Н В А Х С Е К

Рис. 10. Образец бланка Мюнстерберга

Итоги работы. Успешность выполнения задания (A) оценивается по формуле:

$$A = (C - m) : (C + n),$$

где C – общее количество выделенных слов;
 m – количество ошибочно выделенных слов;
 n – количество пропущенных слов.

Нормы: если $A = 0,96–1,00$ – высокая избирательность; $A = 0,92–0,95$ – средняя избирательность; $A = 0,91$ и менее – низкая избирательность внимания.

Записать результаты в протокол (табл. 46), сравнить с нормами. Сделать вывод об избирательности внимания.

Таблица 46

Свойства произвольного внимания

№	Свойства внимания	Значение	Результат
1	Колебание внимания		
2	Устойчивость (проба Мюнстерберга)		
3	Избирательность		

Оцените результаты. Сделайте вывод о свойствах внимания исследуемого. Составьте рекомендации для развития внимания.

Практическое занятие 11

ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА И ЗДОРОВЬЯ

Общие положения

Период созревания организма характеризуется непрерывно протекающими процессами роста и развития. *Рост* – это количественные изменения в организме, связанные с увеличением количества клеток, содержания в них органических веществ, массы органов и всего организма. *Развитие* – это качественные изменения и морфофункциональное совершенствование клеток, органов и организма в целом. Каждому возрасту свойственны определенные морфофункциональные особенности организма. Одним из показателей развития человека является его физическое развитие, означающее совокупность морфологических и функциональных свойств организма. Понятие «физическое развитие» имеет два значения: с одной стороны, оно характеризует процесс формирования, созревания организма и его соответствие биологическому возрасту, а с другой – это морфофункциональное состояние, отражающее состояние здоровья человека на каждом временном отрезке его онтогенеза. Поэтому физическое развитие растущего организма ребенка является важнейшим показателем состояния его здоровья. Чем более значительны отклонения в физическом развитии, тем выше вероятность возникновения заболеваний.

Наиболее информативным методом оценивания физического развития является комплексная схема оценки, позволяющая определить уровень биологического развития индивидуума и степень гармоничности его морфофункционального статуса [34].

Оценка физического развития ребенка по комплексной схеме проводится в 2 этапа.

1-й этап. Определение уровня биологического развития ребенка, соответствие календарному возрасту. Оценка уровня биологической зрелости детей и подростков (биологический возраст) осуществляется по длине тела, ее прибавке, срокам прорезывания постоянных зубов и их количеству, изменениям в пропорциях тела, степени развития вторичных половых признаков.

2-й этап. Определение гармоничности морфофункционального состояния. Определяется соответствие массы тела и окружности грудной

клетки длине тела ребенка. Оценка морфофункционального статуса дополняется сопоставлением функциональных показателей индивидуума со средними возрастными-половыми значениями.

Анализ взаимосвязи состояния здоровья и физического развития, определяемого по комплексной схеме, позволил распределить детей в группы риска трех степеней, в зависимости от имеющихся у них нарушений уровня биологического развития и гармоничности морфофункционального состояния.

Дети, биологическая зрелость которых соответствует возрасту, а физическое развитие гармоничное, наиболее благополучны в отношении состояния здоровья. Однако дети этой группы с отставанием функциональных показателей должны быть взяты под наблюдение врача.

Дети с нарушением сроков возрастного развития (с опережением или отставанием биологического возраста) при сохранении гармоничности морфофункционального статуса, а также дети с соответствием биологической зрелости возрасту, но имеющие дисгармоничный морфологический статус за счет дефицита массы тела, составляют группу детей первой степени риска.

Дети с нарушением сроков возрастного развития, сочетающегося с дисгармоничностью морфофункционального статуса, а также дети с соответствием биологического развития возрасту, но имеющие дисгармоничность за счет избытка массы тела, составляют группу детей второй степени риска.

Все дети, имеющие резкую дисгармоничность в физическом развитии, как при нарушении сроков возрастного развития, так и развивающиеся соответственно возрасту, составляют группу детей с третьей степенью риска [11, 14, 27, 36].

Для изучения физического развития проводят исследования антропометрических показателей человека [5, 26, 29], которые делят на *соматометрические, физиометрические, соматоскопические*.

Основными *соматометрическими* показателями являются: длина тела (рост), масса тела (вес), окружность грудной клетки. Соматометрические признаки формируют особый тип телосложения (*конституционный тип человека*), который зависит от ряда факторов: наследственности, питания, социальных условий, трудовой деятельности, занятий спортом.

К *физиометрическим* (функциональным) показателям относятся: жизненная емкость легких (ЖЕЛ), отражающая вместимость легких и силу дыхательных мышц, мышечная сила, характеризующая степень развития мускулатуры и др.

Соматоскопические показатели свидетельствуют о состоянии опорно-двигательного аппарата. К ним относят форму позвоночника, грудной клетки, ног, гибкость позвоночника, осанку, развитие мускулатуры.

Задание 1. Определить конституциональный тип человека

Теоретическое обоснование. Предложено несколько классификаций конституциональных типов (типов телосложения) человека. Наибольшее распространение получила классификация М. В. Черноруцкого, которая выделяет по соматометрическим признакам три типа телосложения:

- *гипертеники* – массивные, упитанные, имеющие длинные туловища, короткие конечности;
- *нормостеники* – с нормальным средним развитием костной и мышечной системы, умеренным жиротложением;
- *астеники* – с узкой грудной клеткой, слабым жиротложением, слабой мускулатурой, узкими костями.

Для определения конституционального типа человека исследуются масса тела, рост, обхват груди.

Оборудование: весы, ростомер, сантиметровая лента (длина 1,5 м), ручной динамометр, деревянная ступенька, листы белой бумаги, акварельные краски.

Ход работы. Масса тела определяется на медицинских весах с точностью до 30 граммов без обуви и верхней одежды. Лучшее время для измерения – утром, натощак или через 2–3 ч после приема пищи.

Длина тела измеряется с помощью ростомера в положении смирно: пятки вместе, носки врозь, ноги выпрямлены, живот подобран, руки вдоль туловища, кисти свободно свисают, голова фиксируется так, чтобы верхний край козелка ушной раковины и нижний край глазницы находились в одной горизонтальной плоскости. Обхват груди измеряется лентой, которая накладывается сзади под нижними углами лопаток, а спереди – непосредственно под сосками (у мужчин) или по 4 ребру (у женщин). Точность измерения ± 5 мм.

Для определения конституциональных типов используется *индекс Пинье* (ИП):

$$\text{ИП} = \text{рост (см)} - [\text{масса (кг)} + \text{ОГК1} + \text{ОГК2} / 2 \text{ (см)}],$$

где ОГК1 – окружность грудной клетки в фазе вдоха;

ОГК2 – окружность грудной клетки в фазе выдоха.

Если ИП > 30 – астеник, ИП = 30–10 – нормостеник, если ИП < 10 – гиперстеник.

При определении соматических типов у детей применяется *индекс стеничности* (ИС):

$$\text{ИС} = \text{Рост} / \text{Двуплечевой размер.}$$

Двуплечевой размер – это расстояние между правой и левой акромиальными точками – наиболее выступающими в сторону точками бокового края акромиального отростка лопатки.

Если ИС > 4,4 – астеник, ИС = 4,4 – 4,1 – нормостеник, ИС < 4,1 – гиперстеник.

Итоги работы. Занесите полученные результаты роста, массы тела, окружности грудной клетки, расчета индекса Пинье в табл. 47. Напишите вывод о типе конституции.

Таблица 47

Соматические показатели и тип телосложения

Показатель	Значение	Тип телосложения
Рост, см		
Масса тела, кг		
Обхват грудной клетки в фазе вдоха, см		
Обхват грудной клетки в фазе выдоха, см		
Индекс Пинье		

Задание 2. Исследовать осанку человека

Теоретическое обоснование. *Осанка* – непринужденное привычное положение тела при стоянии, ходьбе, сидении. Она зависит от формы позвоночника, равномерности развития и тонуса мускулатуры торса.

Позвоночник имеет несколько нормальных изгибов при осмотре сбоку. В поясничном и шейном отделах позвоночника наблюдается в норме небольшое искривление внутрь (*лордоз*), а в грудном отделе есть небольшая выпуклость вперед (*кифоз*). Естественные изгибы позвоночника позволяют лучше распределять нагрузку на позвоночник и обеспечивать нормальную его работу. Позвоночник при осмотре фронтально в норме должен быть ровным.

Длительные нагрузки, травмы, вынужденные позы, заболевания могут привести к деформации позвоночника с изменением природной формы изгибов.

Существует 2 группы нарушений осанки в зависимости от плоскости позвоночника:

- 1) нарушения в передне-задней плоскости;
- 2) нарушения во фронтальной плоскости (сколиозы).

Нарушения осанки в передне-задней плоскости характеризуются чрезмерной выраженностью соответствующих изгибов позвоночника (рис. 11).

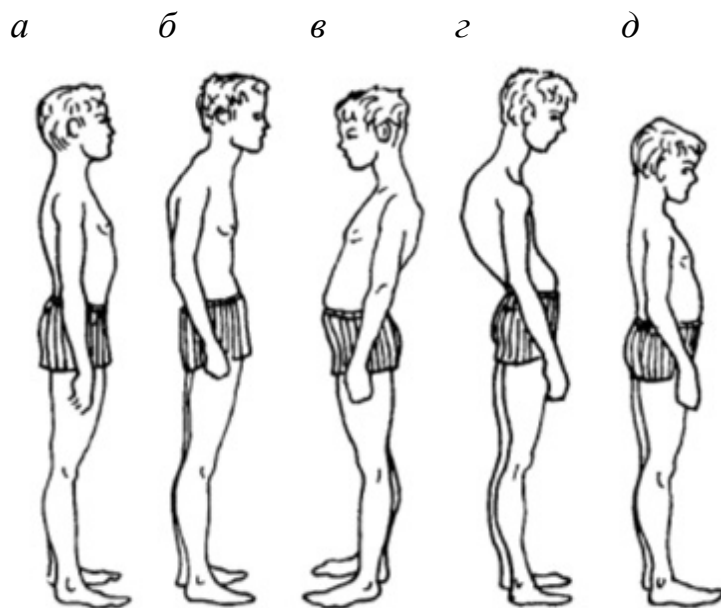


Рис. 11. Виды осанки:

а – нормальная; *б* – сутуловатая; *в* – лордотическая; *г* – кифотическая;
д – выпрямленная (плоская)

Лордоз – это нарушение, выражающееся в физиологическом или патологическом изгибе поясничного и шейного отделов позвоночника с выпуклостью к передней части. Физиологическое состояние позвоночника наблюдается у каждого человека. Состояние патологии отличается от физиологического степенью искривления позвоночника.

Кифозом называется нарушенное положение позвоночника с усилением изгиба к задней части. Чаще всего встречается грудной кифоз. В легкой форме обычно проявляется в виде сутулости, если же прогрессирует, мышцы спины растягиваются, позвонки начинают деформироваться.

Сутулость – деформация спины, возникающая чаще всего вследствие слабости мышц и отсутствия правильной привычки держать осанку. Как правило, сутулость наблюдается в детском возрасте, особенно в период усиленного роста скелета. У подростков сутулость может приобрести устойчивую форму с формированием искривления позвоночника – усиленного груд-

ного кифоза. Сутулость приводит к нарушениям биомеханики движений и, как следствие, неправильному распределению нагрузок на структуры позвоночника. В долгосрочной перспективе сутулость может стать причиной раннего развития дегенеративных изменений в позвоночнике.

Выпрямленная осанка характеризуется минимальной выраженностью изгибов позвоночника. Амортизация позвоночника в таких случаях снижена, из-за чего он постоянно получает микротравмы, что вызывает частые головные боли и постоянную усталость. Данный вид осанки может повлечь за собой боковое искривление позвоночника, доставляет дискомфорт и мешает нормальному поступлению кислорода в легкие.

Таким образом, выделяют правильную, сутуловатую, кифотическую, лордотическую и выпрямленную осанку (см. рис. 11).

Сколиоз – патологическое искривление позвоночника, при котором происходит поворот вокруг продольной оси. При сколиозе за счет деформации грудной клетки могут сдавливаться органы сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной систем, наблюдаются хронические боли в области спины.

Различают следующие виды сколиоза: грудной, простой левосторонний или правосторонний и сложный S-образный. При осмотре ребенок должен приподняться на носки, поднять руки и свести вместе пальцы. Если при этом углы лопаток не устанавливаются на одной линии, то искривление позвоночника можно считать развившимся.

Ход работы. Для определения осанки проводят визуальные наблюдения за положением лопаток, уровнем плеч, положением головы [31]. Наблюдения дополняют инструментальным исследованием глубины шейного и поясничного изгибов и длины позвоночника по методу З. П. Ковальковой. К обследуемому, стоящему в привычной позе, приставляют сзади антропометр так, чтобы он был в строго вертикальном положении и касался позвоночника в одной точке (рис. 12). Линейкой измеряют расстояние от антропометра до остистого отростка VII шейного позвонка и до наиболее глубокой части поясничной кривизны.

При *правильной* осанке показатели глубины шейного и поясничного изгибов близки по значению и колеблются соответственно в пределах от 3 до 4 см в младшем школьном возрасте и 4,0–5,5 см в среднем и старшем школьном возрасте, у взрослых – 6,0–7,5 см. При определении осанки человека корпус удерживается прямо, голова поднята, плечи расправлены и находятся на одном уровне, живот подтянут, ноги прямые.

При *сутуловатой* осанке увеличена глубина шейного изгиба и сглажен поясничный изгиб, голова наклонена вперед, плечи опущены.

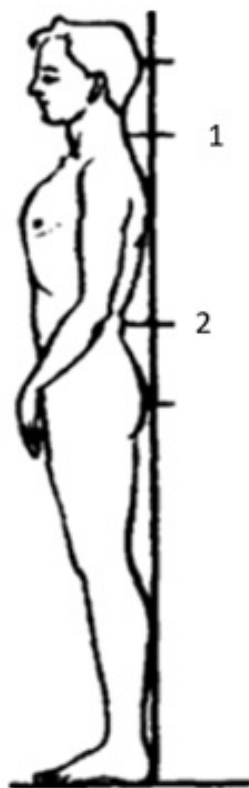


Рис. 12. Схема измерения изгибов позвоночника:
1 – шейный изгиб, 2 – поясничный изгиб

При *лордотической* осанке увеличен поясничный изгиб и сглажен шейный. Живот выпячен, верхняя часть туловища несколько откинута назад.

Кифотическая осанка характеризуется увеличением шейного и поясничного изгибов. Спина круглая, плечи опущены, голова наклонена вперед, живот выпячен.

Выпрямленная осанка характеризуется сглаживанием обоих изгибов, выпрямленной спиной, подобранным животом.

Осматривая человека спереди и сзади, можно определить стадии и степень искривления позвоночника – *сколиоза*. При этом нужно обращать внимание на форму и уровень стояния плеч, взаиморасположение лопаток, степень развития мышц спины. При сколиозе одно плечо опускается, лопатка на противоположной сколиозу стороне опущена, продольные мышцы на стороне измененной осанки развиты больше, более упруги, образуют мышечный валик. При осмотре спереди определяют положение ключиц, ребер, форму груди, наличие асимметрии.

Рекомендации по оценке и сохранению правильной осанки при стоянии:

1. Встаньте к стене по стойке смирно, чтобы голова, плечи и ягодицы упирались в стену.

2. Голову держите прямо, смотрите вперед (не поднимайте нос кверху и не выдвигайте подбородок).

3. Поднимите и слегка отведите плечи назад.

4. Втяните живот.

5. Таз подвиньте вперед так, чтобы через щель между спиной и поясницей проходила ладонь. Проконтролируйте это рукой.

6. Отойдите от стены, сохраняя принятое положение. Запомните его и попытайтесь удерживать при стоянии.

Рекомендации по оценке правильной осанки при сидении и ходьбе:

1. Положите на голову книгу или другой нетяжелый плоский предмет (на темя, а не на лоб).

2. Попробуйте сесть на стул, пройтись по комнате с предметом на голове так, чтобы он не падал с головы.

3. Чтобы проконтролировать, насколько правильно вы сидите, проделайте следующее: подойдите к шкафу, дверному косяку или стене, обопритесь о них головой, лопатками и ягодицами, присядьте на корточки, скользя по опоре. Если предмет с головы упадет, определите, какую ошибку вы совершили при выполнении этого движения. Исправьте ошибку. Запомните положение тела и сохраняйте его в положении сидя и при ходьбе.

Итоги работы. Измерьте и запишите в табл. 48 значения глубины изгибов позвоночника. Напишите вывод о состоянии осанки.

Таблица 48

Результаты антропометрии

№ п/п	Показатель	Критерий	Наблюдения, измерения	Вывод
1	2	3	4	5
1	Осанка	Глубина шейного изгиба		
		Глубина поясничного изгиба		
2	Гибкость позвоночника	Касание нулевой отметки		
3	Состояние стопы	Отношение длины перешейка (а) ко всей длине отрезка (а+б)		
4	Мышечная сила рук	Абсолютная		
		Относительная		

1	2	3	4	5
5	Экскурсия грудной клетки	Окружность грудной клетки при максимальном вдохе		
		Окружность грудной клетки при максимальном выдохе		
		Их разность		

Задание 3. Определить гибкость позвоночника

Ход работы. Гибкость позвоночника оценивается путем максимального наклона туловища вперед (в см) с прямыми ногами на ступеньке с нулевой отметкой на уровне стоп. Касание пальцами отметки ниже нулевой точки и сохранение этой позы не менее 2 с характеризует хорошую подвижность позвоночника, выше нулевой отметки – недостаточную. Тест проводится 3 раза подряд, засчитывается лучший результат.

Итоги работы. Результаты исследований внесите в табл. 48. Сделайте вывод о гибкости (подвижности) позвоночника.

Задание 4. Провести диагностику состояния стопы

Стопа – это орган опоры и передвижения. Различают стопу нормальную, уплощенную и плоскую. Уплощенная и плоская стопы свидетельствуют о развитии плоскостопия в разной степени.

Плоскостопие – это деформация стопы, при которой уплощаются ее своды. В результате плоскостопия страдает мышечный и связочный аппараты стопы, нарушается походка, развиваются ноющие боли в стопе, мышцах голени, пояснице, бедре, поэтому необходима систематическая профилактика плоскостопия.

Ход работы. Для определения формы стопы получают отпечаток подошвенной ее поверхности (платограмму). Для этого поверхность подошвы смазывают акварельной краской или просто водой. Обследуемый ставит смазанную краской ногу на бумагу и всю тяжесть тела переносит на эту ногу. Листок с отпечатком стопы высушивают. На полученной платограмме рассчитывают степень уплощения стопы по методу Штритер. Для этого на отпечатке проводят касательную к наиболее выступающим точкам внутреннего края стопы. Из середины касательной проводят перпендикуляр через отпечаток (рис. 13). Вычисляют процентное отношение длины

перешейка (а) ко всей длине (а + б). Если перешеек составляет до 50 % длины перпендикуляра, то стопа нормальная, 50–60 % – уплощенная, более 60 % – плоская, свидетельствующая о выраженном плоскостопии. Меры профилактики плоскостопия заключаются в следующем: нужно правильно подбирать обувь, при любой возможности ходить босиком, ежедневно выполнять упражнения: ходить на носках, на наружных и внутренних краях стопы, по палке, катать мяч ногами, приседать, стоя на мяче, сгибать и разгибать стопы, захватывать и перекладывать предметы пальцами ног.

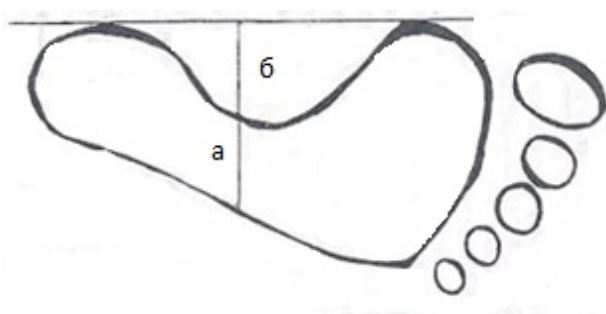


Рис. 13. Диагностика состояния стопы

Итоги работы. Подготовьте дома отпечатки стопы, рассчитайте показатели плантограммы. Заполните табл. 48. Сделайте вывод о наличии плоскостопия.

Задание 5. Измерить мышечную силу рук

Мышечная сила рук характеризует степень развития мускулатуры и измеряется ручным динамометром.

Ход работы. Стоя прямо, обследуемый немного отводит руку вперед и в сторону и, обхватив динамометр, кистью максимально сжимает его. Никаких дополнительных движений в плечевом и локтевом суставах при этом допускать не следует. Измерения производят 2–3 раза левой и правой рукой, записывают наибольший показатель в килограммах (абсолютная мышечная сила). Мышечная сила, свидетельствующая о нормальном физическом развитии, у мужчин составляет 40–50 кг, у женщин на 10–15 кг меньше. Поскольку мышечная сила зависит от роста, массы тела, то более информативным показателем является относительная мышечная сила. Она определяется по формуле:

$$\frac{\text{Мышечная сила, кг} \cdot 100 \%}{\text{Масса тела, кг}}$$

Норма относительной мышечной силы для мужчин составляет 60–70 % массы тела, для женщин – 40–50 % массы тела.

Итоги работы. Измерьте абсолютную мышечную силу, рассчитайте относительную мышечную силу, запишите результаты в табл. 48. Сделайте вывод об уровне развития мускулатуры.

Задание 6. Определить экскурсию грудной клетки

Окружность грудной клетки (ОГК) характеризует объем тела, развитие грудных и спинных мышц, а также функциональное состояние органов дыхательной системы.

Ход работы. Определяют окружность грудной клетки в состоянии спокойного дыхания во время паузы, максимального вдоха и максимального выдоха. Сантиметровую ленту накладывают сзади по нижним углам лопаток при отведенных в сторону руках. Затем руки опускают. Лента, соскальзывая, ложится под углом лопаток. Спереди лента проходит по среднегрудной точке. Лента должна плотно прилегать к телу, но вместе с тем не препятствовать глубокому вдоху и свободно следовать за движениями грудной клетки. Сначала измеряют ОГК в паузе, затем при максимальном вдохе и, наконец, при максимальном выдохе. Все три измерения производят последовательно при одномоментном наложении ленты. Точность измерения $\pm 0,5$ см. Разность между значением ОГК при максимальном вдохе и максимальном выдохе характеризует величину экскурсии грудной клетки, которая зависит от развития дыхательных мышц и типа дыхания.

Оценка результатов: при разнице до 4 см – низкая экскурсия, при разнице 5–9 см – средняя экскурсия, при разнице от 10 и выше – высокая экскурсия.

В норме в состоянии покоя окружность грудной клетки у мужчин – 88–92 см, у женщин – 83–87 см.

Итоги работы. Запишите результаты измерений ОГК в табл. 48. Сделайте выводы об уровне развития дыхательных мышц.

Напишите общий вывод по результатам исследования антропометрических показателей.

Практическое занятие 12

РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И УТОМЛЕНИЕ ШКОЛЬНИКОВ СТАРШИХ КЛАССОВ И СТУДЕНТОВ

Общие положения

Работоспособность определяется как способность человека к выполнению конкретной умственной деятельности в рамках заданных временных лимитов и параметров эффективности. Основу работоспособности составляют специальные знания, умения, навыки, а также определенные психофизические особенности, например, память, внимание, мышление и т. д.; физиологические – состояние сердечно-сосудистой, дыхательной, мышечной, эндокринной и других систем; физические – уровень развития выносливости, силы, быстроты движений и др. – совокупность специальных качеств, необходимых в конкретной деятельности.

Работоспособность в учебной деятельности в определенной степени зависит от свойств личности, типологических особенностей нервной системы, темперамента. Наряду с этим, на работоспособность влияют новизна выполняемой работы, интерес к ней, установка на выполнение определенного конкретного задания, информация и оценка результатов по ходу выполнения работы, усидчивость, аккуратность и т. д.

Под влиянием учебно-трудовой деятельности работоспособность студентов претерпевает изменения, которые отчетливо наблюдаются в течение дня, недели, полугодия (семестра), учебного года.

Динамика умственной работоспособности в течение дня, в учебном недельном и годовом циклах.

1. Период вработывания. Учебный день школьники и студенты, как правило, не начинают сразу с высокой продуктивности учебного труда. Проходит 10–20, а иногда и более 30 минут, прежде чем работоспособность достигает оптимального уровня (рис. 14). Этот период вработывания характеризуется постепенным повышением работоспособности с определенными колебаниями.

2. Период оптимальной (устойчивой) работоспособности имеет продолжительность 1,5–3 часа, в процессе чего функциональное состояние студентов характеризуется изменениями функций организма, адекватных той учебной деятельности, которая выполняется.

3. Период полной компенсации характеризуется появлением начальных признаков утомления, которые компенсируются волевым усилием и положительной мотивацией.

4. Период неустойчивой компенсации характеризуется нарастанием утомления, колебаниями волевого усилия и продуктивности учебной деятельности.

5. Период прогрессивного снижения работоспособности отличается тем, что перед окончанием работы может смениться кратковременным ее повышением за счет мобилизации резервов организма (конечный рывок). При дальнейшем продолжении работы происходит резкое уменьшение ее продуктивности в результате снижения работоспособности и угасания рабочей доминанты.

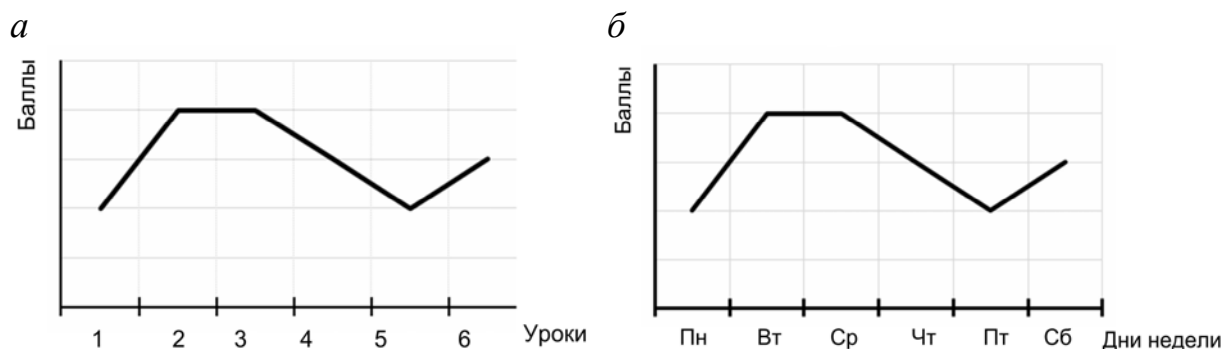


Рис. 14. Изменение работоспособности:
a – в течение учебного дня; *б* – в течение учебной недели

Динамика умственной работоспособности в учебном недельном цикле (см. рис. 14) характеризуется наличием:

- 1) периода вработывания в начале (понедельник, вторник);
- 2) устойчивой работоспособности в середине (среда, четверг);
- 3) снижения работоспособности в последние дни недели.

В некоторых случаях отмечается ее подъем, что связывают с явлением «конечного рывка».

Типичная кривая работоспособности может изменяться при наличии фактора нервно-эмоционального напряжения, сопровождающего работу в различные дни недели. Такими факторами могут быть: выполнение контрольной работы, участие в коллоквиуме, подготовка и сдача зачета.

В начале учебного года в течение 3–3,5 недель наблюдается период вработывания, сопровождаемый постепенным повышением уровня работо-

способности. Затем на протяжении 2–2,5 месяцев наступает период устойчивой работоспособности. В конце семестра, когда студенты готовятся и сдают зачеты, работоспособность начинает снижаться. В период экзаменов снижение кривой работоспособности усиливается. В период зимних каникул работоспособность восстанавливается к исходному уровню, а если отдых сопровождается активным использованием средств физической культуры и спорта, наблюдается повышенная работоспособность.

Начало второго полугодия также сопровождается периодом вработывания, продолжительность которого сокращается по сравнению с первым полугодием до 1,5–2 недель. Дальнейшие изменения работоспособности со второй половины февраля до начала апреля характеризуются устойчивым уровнем. Причем, этот уровень может быть выше, чем в первом полугодии. В апреле наблюдаются признаки снижения работоспособности, обусловленные возникающим утомлением. В зачетную сессию и в период экзаменов снижение работоспособности выражено резче, чем в первом полугодии. Процесс восстановления отличается более медленным развитием вследствие значительной глубины утомления.

При выполнении любого вида деятельности в организме может развиваться особое состояние, называемое утомлением, которое, в свою очередь, может накапливаться и переходить в переутомление.

Утомление – физиологическое состояние организма, вызванное физической или умственной работой, при котором могут наблюдаться временное снижение работоспособности, изменение функций организма и появление субъективного ощущения усталости.

По характеру утомление бывает физическое и нервное, общее или утомление отдельных групп мышц (руки, спина, ноги и т. д.), усталость глаз или головы (умственное утомление).

При физическом утомлении наблюдаются снижение физической работоспособности, уменьшение силы и выносливости мышц, ухудшение координации движений.

При умственном утомлении происходит замедление скорости переработки информации, ухудшение памяти, затруднение процесса сосредоточения и переключения внимания.

Основным механизмом развития утомления является изменение соотношения тормозных и возбуждающих процессов в мозге.

Утомление протекает в две фазы:

- первая фаза – возбуждение нервной деятельности;
- вторая фаза – торможение нервной деятельности.

В первой фазе происходит ослабление процессов торможения и на первый план выступают реакции возбуждения: учащемуся сложно удерживать внимание, он отвлекается на посторонние разговоры, отмечается и двигательное возбуждение. Во второй фазе процессы возбуждения угнетаются и преобладают процессы торможения. После отдыха работоспособность не только восстанавливается, но и часто превышает исходный уровень.

Переутомление у детей и подростков может возникнуть как следствие чрезмерной или неправильно организованной учебной и внеклассной работы, трудовой деятельности, сокращения продолжительности сна, отдыха на открытом воздухе, нерационального питания [5].

Задание 1. Проанализировать расписание уроков и недельной учебной нагрузки школьников 10–11-го классов

Ход работы. Выписать в тетрадь дневное и недельное расписание занятий для учащихся. Оценить расписание одного из учебных дней (по выбору студента) и все недельное расписание. Против каждого предмета проставить оценку в баллах в соответствии с ранговой шкалой трудности уроков (табл. 49). Подсчитать сумму баллов за каждый день недели. Полученные цифровые данные использовать для построения графика, где на оси абсцисс обозначены дни недели, а на оси ординат – сумма баллов за каждый день (см. рис. 14, б).

Далее выбрать один из учебных дней для анализа. Полученные данные использовать для построения суточного графика нагрузки (см. рис. 14, а).

Оценить соответствие школьной нагрузки гигиеническим требованиям (табл. 50). Учесть следующую информацию (СанПиН 2.4.2.2821–10):

- Часы факультативных, групповых и индивидуальных занятий должны входить в объем максимально допустимой нагрузки.
- В 10–11-х классах допускается проведение сдвоенных уроков по основным и профильным предметам.
- При составлении расписания следует чередовать предметы естественно-математического и гуманитарного циклов.
- Школьное расписание уроков строится с учетом динамики дневной и недельной умственной работоспособности учащихся.

Таблица 49

Шкала трудности учебных предметов, изучаемых в 10–11-х классах

Общеобразовательные предметы	Количество баллов (ранг трудности)	Общеобразовательные предметы	Количество баллов (ранг трудности)
Физика	12	Информатика, экономика	6
Геометрия, химия	11	История, обществознание, МХК	5
Алгебра	10	Астрономия	4
Русский язык	9	География, экология	3
Литература, иностранный язык	8	ОБЖ, краеведение	2
Биология	7	Физическая культура	1

Таблица 50

Гигиенические требования к максимальным величинам недельной образовательной нагрузки (СанПиН 2.4.2.2821–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях»)

Классы	Максимально допустимая недельная нагрузка, академических часов	
	При 6-дневной неделе, не более	При 5-дневной неделе, не более
1-й	–	21
2–4-й	26	23
5-й	32	29
6-й	33	30
7-й	35	32
8–9-й	36	33
10–11-й	37	34

Итоги работы. Сравнить полученные кривые с динамикой работоспособности в течение учебного дня, недели. Написать выводы.

Если расписание составлено нерационально, предложить альтернативный вариант, соответствующий гигиеническим требованиям.

Заключение

Практикум по дисциплине «Возрастная физиология и психофизиология» разработан коллективом авторов для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата 44.03.00 Образование и педагогические науки.

В данном учебном пособии мы попытались изложить только общепринятые, устоявшиеся, теоретически обоснованные и подтвержденные практикой сведения по физиологии человека в различных условиях его деятельности. Практикум поможет организовать деятельность студентов на практических занятиях, а также позволит самостоятельно изучить отдельные темы дисциплины. Нами были представлены теоретические сведения по темам предмета, рассмотрены возрастные особенности развития органов и физиологических систем организма человека. Приведены практические работы теоретического и экспериментального характера, в том числе с дозированными физическими нагрузками, что позволит студентам исследовать физиологические функции организма как в покое, так и в динамике.

Практикум оптимизирует учебную деятельность студентов, способствует получению и закреплению знаний по дисциплине «Возрастная физиология и психофизиология», формирует у студентов навыки практической работы, учит анализу и обобщению полученных результатов.

Библиографический список

1. *Агаджанян, Н. А.* Физиология человека / Н. А. Агаджанян, Л. З. Тель, В. И. Циркин, С. А. Чеснокова. Санкт-Петербург: Сотис, 1998. 527 с. Текст: непосредственный.
2. *Алейникова, Т. В.* Возрастная психофизиология: учебное пособие для студентов вузов / Т. В. Алейникова. Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. 285 с. Текст: непосредственный.
3. *Бароненко, В. А.* Здоровье и физическая культура студента: учебник / В. А. Бароненко, Л. А. Рапопорт. Москва: Альфа-М: Инфра-М, 2006. 215 с. Текст: непосредственный.
4. *Батуев, А. С.* Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем: учебник для вузов / А. С. Батуев. Санкт-Петербург: Питер, 2005. 317 с. Текст: непосредственный.
5. *Безопасность* жизнедеятельности: учебное пособие: в 2 частях / сост. В. А. Козловский, В. В. Розенблат, М. В. Северин, Т. Ф. Турова. Екатеринбург: Изд-во Рос. проф.-пед. ун-та, 2003. Ч. 2: Физиология труда. 63 с. Текст: непосредственный.
6. *Безруких, М. М.* Психофизиология ребенка: учебное пособие / М. М. Безруких, Н. В. Дубровинская, Д. А. Фарбер. Москва: Изд-во Моск. психол.-соц. ин-та, 2005. 496 с. Текст: непосредственный.
7. *Билич, Г. Л.* Основы валеологии / Г. Л. Билич. Санкт-Петербург: Сотис, 1998. 386 с. Текст: непосредственный.
8. *Большой* практикум по физиологии: учебное пособие для вузов / под ред. А. Г. Камкина. Москва: Академия, 2007. 448 с. Текст: непосредственный.
9. *Валеология* – здоровый образ жизни. URL: <https://myvaleology.com/>. Текст: электронный.
10. *Вартанян, И. А.* Физиология сенсорных систем: учебник / И. А. Вартанян. Санкт-Петербург: Лань, 1999. 224 с. Текст: непосредственный.
11. *Высоцкий, Ю. А.* Возрастные особенности строения органов и систем человека: учебное пособие / Ю. А. Высоцкий, С. А. Хаменский. 2-е изд., перераб. и доп. Барнаул: Изд-во Алт. гос. мед. ун-та, 2009. 224 с. Текст: непосредственный.
12. *Гигиенические* нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: СанПиН 1.2.3685-21. URL: <https://base.garant.ru/400274954/#friends>. Текст: электронный.

13. *Данилова, Н. Н.* Физиология высшей нервной деятельности: учебник / Н. Н. Данилова, А. Л. Крылова. Москва: Учебная литература, 1997. 432 с. Текст: непосредственный.

14. *Дробинская, А. О.* Анатомия и возрастная физиология: учебник для академического бакалавриата / А. О. Дробинская. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ЮРАЙТ, 2015. 546 с. Текст: непосредственный.

15. *Карпман, В. Л.* Тестирование в спортивной медицине / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. Москва: Физкультура и спорт, 1988. 208 с. Текст: непосредственный.

16. *Ковалева, А. В.* Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем: учебник для академического бакалавриата / А. В. Ковалева. Москва: ЮРАЙТ, 2016. 184 с. Текст: непосредственный.

17. *Ланда, Б. Х.* Методика комплексной оценки физического развития и физической подготовленности: учебное пособие / Б. Х. Ланда. Москва: Советский спорт, 2006. 208 с. Текст: непосредственный.

18. *Макарова, Г. А.* Спортивная медицина: учебник / Г. А. Макарова. Москва: Советский спорт, 2006. 480 с. Текст: непосредственный.

19. *Марютина, Т. М.* Введение в психофизиологию: учебное пособие / Т. М. Марютина, О. Ю. Ермолаев. Москва: Флинта, 2001. 400 с. Текст: непосредственный.

20. *Никитина, А. А.* Возрастная анатомия и физиология: в 2 томах: учебник для академического бакалавриата / А. А. Никитина, З. В. Любимова. Москва: ЮРАЙТ, 2015. Т. 2. 374 с. Текст: непосредственный.

21. *Ноздрачев, А. Д.* Начала физиологии: учебник для вузов / А. Д. Ноздрачев, Ю. И. Баженов, И. А. Баранникова, А. С. Батуев. Санкт-Петербург: Лань, 2004. 1088 с. Текст: непосредственный.

22. *Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: методические рекомендации:* [утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22.07.2021 г.]. Текст: непосредственный.

23. *Оценка физического развития и состояния здоровья детей и подростков, изучение медико-социальных причин формирования отклонений в здоровье: методические рекомендации:* [утв. Госкомсанэпиднадзором РФ 17 марта 1996 г. № 01-19/31-17]. Текст: непосредственный.

24. *Прищепа, И. М.* Возрастная анатомия и физиология: учебное пособие / И. М. Прищепа. Минск: Новое знание, 2006. 416 с. Текст: непосредственный.

25. *Ранняя диагностика нарушений развития речи. Особенности речевого развития у детей с последствиями перинатальной патологии нервной системы: методические рекомендации / под ред. Н. Н. Володина, В. М. Шкловского, Г. А. Асмолова [и др.].* Москва, 2014. 68 с. URL: https://minzdrav.gov-murman.ru/documents/poryadki-okazaniya-meditsinskoj-pomoshchi/Diagnostika_razvitiya_rechi.pdf. Текст: электронный.

26. *Рохлов, В. С.* Практикум по анатомии и физиологии человека: учебное пособие / В. С. Рохлов, В. И. Сивоглазов. Москва: Академия, 1999. 160 с. Текст: непосредственный.

27. *Савченков, Ю. И.* Возрастная физиология (физиологические особенности детей и подростков): учебное пособие / Ю. И. Савченков, О. Г. Солдатова, С. Н. Шилов. Москва: Владос, 2018. 143 с. Текст: непосредственный.

28. *Сапин, М. Р.* Анатомия и физиология детей и подростков: учебное пособие / М. Р. Сапин, З. Г. Брыксина. Москва: Академия, 2003. 456 с. Текст: непосредственный.

29. *Селиверстова, Г. П.* Практикум по курсу валеологии / Г. П. Селиверстова. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1998. 116 с. Текст: непосредственный.

30. *Сергеев, И. Ю.* Физиология человека и животных: учебник и практикум для академического бакалавриата: в 3 томах / И. Ю. Сергеев, В. А. Дубынин, А. А. Каменский. Москва: Юрайт, 2019. Т. 1: Нервная система: анатомия, физиология, нейрофармакология. 393 с. URL: <https://urait.ru/bcode/433616>. Текст: электронный.

31. *Сергеев, И. Ю.* Физиология человека и животных: учебник и практикум для академического бакалавриата: в 3 томах / И. Ю. Сергеев, В. А. Дубынин, А. А. Каменский. Москва: Юрайт, 2020. Т. 2: Кровь, иммунитет, гормоны, репродукция, кровообращение. 258 с. URL: <https://urait.ru/bcode/451020>. Текст: электронный.

32. *Смирнов, В. М.* Физиология сенсорных систем и высшая нервная деятельность: учебное пособие / В. М. Смирнов, С. М. Будылина. Москва: Академия, 2003. 304 с. Текст: непосредственный.

33. *Таблицы калорийности продуктов и блюд / под ред. Н. Холодовой.* Москва: Эксмо, 2005. 208 с. Текст: непосредственный.

34. *Физиология сенсорных систем: учебник* / под ред. Я. А. Альтмана. Санкт-Петербург: Паритет, 2003. 352 с. Текст: непосредственный.

35. *Эддар, Ар*. Трактат о питании / Ар Эддар. Москва: Профит Стайл, 2005. 496 с. Текст: непосредственный.

36. *Югова, Е. А.* Возрастная физиология и психофизиология: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Е. А. Югова, Т. Ф. Турова. Москва: Академия, 2011. 333 с. Текст: непосредственный.