

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ СПОРТА»  
КАФЕДРА МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ, ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ И  
МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

**ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ**

Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов

Воронеж 2023

УДК 691:612.

Составители: д.б.н., профессор, Попова Наталия Николаевна,  
к.б.н., доцент, Артемьева Светлана Сергеевна

Физиология сенсорных систем: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов /сост.: Попова Н.Н., Артемьева С.С. – Воронеж, ВГАС, 2023. – 53 с.

Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов «Физиология сердечной деятельности» подготовлено на кафедре медико-биологических, естественно-научных и математических дисциплин Воронежского государственного института физической культуры.

В пособии представлен материал лекционных и лабораторных занятий по теме «Физиология сердечной деятельности», перечислены вопросы проверочных контрольных работ, представлены задания и задачи для индивидуального выполнения, темы рефератов и рекомендации по их написанию. Большой объем занимает справочный раздел, включающий словарь физиологических терминов с подробными комментариями, цифровой справочный материал, а также библиографический указатель.

Пособие рекомендовано для студентов 2-3 курса факультета дневной и заочной формы обучения по направлению подготовки 49.03.01. «Физическая культура» и 49.03.02 «Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (адаптивная физическая культура)», 49.03.04. «Спорт».

Рецензенты:

Д.м.н., проф., каф. медико-биологических,  
естественно-научных и математических  
дисциплин ВГАС

В.П. Федоров

Доцент  
кафедры нормальной физиологии  
ВГМУ им. Н.Н. Бурденко,  
к.б.н.

В.А. Семилетова

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	ПРЕДИСЛОВИЕ	4
1	ЛЕКЦИИ	5
	Общий план строения и функции сенсорных систем	5
	Зрительная сенсорная система	7
	Слуховая сенсорная система	9
	Вестибулярная сенсорная система	10
	Двигательная сенсорная система	11
	Прочие сенсорные системы	12
2	ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	14
	1. Определение остроты зрения	14
	2. Определение поля зрения	15
	3. Определение ближайшей точки ближнего видения	16
	4. Проба на косоглазие	16
	5. Бинокулярное зрение и методы его определения	17
	6. Исследование цветоощущения	17
	7. Исследование адаптации к температуре среды	17
	8. Вибрационная чувствительность	17
	9. Исследование тактильной чувствительности	18
	10. Исследование адаптации кожного анализатора	18
	11. Опыт Аристотеля	19
	12. Проверка вестибулярного аппарата	19
	13. Изменение координации движений при возбуждении вестибулярного аппарата	20
	14. Изучение роли различных сенсорных систем в поддержании равновесия во время движения	20
	15. Изучение обонятельного аппарата	21
	16. Наблюдение костной проводимости звука	21
3	ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ	22
4	ВОПРОСЫ СЕМИНАРОВ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ	24
5	ЗАДАНИЯ И ЗАДАЧИ	27
6	ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ	33
7	ЦИФРОВОЙ СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ	43
8	СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ	46
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	53

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Целью преподавания курса «Физиология человека» является ознакомление студентов с основными представлениями о физиологических процессах жизнедеятельности в состоянии покоя, во время занятий физической культурой и спортом, а также в период восстановления. Знание закономерностей функционирования систем человека в покое и при мышечных нагрузках позволит правильно построить тренировочный процесс и повысить его эффективность. Поэтому изучение физиологии необходимо будущему тренеру, учителю физкультуры, спортивному врачу и другим специалистам.

Сегодняшний выпускник вуза должен получить не только определенную сумму конкретных знаний, но овладеть компетенциями разных уровней: *общекультурными компетенциями* – использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; *общепрофессиональными компетенциями* – способностью определять анатомо-морфологические, физиологические, биохимические, биомеханические, психологические особенности физкультурно-спортивной деятельности и характер ее влияния на организм человека с учетом пола и возраста; знание морфофункциональных, социально-психологических особенностей лиц с отклонениями в состоянии здоровья различных нозологических форм, возрастных и тендерных групп; *профессиональными компетенциями* – способностью использовать знания об истоках и эволюции формирования теории спортивной тренировки, медико-биологических и психологических основах и технологии тренировки в избранном виде спорта, санитарно-гигиенических основах деятельности в сфере физической культуры и спорта; способностью осуществлять самоконтроль, оценивать процесс и результаты индивидуальной спортивной деятельности, сохранять и поддерживать спортивную форму; знание закономерностей развития физических и психических качеств лиц с отклонениями в состоянии здоровья, кризисы, обусловленные их физическим и психическим созреванием и функционированием, сенситивные периоды развития тех или иных функций; готовностью к использованию методов измерения и оценки физического развития, функциональной подготовленности, психического состояния лиц с отклонениями в состоянии здоровья и внесению коррекций в воздействия в зависимости от результатов измерений и(или) рекомендаций членов междисциплинарной команды; способностью проводить научные исследования по определению эффективности различных сторон деятельности в сфере адаптивной физической культуры с использованием современных методов исследования

Будучи фундаментальной базой в познании адаптивных возможностей организма, «Физиология человека» как учебная дисциплина нуждается в глубоком и прочном усвоении студентами, что подразумевает большой объем самостоятельной работы. Целью настоящего издания является повышение эффективности и качество самостоятельной работы студентов. На наш взгляд, оно будет способствовать усвоению основного содержания предмета, развитию логического, творческого мышления у студентов, стимулировать их к более глубокой подготовке к каждому занятию.

Пособие четко структурировано и содержит как информационные разделы (Лекции, Цифровой материал, Словарь), так и материалы по самоконтролю (тесты, вопросы семинаров, задачи, задания), приведено также краткое описание лабораторных занятий. Для углубленного изучения ряда вопросов студентам предлагается подготовка рефератов. Заключает пособие библиографический список, подразделенный на основную и дополнительную литературу.

Таким образом, предлагаемое пособие в определенной степени может выполнять функцию компактного учебника для быстрого, но не менее глубокого изучения физиологии и обеспечить самоконтроль студентов при подготовке к занятиям.

## 1. ЛЕКЦИИ

### ОБЩИЙ ПЛАН ОРГАНИЗАЦИИ И ФУНКЦИИ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

Сложные акты поведения человека во внешней среде требуют постоянного анализа окружающего мира, а также осведомленности нервных центров о состоянии внутренних органов. Специальные нервные аппараты, служащие для анализа внешних и внутренних раздражений, И. П. Павлов назвал анализаторами. Современное представление об анализаторах как сложных многоуровневых системах, передающих информацию от рецепторов к коре и включающих регулирующие влияния коры на рецепторы и нижележащие центры, привело к появлению более общего понятия - сенсорные системы.

В составе сенсорной системы различают 3 отдела

1) периферический состоящий из рецепторов, воспринимающих определенные сигналы, и специальных образований, способствующих работе рецепторов (глаз, ухо и др.);

2) проводниковый, включающий проводящие пути и подкорковые нервные центры;

3) корковый — области коры больших полушарий, которым адресуется данная информация.

**Периферический отдел. Рецепторы.** Рецепторами называются специальные образования, воспринимающие раздражения и трансформирующие (преобразующие) энергию внешнего раздражения в специфическую энергию нервного импульса.

Все рецепторы *по характеру воспринимаемой среды* делятся на экстерорецепторы - принимающие раздражения из внешней среды (рецепторы органов слуха, зрения, обоняния, вкуса, осязания), интэрорецепторы - реагирующие на раздражения из внутренних органов, и проприорецепторы - воспринимающие раздражения из двигательного аппарата.

*По виду воспринимаемых раздражений* различают хеморецепторы (рецепторы вкусовой и обонятельной сенсорных систем, хеморецепторы сосудов и внутренних органов); механорецепторы (проприорецепторы двигательной сенсорной системы, барорецепторы сосудов, рецепторы слуховой, вестибулярной, тактильной и болевой сенсорных систем); фоторецепторы (рецепторы зрительной сенсорной системы) и терморецепторы (рецепторы температурной сенсорной системы кожи и внутренних органов).

*По характеру связи с раздражителем* различают дистантные рецепторы, реагирующие на сигналы от удаленных источников и обуславливающие предупредительные реакции организма (зрительные и слуховые) и контактные, принимающие непосредственные воздействия (тактильные и др.).

*По структурным особенностям различают первичные и вторичные рецепторы.* Первичные рецепторы – это окончания чувствительных биполярных клеток, тело которых находится вне ЦНС, один отросток подходит к воспринимающей раздражение поверхности, а другой направляется в ЦНС (например, проприорецепторы, терморецепторы, обонятельные клетки). Вторичные рецепторы представлены специализированными рецепторами клетками, которые расположены между чувствительным нейроном и точкой приложения раздражителя (например, фоторецепторы глаза).

В первичных рецепторах энергия внешнего раздражителя непосредственно преобразуется в нервный импульс в одной и той же клетке. В периферическом окончании чувствительных клеток при действии раздражителя возникает повышение проницаемости мембраны и ее деполяризация, возникает местное возбуждение – рецепторный потенциал, который, достигнув пороговой величины, обуславливает появление потенциала действия, распространяемого по нервному волокну к нервным центрам.

Во вторичных рецепторах раздражитель вызывает появление рецепторного потенциала в клетке-рецепторе. Ее возбуждение приводит к выделению медиатора в пресинаптической части контакта клетки-рецептора с волокном чувствительного нейрона.

Местное возбуждение этого волокна отражается появлением возбуждающего постсинаптического потенциала или так называемого генераторного потенциала. При достижении порога возбудимости в волокне чувствительного нейрона возникает потенциал действия, несущий информацию в ЦНС. Таким образом, во вторичных рецепторах одна клетка – преобразует энергию внешнего раздражителя в рецепторный потенциал, а другая в генераторный потенциал и потенциал действия.

Главным свойством рецепторов является их избирательная чувствительность к адекватным раздражителям. Большинство рецепторов настроено на восприятие одного раздражителя — света, звука и т.п. К таким специфическим для них раздражителям чувствительность рецепторов чрезвычайно высока.

Другим свойством рецепторов является очень низкая величина порогов для адекватных раздражителей. Различают абсолютные и разностные (дифференциальные) пороги

Абсолютные пороги измеряются минимально ощущаемой величиной раздражителя. Дифференциальные пороги представляют собой минимальную разницу между двумя интенсивностями раздражителя, которая еще воспринимается организмом (различия в цветовых оттенках, яркости света, степени напряжения мышц, суставных углах и пр.).

Фундаментальным свойством рецепторов является адаптация, т.е. приспособляемость к условиям внешней среды. Адаптационные процессы охватывают не только рецепторы, но и все звенья сенсорных систем. Адаптация периферических элементов проявляется в том, что пороги возбуждения рецепторов не являются постоянной величиной. Путем повышения порогов возбуждения, т. е. снижения чувствительности рецепторов происходит приспособление к длительным монотонным раздражениям. Например, человек не ощущает постоянного давления на кожу своей одежды, не замечает непрерывного тикания часов.

Адаптация может сопровождаться как понижением, так и повышением возбудимости рецепторов. Так, при переходе из светлого помещения в темное происходит постепенное повышение возбудимости фоторецепторов глаза, и человек начинает различать слабо освещенные предметы — это так называемая темповая адаптация. Однако такая высокая возбудимость рецепторов оказывается чрезмерной при переходе в ярко освещенное помещение («свет режет глаза»). В этих условиях возбудимость фоторецепторов быстро снижается — происходит световая адаптация.

Нервная система тонко регулирует чувствительность рецепторов в зависимости от потребностей момента путем эфферентной регуляции рецепторов. В частности, при переходе от состояния покоя к мышечной работе чувствительность рецепторов двигательного аппарата заметно возрастает, что облегчает восприятие информации о состоянии опорно-двигательного аппарата (гамма-регуляция).

**Проводниковый отдел.** Нервный путь, связывающий рецептор с корковыми клетками, обычно состоит из четырех нейронов: первый, чувствительный нейрон расположен вне ЦНС - в спинномозговых узлах или узлах черепно-мозговых нервов; второй нейрон находится в спинном, продолговатом или среднем мозге; третий нейрон - в релейных ядрах таламуса (промежуточный мозг); четвертый нейрон представляет собой корковую клетку проекционной зоны коры больших полушарий.

### **Основные функции сенсорных систем**

1. Сбор и обработка информации о внешней и внутренней среде организма.
2. Осуществление обратных связей, информирующих нервные центры о результатах деятельности. Для уточнения и совершенствования различных действий человека, в первую очередь двигательных, ЦНС должна получать информацию о силе и длительности выполняемых сокращений мышцами, о скорости и точности перемещений тела или рабочих снарядов, об изменениях темпа движений, о степени достижения

поставленной цели и т.п. Без этой информации невозможно формирование и совершенствование двигательных навыков, в том числе спортивных, затруднено совершенствование техники выполняемых упражнений.

3. Поддержание нормального уровня (тонуса) функционального состояния мозга. Импульсация, идущая от различных рецепторов в кору больших полушарий как по специфическим, так и по неспецифическим путям, является существенным условием поддержания нормального уровня ее функционального состояния. Искусственное выключение органов чувств в специальных экспериментах на животных приводило к резкому снижению тонуса коры и засыпанию.

### ЗРИТЕЛЬНАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Зрительная сенсорная система служит для восприятия и анализа световых раздражений. Через нее человек получает до 80-90 % всей информации о внешней среде. Глаз человека воспринимает световые лучи лишь в видимой части спектра — в диапазоне от 400 до 800 нм.

Зрительная сенсорная система состоит из 3 отделов: 1) периферический отдел - глаз, в котором находятся фоторецепторы и тела 1-х (биполярных) и 2-х (ганглиозных) нейронов; 2) проводниковый отдел – зрительный нерв (вторая пара черепно-мозговых нервов), передает информацию третьим нейронам, часть которых расположена в переднем двухолмии среднего мозга, другая часть – в ядрах промежуточного мозга, так называемых наружных коленчатых телах; 3) корковый отдел – 4-е нейроны находятся в затылочной области коры больших полушарий.

Глазное яблоко представляет собой шаровидную камеру диаметром около 2,5см, содержащую светопроводящие среды – роговицу, влагу передней камеры, хрусталик и студнеобразную жидкость - стекловидное тело, назначение которых преломлять световые лучи и фокусировать их в области расположения рецепторов на сетчатке.

Стенками камеры служат 3 оболочки. Наружная непрозрачная оболочка - склера переходит спереди в прозрачную роговицу. Средняя сосудистая оболочка в передней части глаза образует ресничное тело и радужную оболочку, обуславливающую цвет глаз. В середине радужной оболочки (радужки) имеется отверстие - зрачок, регулирующий количество пропускаемых световых лучей. Диаметр зрачка регулируется зрачковым рефлексом, центр которого находится в среднем мозге.

Внутренняя сетчатая оболочка (сетчатка) или ретина, содержит фоторецепторы глаза — палочки и колбочки и служит для преобразования световой энергии в нервное возбуждение. Фоторецепторы глаза (палочки и колбочки) преобразуют световые раздражения в нервное возбуждение. Фоторецепция начинается в наружных сегментах этих клеток, где на специальных дисках, как на полочках, расположены молекулы зрительного пигмента (родопсин). Под действием света происходит ряд очень быстрых превращений и обесцвечивание зрительного пигмента. В ответ на стимул эти рецепторы, формируют рецепторный потенциал в виде тормозных изменений на мембране клетки. Т.е. на свету происходит гиперполяризация мембран рецепторных клеток, а в темноте - их деполяризация. При этом в соседних клетках происходят обратные изменения, что позволяет отделить светлые и темные точки пространства. Фотохимические реакции в наружных сегментах фоторецепторов вызывают изменения в мембранах остальной части рецепторной клетки, которые передаются первым нейронам, а затем и вторым нейронам, от которых нервные импульсы направляются в головной мозг.

Палочки, рассеянные преимущественно по периферии сетчатки (их 130 млн.), а колбочки, расположены преимущественно в центральной части сетчатки (их 7 млн.). Палочки обладают более высокой чувствительностью, чем колбочки, и являются органами сумеречного зрения. Они воспринимают черно-белое (бесцветное) изображение. Колбочки представляют собой органы дневного зрения. Они обеспечивают цветное

зрение. Существует 3 вида колбочек у человека, воспринимающих преимущественно красный, зеленый и сине-фиолетовый цвет. Разная их цветовая чувствительность определяется различиями в зрительном пигменте. Комбинации возбуждения этих приемников разных цветов дают ощущения всей гаммы цветовых оттенков, а равномерное возбуждение всех трех типов колбочек — ощущение белого цвета.

Основными преломляющими средами глаза человека являются роговица и хрусталик. Лучи, идущие из бесконечности через центр роговицы и хрусталика (т. е. через главную оптическую ось глаза) перпендикулярно к их поверхности, не испытывают преломления. Все остальные лучи преломляются и сходятся внутри камеры глаза в одной точке — фокусе. Приспособление глаза к четкому видению различно удаленных предметов (его фокусирование) называется аккомодацией. Этот процесс у человека осуществляется за счет изменения кривизны хрусталика.

### **Характеристики зрительного анализатора**

*Ближняя точка ясного видения* с возрастом отодвигается (от 7 см в 7-10 лет до 75 см в 60 лет и более), так как снижается эластичность хрусталика и ухудшается аккомодация. Возникает старческая дальнозоркость. В норме длинник глаза соответствует преломляющей силе глаза. Однако у 35% людей имеются нарушения этого соответствия. В случае близорукости длинник глаза больше нормы и фокусировка лучей происходит перед сетчаткой, а изображение на сетчатке становится расплывчатым. В дальнозорком глазу, наоборот, длинник глаза меньше нормы и фокус располагается за сетчаткой. В результате изображение на сетчатке тоже расплывчато.

*Остротой зрения* называется способность различать отдельные объекты. Она измеряется минимальным углом, при котором две точки воспринимаются как отдельные - примерно 0.5 угловой минуты. В центре сетчатки колбочки имеют более мелкие размеры и расположены гораздо плотнее, поэтому способность к пространственному различению здесь в 4-5 раз выше, чем на периферии сетчатки. Следовательно, центральное зрение отличается более высокой остротой зрения, чем периферическое зрение. Для детального разглядывания предметов человек поворотом головы и глаз перемещает их изображение в центр сетчатки.

*Поле зрения* называется часть пространства, видимая при неподвижном положении глаза. Для черно-белых сигналов поле зрения обычно ограничено строением костей черепа и положением в глазницах глазных яблок. Для цветных раздражителей поле зрения меньше, так как воспринимающие их колбочки находятся в центральной части сетчатки. Наименьшее поле зрения отмечается для зеленого цвета. При утомлении поле зрения уменьшается.

Человек обладает *бинокулярным зрением*, т.е. зрением двумя глазами. Такое зрение важно при восприятии глубины пространства, особенно на близких расстояниях. Четкость такого восприятия (глазомер) обеспечивается хорошей координацией движения обоих глаз, которые должны точно наводиться на рассматриваемый объект. В этом случае его изображение попадает на идентичные точки сетчатки (одинаково удаленные от центра сетчатки) и человек видит одно изображение. Четкий поворот глазных яблок зависит от работы наружных мышц глаза - его глазодвигательного аппарата (четырёх прямых и двух косых мышц), другими словами, от мышечного баланса глаза. Однако идеальный мышечный баланс глаза или ортофория имеется лишь у 40% людей. Его нарушение возможно в результате утомления, действия алкоголя и пр., а также как следствие дисбаланса мышц, что приводит к нечеткости и раздвоению изображения (гетерофория). При небольших нарушениях сбалансированности мышечных усилий наблюдается небольшое скрытое (или физиологическое) косоглазие, которое в бодром состоянии человек компенсирует волевой регуляцией, а при значительных - явное косоглазие.

Глазодвигательный аппарат имеет важное значение в восприятии скорости движения, которую человек оценивает либо по скорости перемещения изображения по

сетчатке неподвижного глаза, либо по скорости движения наружных мышц глаза при следящих движениях глаза. Изображение, которое видит человек двумя глазами, прежде всего определяется его ведущим глазом. Ведущий глаз обладает более высокой остротой зрения, мгновенным и особенно ярким восприятием цвета, более обширным полем зрения, лучшим ощущением глубины пространства. При прицеливании воспринимается лишь то, что входит в поле зрения этого глаза. В целом, восприятие объекта в большей мере обеспечивается ведущим глазом, а восприятие окружающего фона - неведущим глазом.

## СЛУХОВАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Слуховая сенсорная система служит для восприятия и анализа звуковых колебаний внешней среды.

Слуховая сенсорная система состоит из следующих разделов:

- 1) периферический отдел - состоящий из наружного, среднего и внутреннего уха;
- 2) проводниковый отдел - первый нейрон проводникового отдела, получает возбуждение от рецепторов внутреннего уха, отсюда информация поступает по слуховому нерву ко второму нейрону в продолговатом мозге и после перекреста часть волокон идет к третьему нейрону в заднем двухолмии среднего мозга, а часть к ядрам промежуточного мозга - внутреннему коленчатому телу;
- 3) корковый отдел - представлен четвертым нейроном, который находится в первичном (проекционном) слуховом поле в височной области коры больших полушарий и обеспечивает возникновение ощущения, а более сложная обработка звуковой информации происходит в расположенном рядом вторичном слуховом поле, отвечающем за формирование восприятия и опознание информации. Полученные сведения поступают в третичное поле нижнетеменной зоны, где интегрируются с другими формами информации.

Звуковые колебания улавливаются ушными раковинами и передаются по наружному слуховому проходу к барабанной перепонке. Улавливание звука и весь процесс слушания двумя ушами – так называемый бинауральный слух – имеет значение для определения направления звука. Колебания от барабанной перепонки через среднее ухо передают соединенные друг с другом 3 слуховые косточки – молоточек, наковальня и стремечко, а последнее через перепонку овального окна передает эти колебания жидкости, находящейся во внутреннем ухе, - перилимфе. Благодаря слуховым косточкам амплитуда колебаний уменьшается, а сила их увеличивается, что позволяет приводить в движение столб жидкости во внутреннем ухе.

Восприятие звука основано на двух процессах, происходящих в улитке: 1) разделение звуков различной частоты по месту их наибольшего воздействия на основную мембрану улитки и 2) преобразование рецепторными клетками механических колебаний в нервное возбуждение.

Звуковые колебания, поступающие во внутреннее ухо через овальное окно, передаются перилимфе, а колебания этой жидкости приводят к смещениям основной мембраны. От высоты звука зависит высота столба колеблющейся жидкости и соответственно место наибольшего смещения основной мембраны: звуки высокой частоты дают наибольший эффект на начале основной мембраны, а низких частот - доходят до вершины улитки. Таким образом, при различных по частоте звуках возбуждаются разные волосковые клетки и разные нервные волокна, т. е. осуществляется пространственный код. Увеличение силы звука приводит к увеличению числа возбужденных волосковых клеток и нервных волокон, что позволяет различать интенсивность звуковых колебаний.

Звуковые колебания улавливаются ушными раковинами и передаются по наружному слуховому проходу к барабанной перепонке. Улавливание звука и весь процесс слушания двумя ушами – так называемый *бинауральный слух* – имеет значение для определения направления звука. Звуковые колебания, идущие сбоку, доходят до

ближайшего уха на 0.0006с раньше, чем до другого. Этой ничтожной разницы во времени прихода звука к обоим ушам достаточно, чтобы определить его направление.

Различают костную и воздушную проводимость звука. В обычных условиях у человека преобладает воздушная проводимость. В случае костной проводимости звуковые колебания передаются через кости черепа непосредственно улитке (например, при нырянии, подводном плавании). Человек обычно воспринимает звуки с частотой от 15 до 20000 Гц.

### ВЕСТИБУЛЯРНАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Вестибулярная сенсорная система служит для анализа положения и движения тела в пространстве. Это одна из древнейших сенсорных систем, развившаяся в условиях действия силы тяжести на земле. Импульсы вестибулярного аппарата используются в организме для поддержания равновесия тела, для регуляции и сохранения позы, для пространственной организации движений человека.

Вестибулярная сенсорная система состоит из следующих отделов: 1) периферический отдел включает два образования, содержащие механорецепторы вестибулярной системы – преддверие (мешочек и маточка) и полукружные каналы; 2) проводниковый отдел - начинается от рецепторов волокнами биполярной клетки (первого нейрона) вестибулярного узла, другие отростки этих нейронов образуют вестибулярный нерв и вместе со слуховым нервом в составе 8-ой пары черепно-мозговых нервов входят в продолговатый мозг; в вестибулярных ядрах продолговатого мозга находятся вторые нейроны, импульсы от которых поступают к третьим нейронам в таламусе (промежуточный мозг); 3) корковый отдел представляют четвертые нейроны, часть которых находится в проекционном (первичном) поле вестибулярной системы в височной области коры, а другая часть – в непосредственной близости к пирамидным нейронам моторной области коры и в постцентральной извилине.

Периферический отдел вестибулярной сенсорной системы находится во внутреннем ухе. Каналы и полости в височной кости образуют костный лабиринт вестибулярного аппарата, который частично заполнен перепончатым лабиринтом. Между костным и перепончатым лабиринтами находится жидкость – перилимфа, а внутри перепончатого лабиринта – эндолимфа.

*Аппарат преддверия*, содержащий отолитовые приборы, предназначен для анализа действия силы тяжести при изменениях положения тела в пространстве и ускорений прямолинейного движения. Механорецепторы отолитовых приборов представляют собой волосковые клетки. Они склеены студнеобразной массой, образующей поверх волосков отолитовую мембрану, в которой находятся кристаллы углекислого кальция - отолиты. В маточке отолитовая мембрана расположена в горизонтальной плоскости, а в мешочке она согнута и находится во фронтальной и сагиттальной плоскостях. При изменении положения головы и тела, а также при вертикальных или горизонтальных ускорениях отолитовые мембраны свободно перемещаются под действием силы тяжести во всех трех плоскостях, натягивая, сжимая или сгибая при этом волоски механорецепторов. Чем больше деформация волосков, тем выше частота афферентных импульсов в волокнах вестибулярного нерва.

*Аппарат полукружных каналов* служит для анализа действия центробежной силы при вращательных движениях. Адекватным его раздражителем является угловое ускорение. Три дуги полукружных каналов расположены в трех взаимно перпендикулярных плоскостях: передняя – во фронтальной плоскости, боковая – в горизонтальной, задняя – в сагиттальной. В одном из концов каждого канала имеется расширение – ампула. Находящиеся в ней волоски чувствительных клеток склеены в гребешок – ампулярную купулу. Она представляет собой маятник, который может отклоняться в результате разности давления эндолимфы на противоположные поверхности купулы. При вращательных движениях в результате инерции эндолимфа отстаёт от движения костной части и оказывает давление на одну из поверхностей

купулы. Отклонение купулы изгибает волоски рецепторных клеток и вызывает появление нервных импульсов в вестибулярном нерве. Вращения или наклоны в одну сторону увеличивают афферентную импульсацию, а в другую сторону - уменьшают ее. Это позволяет различать направление прямолинейного или вращательного движения.

Вестибулярная сенсорная система связана со многими центрами спинного и головного мозга и вызывает ряд вестибуло-соматических и вестибуло-вегетативных рефлексов. Вестибулярные раздражения вызывают установочные рефлексы изменения тонуса мышц, лифтные рефлексы, а также особые движения глаз, направленные на сохранение изображения на сетчатке, – *нистагм* (движения глазных яблок со скоростью вращения, но в противоположном направлении, затем быстрое возвращение к исходной позиции и новое противоположное вращение).

Помимо основной анализаторной функции, важной для управления позой и движениями человека, вестибулярная сенсорная система оказывает разнообразные побочные влияния на многие функции организма, которые возникают в результате иррадиации возбуждения на другие нервные центры при низкой устойчивости вестибулярного аппарата. Его раздражение приводит к снижению возбудимости зрительной и кожной сенсорных систем, ухудшению точности движений. Вестибулярные раздражения приводят к нарушениям координации движений и походки, изменениям частоты сердцебиения и артериального давления, увеличению времени двигательной реакции и снижению частоты движений, ухудшению чувства времени, изменению психических функций — внимания, оперативного мышления, кратковременной памяти, эмоциональных проявлений. В тяжелых случаях возникают головокружения, тошнота, рвота. Повышение устойчивости вестибулярной системы достигается в большей мере активными вращениями человека, чем пассивными.

### **ДВИГАТЕЛЬНАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА**

Двигательная сенсорная система служит для анализа состояния двигательного аппарата - его движения и положения. О степени сокращения скелетных мышц, натяжении сухожилий, изменении суставных углов, что необходимо для регуляции двигательных актов и поз.

Двигательная сенсорная система состоит из следующих 3-х отделов: 1) периферический отдел, представленный проприорецепторами, расположенными в мышцах, сухожилиях и суставных сумках; 2) проводниковый отдел, который начинается биполярными клетками (первыми нейронами), тела которых расположены вне ЦНС – в спинномозговых узлах. Один их отросток связан с рецепторами, другой входит в спинной мозг и передает проприоцептивные импульсы ко вторым нейронам в продолговатый мозг (часть путей от проприорецепторов направляется в кору мозжечка), а далее к третьим нейронам - релейным ядрам таламуса (в промежуточный мозг); 3) корковый отдел находится в передней центральной извилине коры больших полушарий.

К проприорецепторам относятся мышечные веретена, сухожильные органы (или органы Гольджи) и суставные рецепторы (рецепторы суставной капсулы и суставных связок). Все эти рецепторы представляют собой механорецепторы, специфическим раздражителем которых является их растяжение.

*Мышечные веретена* прикрепляются к мышечным волокнам параллельно - один конец к сухожилию, а другой - к волокну. Внутри веретена содержится несколько (от 2 до 14) тонких внутриверетенных или так называемых интрафузальных мышечных волокон. Интрафузальные волокна подразделяются на два типа: 1) длинные, толстые, которые связаны с наиболее толстыми и быстропроводящими афферентными нервными волокнами - они информируют о динамическом компоненте движения (скорости изменения длины мышцы) и 2) короткие, тонкие, информирующие о статическом компоненте (удерживаемой в данный момент длине мышцы). Окончания афферентных нервных волокон намотаны на интрафузальные волокна рецептора. При растяжении скелетной

мышцы происходит растяжение и мышечных рецепторов, которое деформирует окончания нервных волокон и вызывает появление в них нервных импульсов. Частота проприоцептивной импульсации возрастает с увеличением растяжения мышцы, а также при увеличении скорости ее растяжения. Тем самым нервные центры информируются о скорости растяжения мышцы и ее длине. Вследствие малой адаптации импульсация от мышечных веретен продолжается в течение всего периода поддержания растянутого состояния, что обеспечивает постоянную осведомленность центров о длине мышцы. Чем более тонкие и координированные движения осуществляют мышцы, тем больше в них мышечных веретен.

*Сухожильные органы* расположены в месте перехода мышечных волокон в сухожилия. Растяжение и возбуждение сухожильных механорецепторов происходит при напряжении мышц. Таким образом, в отличие от мышечных веретен, сухожильные рецепторы информируют нервные центры о степени напряжения мышц и скорости его развития. Суставные рецепторы информируют о положении отдельных частей тела в пространстве и относительно друг друга. Одни суставные рецепторы посылают информацию о величине суставного угла, т.е. о положении сустава. Другие суставные рецепторы возбуждаются только в момент движения в суставе, т.е. посылают информацию о скорости движения. Частота их импульсации возрастает с увеличением скорости изменения суставного угла.

Сигналы, идущие от рецепторов мышечных веретен, сухожильных органов, суставных сумок и тактильных рецепторов кожи, называют кинестетическими, т.е. информирующими о движении тела. Их участие в произвольной регуляции движений различно. Сигналы от суставных рецепторов вызывают заметную реакцию в коре больших полушарий и хорошо осознаются. Благодаря им человек лучше воспринимает различия при движениях в суставах, чем различия в степени напряжения мышц при статических положениях или поддержании веса. Сигналы же от других проприорецепторов, поступающие преимущественно в мозжечок, обеспечивают бессознательную регуляцию, подсознательный контроль движений и поз.

## ПРОЧИЕ СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ

**Тактильная сенсорная система** предназначена для анализа давления и прикосновения. Ее рецепторы находятся в верхних и нижних слоях кожи, в кожных сосудах, в основаниях волос. Особенно их много на пальцах рук и ног, ладонях, подошвах, губах. Это механорецепторы, реагирующие на растяжение, давление и вибрацию.

**Температурная рецепция** осуществляется холодowymi и тепловыми рецепторами. При температуре кожи 31-37°C эти рецепторы почти неактивны. Ниже этой границы холодные рецепторы активизируются пропорционально падению температуры, затем их активность падает и совсем прекращается при +12°C. При температуре выше 37°C активизируются тепловые рецепторы, достигая максимальной активности при +43°C, затем резко прекращают ответы.

**Болевая рецепция** не имеет специальных воспринимающих образований. Болевые раздражения воспринимаются свободными нервными окончаниями, а также возникают при сильных температурных и механических раздражениях в соответствующих термо- и механо-рецепторах. Температурные и болевые раздражения передаются в спинной мозг, оттуда в промежуточный мозг и в соматосенсорную область коры.

Во внутренних органах имеется множество рецепторов, воспринимающих давление - барорецепторы сосудов, кишечного тракта и др., изменения химизма внутренней среды - хеморецепторы, ее температуры - терморецепторы, осмотического давления, болевые раздражения. С их помощью, безусловно рефлекторным путем, регулируется постоянство различных констант внутренней среды (поддержание гомеостаза), ЦНС информируется об изменениях во внутренних органах. Информация от интерорецепторов через

блуждающий, чревный и тазовый нервы поступает в промежуточный мозг и далее в лобные и другие области коры головного мозга. Деятельность этих рецепторов практически не осознается, она мало локализована, однако при сильных раздражениях они хорошо ощущаются. Они участвуют в формировании сложных ощущений — жажды, голода и др.

**Обонятельная и вкусовая сенсорные системы** предназначены для восприятия и анализа химических раздражений, поступающих из внешней среды. Хеморецепторы обоняния находятся в обонятельном эпителии верхних носовых ходов и передают информацию через решетчатую кость черепа к клеткам обонятельной луковицы мозга и далее через обонятельный тракт к обонятельным зонам коры. Различные рецепторы избирательно реагируют на разные молекулы пахучих веществ, возбуждаясь лишь теми молекулами, которые являются зеркальной копией поверхности рецептора. Они воспринимают эфирный, камфарный, мятный, мускусный и др. запахи, причем к некоторым веществам чувствительность необычайно высока.

Хеморецепторы вкуса расположены в эпителии языка, задней стенке глотки и мягкого неба. Микроворсинки рецепторных клеток реагируют на растворенные в воде вещества. Их сигналы поступают через волокна лицевого и языкоглоточного нервов (продолговатый мозг) в таламус и далее в соматосенсорную область коры. Рецепторы разных частей языка воспринимают четыре основных вкуса: горького (задняя часть языка), кислого (края языка), сладкого (передняя часть языка) и соленого (передняя часть и края языка). Между вкусовыми ощущениями и химическим строением вещества отсутствует строгое соответствие, так как вкусовые ощущения могут изменяться при заболевании, беременности, условно-рефлекторных воздействиях, изменениях аппетита.

Эффективность выполнения спортивных упражнений во многом зависит от процессов восприятия и переработки сенсорной информации. Эти процессы обуславливают как наиболее рациональную организацию двигательных актов, так и совершенство тактического мышления спортсмена. Четкое восприятие пространства и пространственная ориентация движений обеспечиваются функционированием зрительной, слуховой, вестибулярной, кинестетической рецепции. Оценка временных интервалов и управление временными параметрами движений базируются на проприоцептивных и слуховых ощущениях. Вестибулярные раздражения при поворотах, вращениях, наклонах и т. п. заметно влияют на координацию движений и проявление физических качеств, особенно при низкой устойчивости вестибулярного аппарата. На основе взаимодействия сенсорных систем у спортсменов вырабатываются комплексные представления, сопровождающие его деятельность в избранном виде спорта - «чувство» льда, снега, воды и т.п. При этом в каждом виде спорта имеются наиболее важные — ведущие сенсорные системы, от активности которых в наибольшей мере зависит успешность выступлений спортсмена.

## 2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

### РАБОТА 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** освоить методику, определить и сравнить остроту зрения каждого глаза двух испытуемых.

**ХОД РАБОТЫ:** остроту зрения определяют наименьшим расстоянием между двумя точками, которое глаз в состоянии различить.

Стандартные таблицы (Головина или Сивцева) помещают в прибор Ротта или на хорошо освещенное место. Таблицы содержат двенадцать строк букв или каких-либо других знаков разной величины, уменьшающихся от верхней к нижней строке по своему размеру.

Исследования проводят, выдерживая расстояние от испытуемого до таблицы, равное пяти метрам. Измерения выполняют для каждого глаза отдельно. Определение начинают с самой верхней строки.

Остроту зрения вычисляют по последней сверху строке, буквы которой испытуемый называет без ошибок.

Формула для расчёта остроты зрения:  $V = d/D$   
где V-острота зрения;

d-расстояние от испытуемого до таблицы, которое должно быть равно пяти метрам;

D-расстояние, с которого данная строка правильно читается при нормальном зрении.

*Примечание:* в левой части каждой строки указано то расстояние, с которого крайние точки каждой буквы данной строки видны под углом 60 секунд, то есть значения «D». А значения «V», рассчитанные по указанной выше формуле, приведены с правой стороны каждой строки.

**ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ:** при  $V=1,0$  острота зрения **НОРМАЛЬНАЯ**;

при 0,9 и меньше - **ПОНИЖЕННАЯ**;

при 1,5 или 2,0 - **ПОВЫШЕННАЯ**.

**ЗАДАНИЕ:**

Первый испытуемый .....

Правый глаз читает сверху строку.

D= .. ..... V=

Левый глаз читает сверху строку.

D= .. ..... V=

Второй испытуемый .....

Правый глаз читает сверху строку.

D= .. ..... V=

Левый глаз читает сверху строку.

D= .. ..... V=

**ВЫВОДЫ:**

-оценить остроту зрения

у первого испытуемого правый глаз имеет..... остроту зрения;

левый глаз имеет ..... остроту зрения.

У второго испытуемого правый глаз имеет .....остроту зрения;

левый глаз имеет ..... остроту зрения.

- сравнить остроту зрения каждого испытуемого

- сравнить остроту зрения двух испытуемых

## РАБОТА 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЯ ЗРЕНИЯ

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** овладеть методикой определения поля зрения, получить и оценить результаты; убедиться в том, что для белого, красного и зелёного цвета величина поля зрения различна.

**ХОД РАБОТЫ:** полем зрения называют часть пространства, одновременно видимого периферическим зрением. Различия полей зрения обусловлены индивидуальными анатомическими особенностями расположения рецепторов на сетчатке и параметрами их функционирования (также индивидуальными).

Для измерения величины поля зрения используют периметр Фостера.

Испытуемый располагается спиной к источнику света и закрывает наглазником один глаз. Подбородок помещают на подставку, вертикальное положение которой можно регулировать. Критерий положения подставки - положение пластмассовой верхушки штатива. Она должна касаться нижнего края глаза и при этом не ограничивать зрение.

Испытуемый исследуемым глазом фиксирует белый кружок в центре дуги периметра. Дугу устанавливают в вертикальное положение.

Экспериментатор медленно ведёт фишку (марку) с наружного края дуги ( $90^\circ$ ) к центру ( $0^\circ$ ). В тот момент, когда фишка появляется в поле зрения испытуемого, он подаёт сигнал «вижу». Результат, полученный с помощью периметра, переносят на бланк или самостоятельно выполненную его копию (см. далее).

Таким же образом выполняют измерения, используя вторую половину дуги. Затем её положение меняют, например, на горизонтальное или под углом, величину которого можно определить по шкале, расположенной с обратной (выпуклой) стороны дуги. Получив достаточное количество результатов, точки, перенесённые на бланк, соединяют прямыми линиями.

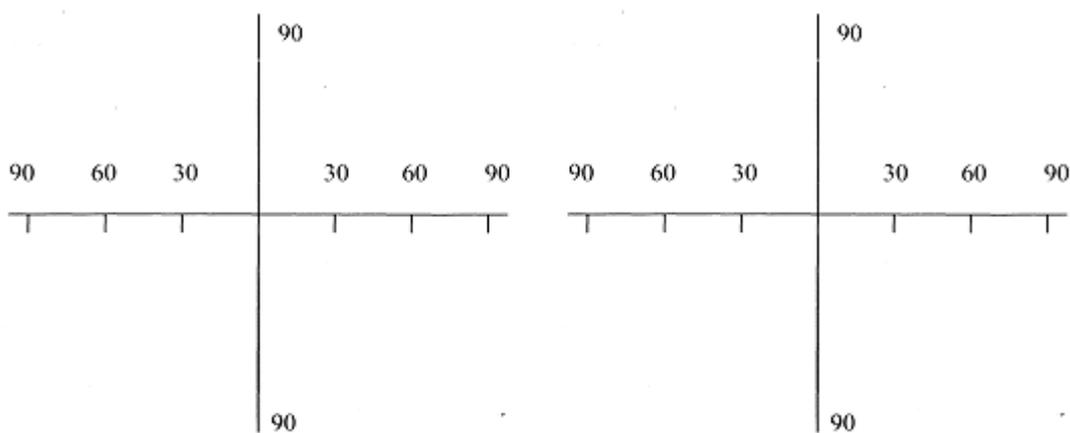
Белую фишку меняют на цветную и опыт повторяют. В том случае, когда заранее планируют определение поля зрения для неокрашенных и цветных объектов, после сигнала «вижу» испытуемый должен назвать тот цвет, в который, по его мнению, окрашена фишка, но не ранее, чем этот цвет станет для него различим. Цвет фишки испытуемому заранее не сообщают! Полученные результаты переносят на тот же бланк и соединяют показатели прямыми линиями отдельно для каждого цвета.

В начале или конце эксперимента следует самостоятельно перенести со стандартного бланка границы нормального поля зрения. Для правого и левого глаза они являются зеркальным отражением. Для левого глаза по часовой стрелке с нижнего результата вертикальной дуги: 60, 48, 53, 61. 43, 62, 90, 90.

*Примечание:* желательно при оформлении результатов работы использовать цветные карандаши: красный, зелёный, чёрный (при изображении результатов, полученных для белого цвета) и синий (для изображения границ нормального поля зрения).

**ЗАДАНИЕ:**

На каждую из осей нанести по 9 делений (от  $0^\circ$  до  $90^\circ$ ), используя масштаб горизонтальной оси.



Поле зрения левого глаза

Поле зрения правого глаза

**ВЫВОДЫ.** Сравнить поле зрения со среднестатистической нормой, перенесённой самостоятельно с фирменного бланка. От чего зависит величина поля зрения? Почему поле зрения, в котором различим цвет, меньше поля зрения для белого цвета?

### РАБОТА 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЛИЖАЙШЕЙ ТОЧКИ ЯСНОГО ВИДЕНИЯ

*Ближняя точка ясного видения* – это точка, находящаяся на наименьшем расстоянии от глаза, при котором объект воспринимается еще отчетливо. Значение ближайшей точки ясного видения подвержено возрастным изменениям. В норме в 10 лет оно составляет 7 см, в 20 лет - 10 см, в 30 лет - 14 см, в 40 лет - 22 см, в 50 лет - 40 см, в 60 лет - 100 см.

*Дальняя точка ясного видения* – это точка, находящаяся на максимально далеком расстоянии от глаза, при котором объект воспринимается довольно четко. Условно дальнюю точку ясного видения принимают за 5 м.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** освоить методику определения ближайшей точки ясного видения и получить результаты измерения.

**ХОД РАБОТЫ:** держа открытую книгу перед глазом (второй закрыт) постепенно приближают её до тех пор, пока не перестают различаться буквы. То расстояние между книгой и глазом, с которого буквы читаются, называют ближайшей точкой малого видения.

**ЗАДАНИЕ:** Записать полученный результат.

### РАБОТА 4. ПРОБА НА КОСОГЛАЗИЕ

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** освоить методику и проверить наличие косоглазия у каждого из студентов группы.

**ХОД РАБОТЫ:** испытуемый пристально смотрит на небольшой предмет, расположенный на расстоянии полуметра от его глаз. Экспериментатор закрывает один глаз испытуемому, а через некоторое время быстро переводит экран на другой глаз. Если открываемый глаз совершает движение вправо или влево, это свидетельствует о косоглазии. Если же глаз остаётся неподвижен, косоглазия отсутствует.

**ЗАДАНИЕ (неверное зачеркнуть):**

Испытуемый.....

Правый глаз:      движение замечено      движение не замечено

Левый глаз:              движение замечено      движение не замечено

Испытуемый.....  
Правый глаз: движение замечено движение не замечено  
Левый глаз: движение замечено движение не замечено  
ВЫВОДЫ:

## **РАБОТА 5. БИНОКУЛЯРНОЕ ЗРЕНИЕ И МЕТОДЫ ЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: проверка бинокулярного зрения.

ХОД РАБОТЫ:

А) Самый простой пробой является проба с появлением двоения в результате смещения глаза пальцем. На глаз не сильно надавливают пальцем через веко.

Б) Опыт Соколова проводится следующим образом. К глазу исследуемого приставляется трубка (свернутая из плотной бумаги), через которую он смотрит вдаль. Со стороны раскрытого глаза к концу трубки исследуемый приставляет свою ладонь. В случае нормального бинокулярного зрения испытуемый увидит в центре ладони отверстие, через которое видно то, что видит глаз, смотрящий через трубку.

ВЫВОДЫ: Сделайте выводы о наличии или отсутствии бинокулярного зрения у испытуемого.

## **РАБОТА 6. ИССЛЕДОВАНИЕ ЦВЕТООЩУЩЕНИЯ**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: исследование цветоощущения

ХОД РАБОТЫ

Тестирование проводится в условиях хорошего освещения. Таблицы Рабкина состоят из кружков основного и дополнительного цветов. Из кружков основного цвета разной насыщенности и яркости составлены цифры, буквы или фигуры. Испытуемый должен распознать нарисованную из кружков основного цвета цифру, букву или фигуру.

Длительность предъявления каждой таблицы не более 10 с.

ВЫВОДЫ: По результатам работы сделайте заключение о состоянии у испытуемого функции цветоощущения (нормальная трихромазия, цветовая аномалия, определенный вид дихромазии, ахромазия, видение в определенном цвете).

## **РАБОТА №. 7. ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТАЦИИ К ТЕМПЕРАТУРЕ СРЕДЫ**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: выявление адаптации терморцепторов кожи.

ХОД РАБОТЫ:

Приготовьте три сосуда: с горячей (40-45°C), теплой (25-30°C) и холодной (10-15°C) водой. Опустите указательный палец правой руки в холодную воду, а указательный палец левой руки – в горячую. Зафиксируйте время, за которое пальцы привыкли к воде. Обычно к горячей воде привыкание происходит быстрее, чем к холодной.

Затем по очереди перенесите пальцы в стакан с теплой водой.

ВЫВОДЫ: Сделайте вывод об ощущении температуры в зависимости от предварительного согревания или охлаждения кожи.

## **РАБОТА №. 8. ВИБРАЦИОННАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: оценить вибрационную чувствительность на различных участках тела.

ХОД РАБОТЫ: Чувствительность к вибрации обычно исследуют с помощью камертона. Основание вибрирующего с низкой частотой камертона прикладывают к выступающему под кожей участку кости, и испытуемый указывает, сколько времени продолжалось ощущение вибрации.

Перед использованием камертон необходимо протереть спиртовым раствором. Последовательно прикладываете камертон к шиловидному отростку височной кости, запястью и лодыжке испытуемого. Зафиксируйте наличие ощущения вибрации и время до прекращения ощущения.

Заполните таблицу результатами, полученными у всех студентов группы. Сравните результаты и сделайте выводы.

*Таблица*

Время ощущения вибрации в секундах			
№ испытуемого	Шиловидный отросток	Запястье	Лодыжка
1			
2			
3...			

**ВЫВОДЫ:**

### **РАБОТА №. 9. ИССЛЕДОВАНИЕ ТАКТИЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ.** Определить порог тактильной чувствительности на различных участках тела.

**ХОД РАБОТЫ.**

Испытуемого, сидящего на стуле, просят закрыть глаза. Циркулем Вебера, с максимально сведенными ножками, прикасаются к различным участкам кожи (кончики пальцев, рук, ладони, предплечье, плечо, спина). При этом, следят за тем, чтобы обе ножки прикасались к коже одновременно и с одинаковым давлением.

Продолжают прикосновения к различным участкам кожи испытуемого в заранее избранной последовательности, постепенно раздвигая ножки циркуля (прибавляя каждый раз по 1 мм).

Измеряют при каком расстоянии между ножками циркуля и на каком участке кожи испытуемый впервые различает двойные прикосновения. Данные внесите в таблицу.

*Таблица Показатели пространственной тактильной чувствительности кожи*

Исследуемые участки	Пространственный порог чувствительности, мм

**ВЫВОДЫ:** Сравните полученные результаты и объясните их различия.

### **РАБОТА №. 10. ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТАЦИИ КОЖНОГО АНАЛИЗАТОРА**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** определить зависимость времени наступления адаптации от массы груза.

**ХОД РАБОТЫ:** Испытуемый сидит на стуле, закрыв глаза. Инструкция испытуемому: «Сидите спокойно с закрытыми глазами. На тыльную поверхность ладони Вам положат груз. Ваша задача состоит в том, чтобы как можно быстрее сообщить экспериментатору об исчезновении ощущения давления груза на кожную поверхность».

На тыльную поверхность ладони кладете груз массой 20 г. Фиксируете время исчезновения ощущения давления. Затем снимите груз. Через 60-90 секунд повторяете опыт, увеличивая массу груза (50, 100, 200 г).

По полученным результатам строите график зависимости времени наступления адаптации от массы груза, т.е. силы кожного раздражения.

**ВЫВОДЫ:**

## **РАБОТА №. 11. ОПЫТ АРИСТОТЕЛЯ**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** изучить воздействие на человека комплексных раздражителей.

**ХОД РАБОТЫ:**

1. Положите на стол шарик диаметром 5-7 мм. Прикоснитесь к нему подушечками указательного и среднего пальцев одновременно и покатайте по столу.

2. Перекрестите пальцы и прикоснитесь к шару так, чтобы он оказался между перекрещенными пальцами и вновь покатайте его по столу. В первом случае возникает ощущение одного шарика, во втором — двух.

3. Перекрещенными пальцами дотроньтесь до кончика носа. Возникает ощущение двух кончиков носа.

**ВЫВОДЫ:** Опишите свои ощущения при проведении опыта. Объясните данное явление.

## **РАБОТА №. 12. ПРОВЕРКА ВЕСТИБУЛЯРНОГО АППАРАТА**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** оценить состояние вестибулярного аппарата у испытуемых

**ХОД РАБОТЫ:**

1) **Тест Бондаревского:** стойка на одной ноге, другая согнута и её пятка касается коленного сустава опорной ноги, руки на поясе, голова прямо. Упражнение выполняется с закрытыми и открытыми глазами. Отсчет времени начинается после принятия устойчивого положения, а прекращается в момент потери равновесия.

Примерные нормативы: удержание позы с закрытыми глазами 16 с., с открытыми - 44 с.

2) **Проба Яроцкого.** Основная стойка, глаза закрыты, непрерывное вращение головы в одну сторону в темпе - два движения в секунду. Отсчитывается время от начала движения головы до момента потери равновесия.

Оценка удержания: 35 с. - отлично; 20 с. - хорошо; 16 с. - удовлетворительно.

**3) Упражнения-тесты для оценки вестибулярной устойчивости:**

1. Стопы на одной линии, пальцы левой ноги упираются в пятку правой, руки на поясе. Стоять с закрытыми глазами 15 секунд.

2. Стоя на носках, руки на поясе. Быстро наклонять голову вправо и влево, 10 раз в каждую сторону.

3. Стоя на носках, руки на поясе. Быстро наклонять голову вперед-назад, 10 раз туда и обратно.

4. Стопы на одной линии, пальцы левой ноги упираются в пятку правой, руки на поясе. Выполнять наклоны туловища вправо-влево 5 - 6 раз.

Если все упражнения удалось выполнить легко и четко, значит, вестибулярный аппарат функционирует нормально. Если же вы не смогли выполнить упражнения и при этом возникли головокружение, тошнота - это свидетельство того, что вестибулярный аппарат нуждается в тренировке.

*Рекомендации к выполнению работы.* Проведите тесты, результаты запишите в тетрадь, сделайте выводы.

**ВЫВОДЫ:**

### **РАБОТА №. 13. ИЗМЕНЕНИЕ КООРДИНАЦИИ ДВИЖЕНИЙ ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ ВЕСТИБУЛЯРНОГО АППАРАТА**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** оценить изменение координации движений при возбуждении вестибулярного аппарата.

**ХОД РАБОТЫ:** Предварительно проводится от кресла Барани на полу мелом широкая линия длиной 5-7 метров. Испытуемый проходит по линии до начала вращения, визуально фиксируются начальные отклонения от линии при прохождении по ней. В тетради рисуется схема движения испытуемого по линии.

Затем испытуемый садится в кресло и его вращают с вертикальным положением головы по часовой стрелке (20 оборотов со скоростью 1 оборот в секунду). После этого кресло останавливают и предлагают испытуемому повторно пройти по прямой линии. На схеме фиксируют степень и устойчивость отклонения от прямой линии (направление, неровность походки, степень отклонения от линии).

После 10-15 минутного перерыва проделывают тот же тест после вращения против часовой стрелки, а также после вращения с различными наклонами головы.

Далее оценивают нарушение координации движений в сравнении с начальными данными в баллах.

«0» - не наблюдается значительных отклонений от контрольной траектории движения, не более 0.5 метров в сторону противоположную вращению.

«1» - отклонения от начальной траектории больше 0.5, но меньше 1,5 метра от линии движения, незначительная дезориентация в пространстве.

«2» - отклонения от начальной траектории более 1.5 метров, наблюдается шаткость походки, дезориентация в пространстве.

«3» - испытуемый не может двигаться, падает, требуется помощь посторонних.

*Примечание.* Варианты функциональных проб в отсутствии кресла Барани: испытуемый должен совершать равномерные вращательные движения на месте до ощущения дискомфорта, легкого головокружения.

**ВЫВОДЫ:** оценить тренированность вестибулярного аппарата у всей группы испытуемых.

### **РАБОТА №. 14. ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ РАЗЛИЧНЫХ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ В ПОДДЕРЖАНИИ РАВНОВЕСИЯ ВО ВРЕМЯ ДВИЖЕНИЯ**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** изучить роль различных сенсорных систем в поддержании равновесия во время движения.

**ХОД РАБОТЫ:**

А. Испытуемый с открытыми глазами проходит по воображаемой (или прочерченной мелом) прямой линии, проведенной через середину комнаты. Экспериментатор отмечает точность выполнения задания, в реализации которого принимает участие вестибулярная система, зрительный анализатор, проприорецепторы скелетных мышц, тактильные рецепторы кожи стоп. Руки разводить в стороны не рекомендуется.

Б. Испытуемый с закрытыми глазами проходит по воображаемой (или прочерченной мелом) прямой линии, проведенной через середину комнаты. Экспериментатор отмечает затруднения, возникшие при выполнении данной команды (шаткость походки, отклонение от намеченного курса). При выполнении этой команды происходит выключение зрительного анализатора, что несколько затрудняет четкость выполнения задания.

В. Испытуемый проходит по прямой линии с открытыми глазами, при этом быстро поворачивая голову то в одну, то в другую сторону. Экспериментатор отмечает

затруднения, возникшие при выполнении данной команды (шаткость походки, отклонение от намеченного курса). В этом случае происходит выключение вестибулярных рецепторов внутреннего уха (отолитовый аппарат).

Г. Испытуемый проходит по прямой линии с закрытыми глазами, при этом быстро поворачивая голову то в одну, то в другую сторону. Наблюдатели отмечают невозможность правильного выполнения данного варианта задания из-за потери равновесия с угрозой падения испытуемого. В этом случае происходит выключение двух наиболее значимых в регуляции равновесия сенсорных входов: вестибулярных рецепторов внутреннего уха (отолитовый аппарат) и зрительной системы.

**ВЫВОДЫ:** заключение о роли различных сенсорных систем в поддержании позы и равновесия во время движения.

## **РАБОТА №. 15. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОНЯТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** анализ индивидуальных особенностей обоняния и его связь с вкусовыми рецепторами.

**ХОД РАБОТЫ:**

А) Испытуемый закрывает глаза. Экспериментатор к его носу подносит флаконы с хорошо известными пахучими веществами (мятным, пихтовым, цитрусовым и проч. маслами). Подносить необходимо резко, не близко к носу. Между несколькими веществами необходимо делать перерывы в 1-2 минуты. Испытуемый пытается определить запах предлагаемого ему вещества.

Б) Испытуемый закрывает глаза, зажимает нос и открывает рот. Экспериментатор кладет ему на язык поочередно кусочек картофеля, яблока или лука. Испытуемый может перемещать кусочки продуктов по языку, но не должен их жевать, поскольку в этом случае он сможет различить их по консистенции. Отметив, какие продукты испытуемый смог определить проводят контрольный опыт, во время которого нос не зажимают.

**ВЫВОДЫ:** сравните результат этого эксперимента с потерей или нарушением вкуса, характерными при насморке.

## **РАБОТА №. 16. НАБЛЮДЕНИЕ КОСТНОЙ ПРОВОДИМОСТИ ЗВУКА**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** убедиться в наличии костной проводимости звуков.

**ХОД РАБОТЫ:**

*Опыт Вебера.* Ножку звучащего камертона (128 Гц) поставить на среднюю линию головы испытуемого. Отметить, что испытуемый обоими ушами слышит. Повторить опыт, предварительно вложив в одно ухо ватный тампон. Оценить характер возникающих при этом ощущений (определить каким ухом – закрытым или открытым – звук воспринимается как более сильный). Соединить резиновой трубкой не заложённое ватой ухо первого испытуемого с ухом второго испытуемого и приложить звучащий камертон к средней линии головы одного из них.

*Опыт Ринне* – сравнение воздушной и костной проводимости. Звучащий камертон ножкой приложить к сосцевидному отростку. Слышен звук, который постепенно ослабевает и, наконец, исчезает совсем. Как только звук перестает быть слышен, камертон переносят к уху и отмечают звуковые ощущения.

**РЕЗУЛЬТАТЫ** наблюдений изложить в тетради.

**ВЫВОДЫ:** сделать в соответствии с поставленной целью.

## ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

### **Сенсорные и оперантные условные рефлексы**

Примерный план:

- Сенсорные условные реакции.
- Оперантные условные рефлексы.

### **Двигательные навыки**

Примерный план:

- Общая характеристика двигательных навыков и умений.
- Физиологические механизмы формирования двигательных навыков.
- Стабильность и вариативность компонентов двигательного навыка.
- Физиологические закономерности и стадии формирования двигательных навыков.
- Физиологические основы совершенствования двигательных навыков.

### **Взаимодействие сенсорных систем и их роль в спортивной деятельности.**

#### **Зрительная сенсорная система**

Примерный план:

- Глаз и его диоптрический аппарат
- Формирование изображения на сетчатке
- Механизм фоторецепции и центральные зрительные пути
- Нейрофизиология восприятия света и темноты
- Основы физиологии цветового зрения
- Поле зрения и острота зрения, восприятие пространства.

#### **Роль зрительной сенсорной системы в спортивной практике.**

#### **Слуховая сенсорная система.**

Примерный план:

- Психофизиология слуха.
- Роль наружного, среднего и внутреннего уха в восприятии и передаче звука.
- Центральная слуховая система.
- Слуховая ориентация в пространстве.
- Характеристика показателей функций звуковой сенсорной системы.
- Роль слуховой сенсорной системы в спортивной деятельности.

#### **Вестибулярная сенсорная система**

Примерный план:

- Строение вестибулярного аппарата.
- Центральные пути вестибулярной системы.
- Вестибулярные рефлексы.
- Перерождение вестибулярного аппарата, морская болезнь.
- Роль вестибулярной сенсорной системы в спорте.

#### **Двигательная сенсорная система**

Примерный план:

- Роль двигательной сенсорной системы в функциях организма.
- Рецепторы и двигательные нервные центры.
- Значение двигательной сенсорной системы для функции вегетативных органов.
- Влияние спортивной тренировки на двигательную (проприорецептивную) сенсорную систему.

#### **Висцеральная (интерорецептивная) сенсорная система**

Примерный план:

- Виды кожной чувствительности, кожные механорецепторы (тактильная чувствительность).
- Терморецепция.
- Проприоцептивная чувствительность.
- Соматическая и висцеральная боль (механо-, баро-, осморецепторы внутренних органов; рефлексогенные зоны).

Влияние сигналов от висцеральной сенсорной системы на работу организма.

Влияние висцеральной сенсорной системы на мышечную деятельность.

### **Болевая сенсорная система**

Примерный план:

Рецепторы и двигательные нервные центры.

Боль и ее виды.

Роль болевой чувствительности в деятельности организма.

Обезболивающая (антиноцицептивная) система.

Влияние систематических тренировок на болевую чувствительность.

### **Температурная сенсорная система**

Примерный план:

Рецепторы и двигательные нервные центры.

Роль температурной чувствительности в деятельности организма.

### **Тактильная сенсорная система**

Примерный план:

Рецепторы и двигательные нервные центры.

Роль тактильной чувствительности в деятельности организма и спортивной практике.

### **Обонятельная сенсорная система**

Примерный план:

Классификация запахов.

Периферический, проводящий и центральный отделы обонятельной сенсорной системы.

Значение обоняния в жизнедеятельности организма.

Химическая теория восприятия запаха.

### **Вкусовая сенсорная система**

Примерный план:

Морфофункциональная организация периферического отдела вкусовой сенсорной системы.

Основные вкусовые качества.

Переработка вкусовой информации.

Значение вкусовой чувствительности в жизнедеятельности организма.

### **Физиологические механизмы боли**

Примерный план:

Понятие боли.

Виды болевой чувствительности.

Антиноцицептивные системы организма.

Формирование функциональных систем с участием боли.

### **Проприорецепция: мышечное чувство и кинестезия**

Примерный план:

Мышечные веретена и сухожильные органы.

Реакции на сокращение и растяжение мышц.

Суставная рецепция и ее значение.

Проводящие пути и переключательные ядра проприоцептивной сенсорной системы.

Роль в спортивной деятельности.

### **Возрастные особенности развития сенсорных систем**

### **Равновесие и ориентация в пространстве**

### **Оптические иллюзии**

#### 4. ВОПРОСЫ СЕМИНАРОВ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

##### Вопросы семинаров

1. Сенсорные системы: общий план организации, функции. Значение деятельности сенсорных систем в спорте.
2. Рецепторы: классификация, свойства, механизм возбуждения, кодирование информации.
3. Зрительная сенсорная система.
4. Слуховая сенсорная система.
5. Вестибулярная сенсорная система.
6. Кинестетическая сенсорная система.
7. Температурная, тактильная, вкусовая, висцеральная, болевая сенсорные системы.

##### Вопросы контрольных работ

1. Перечислите важнейшие сенсорные системы человека и назовите их функции
2. Какие отделы включает в себя сенсорная система и каковы их функции?
3. Сколько нейронов включает нервный путь, связывающий рецептор с корковыми клетками и где они расположены?
4. Что такое рецептор? Дайте классификацию рецепторов по: а) характеру воспринимаемой среды, б) по виду воспринимаемых раздражений, в) по характеру связи с раздражителем, г) по структурным особенностям. Приведите примеры.
5. Приведите примеры первичных и вторичных рецепторов, в чем их принципиальное различие?
6. Что происходит а) в первичном рецепторе, б) во вторичном рецепторе в момент нанесения раздражения. Где формируются рецепторный и генераторный потенциалы?
7. Назовите и охарактеризуйте основные свойства рецепторов.
8. Что понимается под абсолютным и дифференциальным порогами? Приведите примеры.
9. Что понимается под адаптацией рецепторов, в чем ее биологический смысл? На какие группы делятся рецепторы по скорости адаптации? Приведите примеры.
10. За счет чего рецепторы передают в ЦНС адекватную информацию о характере и силе раздражителя?
11. Чем отличается аналитико-синтетическая деятельность первичных, вторичных, третичных сенсорных зон коры?
12. Какими способами кодируется информация об интенсивности раздражителя?
13. Каковы последовательные изменения, происходящие при возбуждении рецепторов.
14. Какой объем информации о внешней среде человек получает с помощью а) зрительного анализатора, б) слухового анализатора.
15. Чем представлены и где расположены отделы зрительного анализатора (периферический, проводниковый, корковый)?
16. Чем представлена оптическая система глаза? Каковы основные преломляющие среды глаза? Какую часть спектра воспринимает глаз человека?
17. Что такое аккомодация?
18. Что такое рефракция? Чем отличаются нормальная, близорукая, дальнозоркая варианты рефракции? Вследствие чего возникает старческая дальнозоркость?
19. Как называются фоторецепторы глаза; чем они различаются по расположению, пигментам, чувствительности к световому потоку?
20. В чем сущность трихроматической теории цветоощущения? Что такое дальтонизм?
21. Почему движения глаз являются необходимым условием зрительного восприятия?
22. Что понимается под зрительной памятью и каково ее значение?
23. Назовите важнейшие характеристики органа зрения.
24. Что понимается под а) остротой, б) полем зрения? Каковы эти показатели в норме?
25. Почему центральное зрение отличается большей остротой, чем периферическое?
26. За счет чего человек четко видит детали объемных предметов? В чем значение бинокулярного зрения? Какие свойства окружающего мира оно позволяет воспринимать?

27. Что такое мышечный баланс, у какого % людей наблюдается идеальный мышечный баланс (ортофория)? Чем объясняется косоглазие?
28. Каково значение глазодвигательного аппарата в восприятии движения?
29. Какова роль зрительной сенсорной системы в управлении движениями?
30. Каково значение слуховой сенсорной системы для человека?
31. Чем представлены и где расположены отделы слуховой сенсорной системы (периферический, проводниковый, корковый)?
32. Как называется процесс улавливания и слушания двумя ушами? Каково значение этого явления?
33. Благодаря чему происходит выравнивание давления по обе стороны барабанной перепонки? Какое это имеет значение?
34. Чем представлен периферический отдел слухового анализатора?
35. Каково строение наружного, среднего и внутреннего уха и каковы их функции?
36. От чего и куда передают колебания барабанной перепонки слуховые косточки? За счет чего амплитуда колебаний уменьшается, а сила увеличивается?
37. Каков механизм преобразования акустических колебаний в нервное возбуждение? Описать цепь последовательных событий от момента воздействия звука до его восприятия.
38. За счет чего человек воспринимает звуки разной частоты?
39. В чем сущность костной и воздушной проводимости?
40. Перечислите основные показатели функционального состояния слуховой сенсорной системы.
41. Какие участки коры обеспечивают восприятие речи?
42. Что такое словесная память, каково ее значение в спорте?
43. Каковы функции вестибулярной системы? Что служит раздражителями вестибулярной системы?
44. Чем представлены и где расположены отделы вестибулярной сенсорной системы (периферический, проводниковый, корковый)?
45. Где расположен периферический аппарат вестибулярной системы, каково его строение?
46. Чем представлены механорецепторы вестибулярного аппарата, где они расположены?
47. Что такое отолитовый аппарат, как строен, где расположен, для чего служит? Что является раздражителем для волоковых клеток?
48. Каково назначение аппарата преддверия и его строение?
49. Для чего служит аппарат полукружных каналов и каково его строение? Что служит для него адекватным раздражителем?
50. Каков механизм восприятия положения головы и тела, вращательного движения и линейного ускорения?
51. Что понимается под вестибулярной устойчивостью? Как изменяется возбудимость зрительной и кожной чувствительности при низкой устойчивости вестибулярного аппарата?
52. Приведите примеры вестибуло-соматических и вестибуловегетативных рефлексов.
53. Каково значение вестибулярной системы в управлении движениями?
54. Каковы функции кинестетической сенсорной системы? Чем отличаются понятия «двигательная» и «кинестетическая» сенсорные системы?
55. Чем представлены и где расположены отделы кинестетической сенсорной системы (периферический, проводниковый, корковый)?
56. Назовите и охарактеризуйте виды проприорецепторов. Каковы их общие свойства?
57. Что является раздражителем для проприорецепторов? От чего зависит частота проприоцептивной импульсации?
58. О чем информирует нервные центры возбуждение длинных интрафузальных веретен, а о чем – коротких?
59. Каков механизм регуляции чувствительности проприорецепторов?

60. О чем информируют нервные центры возбуждение от сухожильных рецепторов?
61. Чем представлены и где расположены отделы тактильной сенсорной системы (периферический, проводниковый, корковый)?
62. Каковы функции и значение тактильной сенсорной системы?
63. Дайте краткую характеристику температурной рецепции.
64. Дайте краткую характеристику вкусовой сенсорной системы
65. Дайте краткую характеристику обонятельной сенсорной системы.
66. Охарактеризуйте болевую сенсорную систему. Что представляют собой болевые рецепторы? Каким образом ощущение боли может изменять функциональное состояние органов и систем человека?
67. О чем информирует ЦНС висцеральная сенсорная система?
68. Какие рецепторы входят в состав периферического отдела висцеральной сенсорной
69. системы, на какие раздражители они реагируют?

## 5. ЗАДАНИЯ И ЗАДАЧИ

1. Укажите соответствие (расположение нейронов, входящих в сенсорную систему):

1) первый нейрон

2) второй нейрон

3) третий нейрон

4) четвертый нейрон

А) спинной, продолговатый или средний мозг

Б) релейные ядра таламуса

В) спинномозговые узлы или узлы черепно-мозговых нервов

Г) корковая клетка проекционной зоны коры больших полушарий

3. Укажите соответствие

1) первичные рецепторы

2) вторичные рецепторы

А) окончание дендрита чувствительного нейрона

Б) специальная рецепторная клетка, синаптически связанная с окончанием дендрита

чувствительного нейрона

4 Укажите соответствие

1) первичные рецепторы

2) вторичные рецепторы

А) кожные рецепторы

Б) вкусовые рецепторы

В) рецепторы обоняния

Г) проприорецепторы

Д) вестибулорецепторы

Е) фоторецепторы

Ж) рецепторы внутренних органов

5. Пользуясь материалами справочного раздела, составьте цифровую характеристику зрительного анализатора.

6. Пользуясь материалами справочного раздела, выпишите цифровые значения латентных периодов различных сенсорных систем, оформив в виде таблицы.

7. Укажите последовательность процессов во вторичных рецепторах, приводящих к возникновению импульса возбуждения.

8. Чтобы аккомодация глаза произошла на удаленные предметы:

Ресничная мышца должна быть напряжена или расслаблена? Поясковые волокна не натянуты или натянуты? Хрусталик сферический или уплощенный? Преломляющая сила повышена или понижена?

9. Чтобы аккомодация глаза произошла на близко расположенные предметы:

Ресничная мышца должна быть напряжена или расслаблена? Поясковые волокна не натянуты или натянуты? Хрусталик сферический или уплощенный? Преломляющая сила повышена или понижена?

10. Проиллюстрируйте схемами аномалии преломления глаза (дальнозоркость и близорукость).

11. Представьте в виде схемы последовательность процессов, приводящих к возникновению слуховых ощущений.

12. Дайте структурно-функциональную характеристику органа зрения (строение и функции).

Глазное яблоко	
Защитные приспособления	
Двигательный аппарат	

## ЗАДАЧИ

1. Рабочий с большим стажем в ходе своей производственной деятельности выполняет стандартные операции. Через каждые час работы делается перерыв на 10 минут для отдыха. Ведется хронометраж операций. Чем можно объяснить парадоксальный эффект — в первые минуты после отдыха показатели оказываются не лучше, а хуже, чем до отдыха?

*Решение.* Во время отдыха не только восстанавливается затраченная энергия, но и ослабляется динамический стереотип, складывающийся во время выполнения операций. Он позволяет в высокой степени автоматизировать выполняемые действия. После отдыха каждый раз требуется некоторое время на «вработывание», т. е., восстановление закрепляющегося во время работы определенного ритма движений и их последовательности.

2. Фехтовальщик или боксер — левши при прочих равных условиях отвечают на выпад противника на доли секунды быстрее, чем правши. Почему?

*Решение.* Две системы «правша» и «левша» по-разному реагируют на систему «противник». Точнее на элемент «выпад» этой системы. Итак; почему левша реагирует быстрее? Прежде всего, нужно воспринять и оценить процесс перемещения в пространстве шпаги или руки противника. Пространственный анализ — это функция правого полушария. Поэтому элемент «увидел и оценил» будет протекать одинаково и у правши, и у левши. После элемента «увидел и оценил» начинает работать элемент «ответил». Ответ состоит во встречном выпаде. Но правша отвечает правой рукой, а левша — левой. Для ответа правши возбуждение должно из правого полушария через мозолистое тело перейти в левое полушарие и вызвать ответный выпад правой рукой. А у левши все происходит в пределах одного и того же правого полушария, которое управляет движениями левой руки. Правша теряет то время, которое необходимо для перехода возбуждения из правого полушария через мозолистое тело в левое полушарие.

3. При изменении расстояния до рассматриваемого предмета кривизна хрусталика автоматически (рефлекторно) изменяется таким образом, чтобы изображение предмета на сетчатке оставалось резким. Можно ли сказать, что в данном случае происходит регулирование по отклонению? Если да, то в чем оно выражается?

*Решение.* Регулирование по отклонению состоит в сравнении текущего значения регулируемого показателя с требуемым и устранении возникающих различий (ошибки рассогласования). В данном случае требуется получить резкое (не расплывчатое) изображение точки. Без аккомодационного усилия эта точка будет выглядеть как расплывчатое пятно. Это и становится раздражителем для возникновения регуляторной реакции. Кривизна хрусталика будет меняться до тех пор, пока изображение пятна не превратится в точку.

5. Почему мы не ощущаем кольцо, которое постоянно носим на пальце, но в то же время отчетливо чувствуем, что на этот палец села муха?

*Решение.* При постоянном воздействии тактильного раздражителя происходит адаптация рецепторов и раздражение перестает восприниматься. Поэтому мы не ощущаем кольца. Прикосновение же лапок мухи, хотя и слабое, но внезапное. Порог для такого раздражения пока еще весьма низок, поэтому оно вызывает ощущение.

6. В сетчатке глаза имеются биполярные клетки, которые обеспечивают связь фоторецепторов (палочек) с зрительными центрами, находящимися в мозге. Каждая из этих клеток может образовывать синапсы с несколькими палочками. Данное явление называется синаптической конвергенцией. Оно способствует повышению чувствительности глаза к слабому свету. Почему это происходит?

*Решение.* Итак, если бы не было синаптической конвергенции, то биполярная клетка получала бы сигналы только от одной палочки, а не от нескольких.

При действии слабого света рецепторный потенциал, возникающий в одной отдельной палочке, может оказаться слишком слабым, чтобы возбудить биполярную

клетку и вызвать потенциал действия, распространяющийся по зрительному нерву. Если же биполярная клетка подвергается воздействию рецепторных потенциалов одновременно от нескольких палочек, то происходит, пространственная суммация, обеспечивающая возникновение ПД даже при слабом световом воздействии.

7. Ночью предметы видны лучше, если не смотреть прямо на них. Как Вы объясните это?

*Решение.* Когда мы смотрим на предметы прямо, свет проходит вдоль оптической оси глаза и падает на сетчатку в центральной ямке. Когда мы смотрим не прямо, свет падает на периферические участки сетчатки. Именно в них находятся палочки, обладающие более высокой чувствительностью к слабому свету. Поэтому ночью предметы лучше видны боковым зрением.

8. Как ни странно, но глаз человека подобен лягушачьему в том отношении что и мы перестаем видеть неподвижную точку, если она хотя бы несколько секунд действует на одни и те же элементы сетчатки. Однако этого не происходит и, как известно, можно весьма долго созерцать неподвижный предмет, «упулившись» в него. Как же это получается?

*Решение.* Если предмет неподвижен, то двигаться должен глаз. И, действительно, глазное яблоко постоянно совершает очень мелкие скачки. Благодаря этому, изображение неподвижной светящейся точки все время попадает на различные элементы сетчатки. В специальных экспериментах были зарегистрированы такие постоянные микроперемещения глазного яблока при рассматривании тех или иных неподвижных предметов.

9. У дальновзорного человека отсутствуют очки, а ему необходимо прочесть всего несколько слов. Как это сделать, не используя никаких приспособлений?

*Решение.* Для того чтобы увеличить глубину резкости, т. е., обеспечить отчетливое изображение и близких, и удаленных предметов, объектив диафрагмируют, то есть, суживают его диаметр. В нашем случае нужно смотреть на текст через небольшое отверстие в бумаге или через окошко, образованное большими и указательными или средними пальцами обеих рук.

10. Почему самые разнообразные раздражители и к тому же различной модальности вызывают в рецепторных клетках единообразный ответ — возникновение рецепторного потенциала?

*Решение.* Потому что все они изменяют проницаемость мембраны рецепторной клетки для определенных ионов, что приводит к возникновению рецепторного потенциала.

11. Один испытуемый некоторое время держал руку в сосуде с водой, а затем перенес ее в сосуд с водой температурой 20 градусов. Вода показалась ему холодной. Другой проделал аналогичный опыт, но ему вода в 20 градусов показалась теплой. В чем причина разных ощущений?

*Решение.* Первый испытуемый сначала держал руку в холодной воде, а второй — в горячей. Аналогичным образом, если Вы войдете в одну и ту же комнату с ярко освещенной солнцем улицы, или из подвала, то в первом случае комната покажется темной, а во втором — светлой. Это связано с адаптацией сенсорных систем к определенному уровню раздражения.

12. Азбука Брайля для слепых представляет собой различные совокупности выпуклых точек. Ощупывая их кончиками пальцев, слепой человек «читает» буквы. У зрячих людей способность к такому «чтению» выражена значительно хуже. Объясните конкретную причину этих различий.

*Решение.* При ощупывании букв необходимо четко определять взаиморасположение выпуклых точек. Это связано с пространственным порогом различения. Чтобы быстро определить положение близко расположенных точек, порог

различия должен быть достаточно низким. Это и наблюдается у слепых людей, у которых, как известно, тактильная чувствительность значительно повышается, частично компенсируя утрату зрения.

13. При переходе из темного помещения на яркий свет или наоборот проходит некоторое время, пока глаза приспособятся к новым условиям освещения. Адаптация к темноте протекает дольше, чем к яркому свету. Почему?

*Решение.* В чем различия в реакциях глаза на сильный и очень слабый свет? Их достаточно много, поэтому постараемся выбрать те, которые имеют наиболее близкое отношение к вопросу о темновой и световой адаптации.

На ярком свету работают колбочки, а в сумерках (темноте) — палочки. На свету родопсин распадается, а в темноте синтезируется. Теперь сравним узлы пересечения. Элемент «свет после темноты» взаимодействует со следующими элементами системы «глаз» — «колбочки с пониженной возбудимостью» (из-за предшествовавшей темноты) и «повышенное количество родопсина» (из-за усиления его синтеза в предшествовавшей темноте). В свою очередь элемент «темнота после света» взаимодействует с элементом «палочки с пониженной возбудимостью» (из-за предшествовавшего яркого света) и «пониженное количество родопсина» (из-за его распада при предшествовавшем ярком освещении).

Колбочки повышают свою возбудимость значительно быстрее, чем палочки. (Эта важная информация могла быть Вам неизвестна), А родопсин необходим для восприятия света. Эти два обстоятельства и объясняют, почему темновая адаптация протекает медленней, чем световая.

14. В отличие от других тканей глаза хрусталик в течение жизни у многих людей постепенно дегенерирует. Это может привести к помутнению его — катаракте. Потребуется операция. Почему такие изменения свойственны именно хрусталику (и роговице) в большей степени, чем другим тканям глаза?

*Решение.* Питание всех тканей осуществляется через систему капилляров. Но есть структуры, к которым предъявляются совершенно особые требования по сравнению со всеми другими в организме. Это — роговица и хрусталик. Они должны быть прозрачными и пропускать свет. Если бы их питание происходило, как и везде, через капилляры, то из-за красного цвета крови мы бы постоянно видели красную пелену. Поэтому прозрачные ткани глаза получают все, что им нужно, не через кровь, а из внутриглазной жидкости, заполняющей переднюю камеру глаза. В нее же удаляются продукты обмена. Все это осуществляется путем диффузии. Такой тип питания менее надежен, чем при помощи кровоснабжения. Поэтому в хрусталике и роговице чаще возникают возрастные нарушения метаболизма, приводящие к их помутнению.

15. И овальное, и круглое окно в костной капсуле улитки затянуты эластичной мембраной. Если бы эта мембрана стала жесткой, восприятие звуков резко нарушилось бы. Почему?

*Решение.* Овальное окно передает колебания слуховых косточек перилимфе. Круглое окно обеспечивает возможность смещения перилимфы под влиянием колебаний мембраны овального окна, так как мембрана круглого окна также способна выпячиваться. Если бы обе эти мембраны стали жесткими, то перилимфа не могла бы смещаться, так как жидкость несжимаема. Таким образом в обоих случаях не могло бы в конечном счете происходить раздражение волосковых клеток кортиевого органа и не происходило бы восприятие звука.

16. Если крыс приучают находить дорогу в лабиринте с многочисленными поворотами, то даже после выключения зрения, животные продолжают правильно проходить все повороты. Какую дополнительную операцию (одну из двух возможных) нужно сделать, чтобы крыса перестала ориентироваться в лабиринте?

*Решение.* Какие сенсорные системы организма работают при движении в лабиринте? Прежде всего зрительная. Но при прохождении каждого поворота возникают угловые ускорения и, следовательно, включается вестибулярная сенсорная система. Отчасти здесь участвует и проприоцептивная сигнализация. Нейроны соответствующих отделов КБП запоминают последовательность поворотов и их местонахождение. Если дополнительно разрушить у животного вестибулярный аппарат или связанные с ним отделы КБП, то ориентация в лабиринте полностью исчезнет.

17. Почему под водой значительно труднее, чем в воздушной среде, определить откуда исходит звук?

*Решение.* Скорость распространения звуковой волны зависит от упругих свойств среды, от ее плотности. Плотность воды намного больше плотности воздуха. Поэтому в воде скорость звука в несколько раз быстрее, чем в воздухе. Система «бинауральный слух», позволяющая определить местоположение источника звука, анализирует разницу между временем прихода звука в левое и правое ухо. В зависимости от результата этого анализа мы поворачиваем голову до тех пор, пока мозг перестанет улавливать разницу. В этом случае мы будем смотреть прямо на источник звука. В воде скорость звука настолько велика, что отмеченная разница уменьшается, и мозг не может определить с достаточной точностью

18. При передаче информации в сенсорных системах используется принцип частотной модуляции. Можно ли утверждать, что одна и та же группа рецепторов передавала в двух разных экспериментах одинаковую информацию, если в каждом случае зарегистрированы пачки импульсом, общее количество которых за единицу времени в каждой пачке одинаково?

*Решение.* Частотная модуляция состоит в том, что при передаче разной информации изменяется не только суммарное количество импульсов, но и их распределение в каждой пачке. Например, одно и то же количество патронов за 1 мин можно израсходовать, стреляя и длинными и короткими очередями, и «вперемешку». Следовательно, утверждение задачи неправомерно.

19. Если во время сильного волнения проверить вкусовые ощущения человека, то будут ли они усилены или ослаблены по сравнению с обычным состоянием?

*Решение.* Система ощущения вкуса может быть представлена следующими элементами: 1) вкусовое вещество во рту; 2) растворение вещества слюной; 3) проникновение растворенных частиц вещества к вкусовым рецепторам; 4) раздражение вкусовых рецепторов; 5) ощущение вкуса. Если сравнить спокойное состояние с сильным эмоциональным возбуждением, то изменится второй элемент. Норадреналин (медиатор симпатического отдела вегетативной нервной системы) тормозит слюноотделение. Поэтому в сухой полости рта вкусовые ощущения будут заметно ослаблены.

20. У дальнорядкого человека отсутствуют очки, а ему необходимо прочесть всего несколько слов. Как это сделать, не используя никаких приспособлений.

*Решение.* Надо использовать принцип фотографии (фотоаппарат с объективом). Для увеличения глубины резкости, то есть для обеспечения отчетливого изображения и близких, и удаленных предметов, объектив диафрагмируется, то есть суживают его диаметр. Поэтому нужно смотреть на текст через небольшое отверстие в бумаге или через «окошко», образованное большим и указательным пальцами руки.

21. Известный революционер Камо, попав в тюрьму, симулировал психическое расстройство, выражающееся в отсутствии боли. Он хохотал, когда ему прижигали кожу, кололи ее иглками. Однако у врачей все же возникли сомнения. На чем они основывались?

*Решение.* При болевом воздействии возникают субъективные и объективные реакции. Субъективные – то ощущение боли и вызываемое им поведение. Такими реакциями можно управлять усилием воли. Объективные реакции связаны с

возбуждением симпатического отдела вегетативной нервной системы, что проявляется в расширении зрачков, а с этим Камо ничего не мог сделать.

22. Два человека страдают дальнозоркостью и носят очки. Какой вопрос (один и тот же) нужно задать обоим, чтобы убедиться в том, что причина дальнозоркости у них одинаковая или разная.

*Решение.* Причиной дальнозоркости может быть или слишком короткая продольная ось глаза, или ослабление аккомодации в пожилом возрасте. Поэтому вопрос должен быть таким: «Носили ли Вы очки в молодости?»

## 6. ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ

<p><b>1. Анализатор представляет собой систему, которая обеспечивает:</b>          А) восприятие раздражителя рецептором;          Б) проведение возбуждения от рецептора в определённый участок коры головного мозга;          В) возникновение под действием нервного импульса определённого ощущения;          Г) А) + В)          Д) А) + Б) + В)</p>	<p><b>2. Человеческое ухо воспринимает звуковые колебания в диапазоне частот (Гц):</b>          А) 10-20;          Б) 20-20000;          В) 60-100000.</p>
<p><b>3. Простейший анализ раздражителей осуществляется:</b>          А) в рецепторах;          Б) в первом афферентном нейроне;          В) во вторых нейронах спинного, продолговатого и среднего мозга;          Г) в соответствующих зонах коры больших полушарий.</p>	<p><b>4. Хеморецепторы возбуждаются:</b>          А) при действии тепловой энергии;          Б) при изменениях внутренней среды организма;          В) при механических раздражениях;          Г) при действии световых и звуковых раздражителей.</p>
<p><b>5. Наиболее распространённым способом передачи интенсивности раздражителя является:</b>          А) частотное кодирование;          Б) паттерн возбуждения;          В) трансформации и усвоения ритма.</p>	<p><b>6. Функцию слуха в лабиринте внутреннего уха выполняют:</b>          А) полукружные каналы;          Б) овальный мешочек;          В) улитка.</p>
<p><b>7. Слепое пятно – это участок сетчатки:</b>          А) не имеющий палочек и колбочек;          Б) не имеющий кровеносных сосудов;          В) имеющий только палочки.</p>	<p><b>8. Цветовое зрение обеспечивается наличием трёх типов колбочек, воспринимающих цвета:</b>          А) красный, синий, жёлтый;          Б) красный, синий, зелёный;          В) синий, зелёный, жёлтый.</p>
<p><b>9. Функция слуховых косточек заключается:</b>          А) в восприятии звуковых колебаний с частотой не более 60000Гц;          Б) в усилении и передаче звуковых колебаний от барабанной перепонки мембране овального окна;          В) защите внутреннего уха от механических повреждений;          Г) в восприятии звуковых колебаний с частотой 5 Гц</p>	<p><b>10. Адаптация рецепторов к действию раздражителей заключается:</b>          А) в торможении нервных центров;          Б) только в повышении чувствительности;          В) в развитии парадоксальной стадии парабюоза;          Г) в повышении или понижении чувствительности рецепторов.</p>
<p><b>11. Цветные объекты воспринимаются только:</b>          А) палочками;          Б) колбочками;          В) решётчатой пластинкой</p>	<p><b>12. При нарушении оптимального баланса глазной мускулатуры (ортофория) ухудшается:</b>          А) точность бросков, ударов;          Б) способность рассчитывать дистанцию;          В) ориентировка в пространстве, контроль за ситуацией на площадке.</p>
<p><b>13. Снижение температуры окружающей среды человек ощущает:</b></p>	<p><b>14. Механизм восприятия изменений положения тела в пространстве</b></p>

<p>А) быстрее, чем её увеличение;  Б) медленнее, чем её увеличение;  В) одинаково, что и при увеличении.</p>	<p><b>заключается в том, что:</b>  А) проприорецепторы воспринимают изменения тонуса скелетных мышц и по принципу обратных связей включают в работу необходимые мышцы для сохранения позы;  Б) в полукружных каналах, перемещения эндолимфы вызывают смещения волосков рецепторных клеток, приводящие к формированию рецептивного потенциала поступающего далее к центрам вестибулярного анализатора;  В) зрительные и слуховые нервные центры, принимая информацию об изменениях положения тела, включают в работу посредством вестибулярного анализатора нейроны мышц.</p>
<p><b>15. К двигательным вестибулярным рефлексам относят:</b>  А) стато-кинетические;  Б) ориентировочные;  В) миотатические.</p>	<p><b>16. Проприорецепторы информируют ЦНС о:</b>  А) вегетативной реакции организма на физическую нагрузку;  Б) пространственных, силовых, временных параметрах двигательной функции;  В) степени утомления мышц при физической работе.</p>
<p><b>17. Тактильная чувствительность неодинакова на различных участках кожи, так как рецепторы:</b>  А) обладают различной степенью чувствительности;  Б) имеют различную степень адаптации к действию раздражителей;  В) неравномерно расположены на различных участках кожи.</p>	<p><b>18. Нарушение тактильной чувствительности отрицательно сказывается на:</b>  А) координации движений;  Б) точности движений;  В) скорости и силе движений.</p>
<p><b>19. В состав сенсорной системы входят:</b>  А) периферический отдел  Б) проводниковый отдел  В) корковый отдел  Г) все перечисленные отделы</p>	<p><b>20. Укажите соответствие (расположение нейронов, входящих в сенсорную систему):</b>  1) первый нейрон  2) второй нейрон  3) третий нейрон  4) четвертый нейрон  А) спинной, продолговатый или средний мозг  Б) релейные ядра таламуса  В) спинномозговые узлы или узлы черепно-мозговых нервов  Г) корковая клетка проекционной зоны коры больших полушарий</p>
<p><b>21. Специальные образования, воспринимающие раздражения и трансформирующие энергию внешнего раздражителя в специфическую</b></p>	<p><b>22. Основными функциями сенсорных систем являются:</b>  А) сбор и обработка информации о внешней и внутренней среде организма</p>

<p><b>энергию нервного импульса называется....</b></p>	<p>Б) осуществление обратных связей, информирующих нервные центры о результатах деятельности В) поддержание тонуса функционального состояния мозга Г) все указанные функции</p>
<p><b>23. По характеру воспринимаемой среды выделяют рецепторы :</b> А) хеморецепторы Б) экстерорецепторы В) интерорецепторы Г) проприорецепторы Д) дистантные рецепторы</p>	<p><b>24. По виду воспринимаемых раздражений выделяют рецепторы :</b> А) хеморецепторы Б) экстерорецепторы В) фоторецепторы Г) проприорецепторы Д) механорецепторы</p>
<p><b>25. По характеру связи с раздражителем различают рецепторы:</b> А) экстерорецепторы Б) первичные рецепторы В) дистантные Г) контактные</p>	<p><b>26. По структурным особенностям различают:</b> А) экстерорецепторы Б) первичные рецепторы В) дистантные Г) контактные Д) вторичные рецепторы</p>
<p><b>27. Среди перечисленных указать вторичные рецепторы:</b> А) проприорецепторы Б) терморецепторы В) фоторецепторы Г) обонятельные клетки</p>	<p><b>28. Указать соответствие:</b> 1) первичные рецепторы 2) вторичные рецепторы А) окончание дендрита чувствительного нейрона Б) специальная рецепторная клетка, синаптически связанная с окончанием дендрита чувствительного нейрона</p>
<p><b>29. Свойствами рецепторов НЕ являются:</b> А) избирательная чувствительность к адекватным раздражителям Б) низкая величина порога для адекватного раздражителя В) высокая величина порога для адекватного раздражителя</p>	<p><b>30. Указать соответствие:</b> 1) абсолютный порог 2) дифференциальный порог А) минимально ощущаемая величина раздражителя Б) минимальная разница между двумя интенсивностями раздражителя</p>
<p><b>31. Укажите соответствия:</b> 1) быстро адаптирующиеся рецепторы 2) медленно адаптирующиеся рецепторы А) фазные Б) тонические</p>	<p><b>32. Выбрать наиболее быстро адаптирующиеся рецепторы:</b> А) проприорецепторы Б) зрительные; В) слуховые; Г) вкусовые</p>
<p><b>33. Какими способами кодируется информация об изменении интенсивности раздражителя:</b> А) изменением частоты импульсов Б) изменением числа и распределения импульсов (рисунка возбуждения) В) обоими способами</p>	<p><b>34. Совокупность структур головного мозга человека с системами слуха и зрения, обеспечивающих формирование обобщенного представления об окружающей действительности называется....</b></p>
<p><b>35. Выбрать первичные рецепторы:</b> А) кожные рецепторы Б) вкусовые рецепторы В) рецепторы обоняния</p>	<p><b>36. Выбрать первичные рецепторы:</b> А) проприорецепторы Б) фоторецепторы В) рецепторы внутренних органов</p>

Г) проприорецепторы Д) вестибулорецепторы	Г) вкусовые рецепторы Д) вестибулорецепторы
<b>37. Укажите правильную последовательность процессов во вторичных рецепторах, приводящих к возникновению импульса возбуждения:</b> А) рецепторный потенциал - выделение медиатора-генераторный потенциал – ПД Б) генераторный потенциал-выделение медиатора-рецепторный потенциал- ПД В) рецепторный потенциал - ПД	<b>38. Центральный корковый отдел сенсорной системы обеспечивает:</b> А) восприятие раздражителей и их первичный анализ Б) доставку информации в центральный отдел сенсорной системы В) высший анализ и синтез поступающей информации
<b>39. Проводниковый отдел сенсорной системы обеспечивает:</b> А) восприятие раздражителей и их первичный анализ Б) доставку информации в центральный отдел сенсорной системы В) высший анализ и синтез поступающей информации	<b>40. Периферический отдел сенсорной системы обеспечивает:</b> А) восприятие раздражителей и их первичный анализ Б) доставку информации в центральный отдел сенсорной системы В) высший анализ и синтез поступающей информации
<b>41. Разрыв барабанной перепонки может наблюдаться при уровнях шума:</b> а) 100 дБ б) 145 дБ в) 150 дБ в) 180 дБ	<b>42. Верхним порогом чувствительности называется:</b> а) минимальная адекватно ощущаемая интенсивность сигнала б) оптимально различимая интенсивность сигнала в) максимальная адекватно ощущаемая величина сигнала
<b>43. Дифференциальная чувствительность это:</b> а) минимальное изменение интенсивности или частоты сигнала, ощущаемое человеком б) различия между верхним и оптимальным порогами чувствительности в) максимальное изменение интенсивности или частоты сигнала г) различия между оптимальным и нижним порогами чувствительности	<b>44. Латентным периодом называется:</b> а) время, проходящее от появления реакции до ее угасания б) продолжительность ответной реакции в) минимальная длительность сигнала, необходимая для возникновения ощущения
<b>45. Латентный период для тактильного анализатора:</b> а) 0,09-0,22 с б) 0,12-0,18 с в) 0,31-0,39 с г) 0,28-1,6 с	<b>46. Латентный период для слухового анализатора:</b> а) 0,09-0,22 с б) 0,12-0,18 с в) 0,31-0,39 с г) 0,28-1,6 с
<b>47. Латентный период для зрительного анализатора:</b> а) 0,12-0,18 с б) 0,15-0,22 в) 0,31-0,39 с г) 0,28-1,6 с	<b>48. Латентный период для температурного анализатора (тепло-холод):</b> а) 0,09-0,22 с б) 0,12-0,18 с в) 0,31-0,39 с г) 0,28-1,6 с
<b>49. Латентный период для болевого</b>	<b>50. В процессе жизнедеятельности</b>

<p><b>анализатора:</b>  а) 0,10-0,12 с  б) 0,13-0,89  в) 0,9-1,5</p>	<p><b>человек получает информации с помощью зрительного анализатора:</b>  а) до 30%  б) до 50%  в) до 70%  г) до 90%</p>
<p><b>51. Прием и анализ информации зрительным анализатором происходит в диапазоне:</b>  а) 200-350 нм  б) 380-760 нм  в) 100-1000 нм</p>	<p><b>52. Дифференциальный порог чувствительности к свету составляет:</b>  а) 0,5-1%  б) 1-1,5%  в) 1,5-2%  52</p>
<p><b>53. Минимальная продолжительность фиксации взгляда на объекте должна составлять не менее:</b>  а) 0,1-0,2 с  б) 0,2-0,5 с  в) 0,5-1</p>	<p><b>54. Для исключения слияния мельканий рекомендуется проецирование сигналов с частотой:</b>  а) 100-200 Гц  б) 50-100 Гц  в) 10-50 Гц  г) 3-8 Гц</p>
<p><b>55. Острота зрения при оптимальной освещенности в 100-700 лк составляет:</b>  а) от 1 градуса до 5 угловых минут  б) от 1 до 3 градусов  в) от 3 до 5 градусов</p>	<p><b>56. Ошибка восприятия абсолютной удаленности при дистанции в 30 м составляет:</b>  а) 5%  б) около 12%  в) 20%</p>
<p><b>57. С помощью слухового анализатора человек получает информации об окружающем мире до:</b>  а) 10%  б) до 20%  в) до 30%  г) до 5%</p>	<p><b>58. Болевой порог возникает при громкости:</b>  а) 70-80 дБ  б) 100 -120 дБ  в) 140 дБ</p>
<p><b>59. Раздражающее действие звуков возрастает:</b>  а) с увеличением громкости и уменьшением частоты  б) с уменьшением громкости и увеличением частоты  в) с увеличением громкости и увеличением частоты</p>	<p><b>60. Для обнаружения звуковой сигнал должен длиться:</b>  а) не менее 0,1 с  б) не менее 0,5 с  в) не менее 1 с</p>
<p><b>61. Примерный порог ощущения на кончиках пальцев руки составляет:</b>  а) 3 г/мм<sup>2</sup>  б) 15  в) 25  г) 250</p>	<p><b>62. Порог болевой чувствительности кончиков пальцев руки составляет:</b>  а) 100 г/мм<sup>2</sup>  б) 150  в) 200  д) 300</p>
<p><b>63. Критическая частота, при которой ощущение последовательных прикосновений переходит в ощущение вибрации составляет:</b>  а) 1-2 Гц  б) 2-5 Гц</p>	<p><b>64. Наиболее высокая чувствительность тактильного анализатора к вибрации в диапазоне частот:</b>  а) 50-100 гц  б) 100-200 Гц  в) 200-250 Гц</p>

в) 5-20 Гц	г) 250-500 Гц
<b>65. Дифференциальный порог температурной чувствительности составляет:</b> а) 0,5 градуса б) 1 в) 1,5 г) 2 градуса	<b>66. Абсолютный порог чувствительности тепловых и Холодовых рецепторов соответственно равен:</b> а) 0,1 и -0,2 градуса б) 0,2 и -0,2 в) 0,2 и -0,4 г) 0,4 и -0,6
<b>67. Скорость движения больше:</b> а) в направлении к себе, чем от себя б) в горизонтальной плоскости, чем в вертикальной в) сверху вниз, чем снизу вверх г) вправо-влево, чем вперед-назад	<b>68. Скорость движений больше:</b> а) в направлении от себя, чем к себе б) в вертикальной плоскости, чем в горизонтальной в) вперед-назад, чем вправо-влево
<b>69. Вращательные движения:</b> а) в 1,5 раза быстрее поступательных в) в 1,5 раза медленнее поступательных г) равны	<b>70. Диапазон звуков, воспринимаемых органами слуха человека:</b> а) 0-140 дБ б) 10-150 дБ в) 50-200 дБ
<b>71. Адаптацией к шуму принято считать:</b> а) временное понижение слуха, не более чем на 10-15 дБ с восстановлением в течение 3 мин после прекращения шума б) временное понижение слуха, не более чем на 15 дБ с восстановлением в течение 10 мин после прекращения шума в) временное понижение слуха, не более чем на 15-20 дБ с восстановлением в течение 30 мин после прекращения шума	<b>72. Наиболее выраженные и ранние негативные изменения слуха наблюдаются при частотах:</b> а) 500 Гц б) 1000 Гц в) 4000 Гц г) 10 000 Гц
<b>73. На каких системах организма сказывается вредное влияние шума в первую очередь:</b> а) органы слуха б) центральная нервная система в) желудочно-кишечный тракт г) сердечно-сосудистая система	<b>74. Неспецифические изменения в организме человека под влиянием шума:</b> а) отклонения в вестибулярной функции б) головные боли в) головокружения г) боли в области сердца д) повышенное кровяное давление е) боли в области желудка и желчного пузыря ж) изменение кислотности желудочного сока з) все перечисленное
<b>75. К особенностям слухового анализатора можно отнести:</b> А) способность быть готовым к приему информации в любой момент времени Б) способность воспринимать звуки в широком диапазоне частот В) способность устанавливать с высокой	<b>76. Сенсорная адаптация может проявляться в:</b> А) снижении абсолютной чувствительности Б) повышении дифференциальной чувствительности В) и в том, и в другом

<p>точностью местоположение источника звука Г) все перечисленное</p>	
<p><b>77. Завершите процесс:</b> Проекция изображения на сетчатку-возбуждение фоторецепторов – передача преобразование зрительной информации - ?</p>	<p><b>78. Начните процесс:</b> ? - возбуждение фоторецепторов – передача преобразование зрительной информации – принятие решения корковыми отделами о зрительном образе</p>
<p><b>79. В оптическую систему глаза входят:</b> А) роговица Б) жидкость передней камеры глаза В) хрусталик Г) стекловидное тело Д) все перечисленные структуры</p>	<p><b>80. На сетчатку проецируется:</b> А) уменьшенное прямое изображение Б) уменьшенное перевернутое изображение В) увеличенное перевернутое изображение Г) изображение полностью соответствующее реальному предмету</p>
<p><b>81. Преломляющая сила глаза измеряется:</b> А) в канделах Б) в люксах В) джоулях Г) диоптриях</p>	<p><b>82. Одна диоптрия соответствует преломляющей силе линзы с фокусным расстоянием:</b> А) 10 см Б) 50 см В) 1 м Г) 10 м</p>
<p><b>83. Холодовых рецепторов по сравнению с тепловыми:</b> А) в 10 раз меньше Б) в 10 больше В) такое же количество</p>	<p><b>84. Информация от проприорецепторов НЕ позволяет:</b> А) контролировать позу Б) точность произвольных движений В) дозировать силу мышечных сокращений Г) регулировать кислотность желудочного сока</p>
<p><b>85. К проприорецепторам относят:</b> А) интрафузальные волокна мышц Б) сухожильные рецепторы Гольджи В) механорецепторы суставных капсул</p>	<p><b>86. Вестибулярная система получает, анализирует и передает информацию:</b> А) об ускорениях/замедлениях в процессе прямолинейного движения Б) об ускорениях/замедлениях в процессе вращательного движения В) при изменении положения головы в пространстве</p>
<p><b>87. Возбуждение рецепторных клеток вестибулярного аппарата происходит под действием:</b> А) силы тяжести Б) прямолинейного ускорения В) угловых ускорений</p>	<p><b>88. Рецепторами слухового анализатора являются:</b> А) тельца Пачини Б) сухожильные рецепторы Гольджи В) волосковые клетки органа Корти Г) улитки</p>
<p><b>89. Назначение наружного уха заключается :</b> А) в улавливании звука и усилении его интенсивности, в защите барабанной перепонки Б) в проведении звуковых колебаний</p>	<p><b>90. Звукопроводящим отделом является:</b> А) наружное ухо Б) среднее ухо В) внутреннее ухо</p>
<p><b>91. Какие характеристики звукового</b></p>	<p><b>92. Как изменяется диапазон частот</b></p>

<p><b>раздражителя кодируются системой слуха:</b></p> <p>А) сила  Б) высота  В) длительность  Г) сплошной/прерывистый  Д) локализация источника звука  Е) все перечисленные</p>	<p><b>звуковых колебаний, воспринимаемых человеком с возрастом:</b></p> <p>А) снижается верхняя граница  Б) повышается верхняя граница  В) снижается нижняя граница  Г) повышается нижняя граница  Д) не изменяется</p>
<p><b>93. К каким звуковым частотам ухо человека обладает наибольшей чувствительностью:</b></p> <p>А) 100-1000 Гц  Б) 1000-4000 Гц  В) 4000-10000 Гц</p>	<p><b>94. Значение бинаурального слуха заключается:</b></p> <p>А) в способности концентрировать звуковой поток и увеличивать интенсивность звука  Б) в способности определять положение источник звука в пространстве  В) в способности выравнивать звуковое давление</p>
<p><b>95. Указать путь/пути передачи звука в системе слуха:</b></p> <p>А) воздушный  Б) костный  В) оба пути</p>	<p><b>96. Какую функцию НЕ выполняет барабанная перепонка:</b></p> <p>А) защита среднего уха от внешней среды  Б) передача звуковых колебаний во внутреннее ухо  В) улавливание и усиление звука</p>
<p><b>97. Из каких структурно-функциональных элементов состоит вестибулярный аппарат:</b></p> <p>А) наружного, среднего, внутреннего уха  Б) преддверия и трех полукружных канальцев  В) молотка, наковальни и стремячка</p>	<p><b>98. Какие рецепторы вестибулярного аппарата (указать соответствие)</b></p> <p>1) сигнализируют в ЦНС об изменении положении головы и линейном ускорении  2) воспринимают вращательные движения  А) рецепторы отолитового аппарата  Б) рецепторы полукружных каналов</p>
<p><b>99. Сенсорная система, при возбуждении которой возникает «мышечное чувство» , с помощью которого организм определяет силу сокращений, положение и движение частей тела, обеспечивает координацию движений, участвует в регуляции мышечного тонуса называется:</b></p> <p>А) тактильной  Б) болевой  В) кинестетической или проприоцептивной</p>	<p><b>100. Совокупность ощущений, возникающих при раздражении слизистых и кожи, а также рецепторов опорно-двигательного аппарата называется...</b></p>
<p><b>101. Что понимают под тактильной чувствительностью:</b></p> <p>А) чувство прикосновения  Б) чувство давления  В) чувство вибрации  Г) чувство щекотки  Д) все перечисленное</p>	<p><b>102. Проприорецепторы:</b></p> <p>А) информируют организм о положении частей тела и конечностей относительно всего тела  Б) участвуют в управлении опорно-двигательным аппаратом  В) участвуют в поддержании тонуса ЦНС и скелетной мускулатуры  Г) осуществляют все указанные функции</p>
<p><b>103. Укажите соответствие:</b></p>	<p><b>104. Какие из перечисленных сенсорных</b></p>

<p>1) при сокращении мышцы возбуждаются 2) при расслаблении мышцы возбуждаются: А) сухожильные рецепторы Б) мышечные рецепторы</p>	<p><b>систем НЕ относятся к внутренним:</b> А) давления в кровеносных сосудах Б) наполнения полых внутренних органах В) химизма крови Г) осмотического давления Д) вестибулярная</p>
<p><b>105. Каковы реакции организма на боль:</b> А) двигательные реакции защитного характера Б) разнонаправленные реакции внутренних органов и систем В) отрицательные эмоции Г) все перечисленное</p>	<p><b>106. Неприятное ощущение (страдание), возникшее в результате действия сверхсильных раздражителей, повреждения тканей и органов или их кислородного голодания называется...</b></p>
<p><b>107. Какая сенсорная система сигнализирует о чрезмерно сильных раздражениях и патологических процессах в организме:</b> А) кинестетическая Б) вестибулярная В) вкусовая Г) болевая</p>	<p><b>108. Периферические структуры, воспринимающие и частично анализирующие изменения внешней среды организма, возбуждение которых ведет к возникновению ощущений называются...</b></p>
<p><b>109. Основными свойствами сенсорных систем являются:</b> А) высокая возбудимость Б) адаптация В) сенсбилизация Г) инерционность Д) индукционные взаимодействия Е) все перечисленные</p>	<p><b>110. При близорукости главный фокус находится:</b> А) на сетчатке глаза Б) перед сетчаткой В) за сетчаткой глаза</p>
<p><b>111. Какова роль зрачка в зрительном восприятии:</b> А) пропускает световые лучи и регулирует величину светового потока Б) обеспечивает рефракцию В) обеспечивает аккомодацию</p>	<p><b>112. Укажите соответствие.</b> 1) рецепторы зрительной системы 2) проприорецепторы А) первичные Б) вторичные В) медленно адаптирующиеся Г) быстро адаптирующиеся</p>
<p><b>113. Чувствительность к свету у колбочек в сравнении с палочками:</b> А) одинаковая Б) в 500 раз выше В) в 500 раз ниже</p>	<p><b>114. Одним из механизмов, обеспечивающих ясное видение разноудаленных предметов является:</b> А) сенсбилизация Б) индукция; В) иррадиация; Г) аккомодация</p>
<p><b>115. Что называют желтым пятном:</b> А) лишённую фоторецепторов часть сетчатки Б) место наилучшего видения, где находятся в основном колбочки</p>	<p><b>116. Какой показатель используют для определения остроты зрения:</b> А) наименьший угол зрения, при котором глаз способен видеть две точки отдельно Б) наибольший угол зрения, при котором глаз способен видеть две точки отдельно В) наименьшее расстояние, при котором глаз наиболее четко видит предмет</p>
<p><b>117. Какова роль системы вкуса в жизнедеятельности:</b></p>	<p><b>118. Какова роль системы обоняния:</b> А) способствует ориентации в</p>

<p>А) участвует в формировании аппетита и эмоций</p> <p>Б) участвует в регуляции пищеварения</p> <p>В) участвует в обеспечении постоянной температуры тела</p>	<p>окружающей среде</p> <p>Б) участвует в формировании пищевого поведения</p> <p>В) участвует в формировании эмоций</p> <p>Г) обеспечивает координацию движений</p>
<p><b>119. Боль выполняет следующие функции:</b></p> <p>А) сигнальное значение</p> <p>Б) контроль целостности тканей и параметров гомеостаза</p> <p>В) является мотивацией</p> <p>Г) все ответы верны</p>	<p><b>120. Неприятное ощущение или эмоциональное переживание, возникающее в связи с настоящей или потенциальной угрозой повреждения тканей называют:</b></p> <p>А) эмоция</p> <p>Б) боль</p> <p>В) мотивация</p> <p>Г) поведение</p>
<p><b>121. Формирование вкусовых ощущений обусловлено раздражением следующих рецепторов ротовой полости:</b></p> <p>А) осмотических</p> <p>Б) химических</p> <p>В) температурных</p> <p>Г) все ответа верны</p>	<p><b>122. К каким эффектам приводит учащение импульсов, поступающих в ЦНС от мышечных веретен сгибателей конечностей?</b></p> <p>А) сокращение сгибателей</p> <p>Б) сокращение разгибателей</p> <p>В) расслабление сгибателей</p> <p>Г) одновременное сокращение сгибателей и разгибателей</p>
<p><b>123. Каковы функции вестибулярной сенсорной системы</b></p> <p>А) ориентировка в пространстве</p> <p>Б) перераспределение тонуса мышц при прямолинейных ускорениях</p> <p>В) перераспределение тонуса мышц при угловых ускорениях</p> <p>Г) все ответы верны</p>	<p><b>124. Какие факторы вызывают возбуждение рецепторов отолитового аппарата</b></p> <p>А) центробежные силы</p> <p>Б) угловые ускорения</p> <p>В) равномерное вращение</p> <p>В) прямолинейное движение</p>
<p><b>125. Какие факторы вызывают возбуждение рецепторов полукружных каналов</b></p> <p>А) равномерное прямолинейное движение</p> <p>Б) угловые ускорения в горизонтальной плоскости</p> <p>В) угловые ускорения в сагиттальной плоскости</p> <p>Г) угловые ускорения во фронтальной плоскости</p>	<p><b>126. Какие виды чувствительности обеспечивает кожный анализатор</b></p> <p>А) тактильная</p> <p>Б) температурная</p> <p>В) болевая</p> <p>Г) все ответы верны</p>
<p><b>127. При каком состоянии скелетной мышцы возбуждаются сухожильные рецепторы</b></p> <p>А) расслабление</p> <p>Б) растяжение</p> <p>В) сокращение</p> <p>Г) покой</p>	<p><b>128. Какие нейроны осуществляют повышение возбудимости интрафузальных мышечных веретен</b></p> <p>А) альфа-мотонейроны</p> <p>Б) клетки Реншоу</p> <p>В) вегетативные нейроны боковых рогов</p> <p>Г) гамма-мотонейроны</p>

## 7. ЦИФРОВОЙ СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Величина латентного периода для различных анализаторов (секунды):

- тактильный (прикосновение) 0,09-0,22
- слуховой (звук) 0,12-0,18
- зрительный (свет) 0,15-0,22
- обонятельный (запах) 0,31-0,39
- температурный (тепло/холод) 0,28-1,6
- вестибулярный (вращение) 0,4
- болевой (рана) 0,13-0,89 (около 370 мс в среднем)

*Характеристики зрительного анализатора*

Абсолютная слепящая яркость наступает при:  $2,25 \times 10^5$  кд/м<sup>2</sup>

Бинокулярное зрение в горизонтальном направлении охватывает: 120-180°, по вертикали вверх 55-60°, вниз 65-70°

Дальтонизм встречается у 8% мужчин.

Диапазон аккомодации: 10-14 Д

Дифференциальный порог световой чувствительности: 1-1,5%

Инерция зрения: 0,03 – 0,1 с

Критическая частота слияния мельканий: от 14 до 70 Гц (для исключения слияния мельканий проецирование сигналов должно быть с частотой 2-8 Гц)

Максимальная частота вспышек, при которой они воспринимаются отдельно: 20 Гц

Минимальная продолжительность фиксации взгляда на предмете: 0,2 - 0,5 с

Наиболее близкое расстояние, при котором изображение фокусируется на сетчатку: 7-10 см, с возрастом увеличивается до 75 см.

Оптимальная освещенность: 100-700 лк

Острота зрения в норме: 1 угловая минута или в относительных единицах – 1

Ошибка восприятия пространства: 12% при дистанции 30 м

Поле зрения для бесцветных предметов: 150 угловых градусов по горизонтали и 130 градусов по вертикали.

Показатели преломления:

- роговицы 1.37
- стекловидного тела 1.33
- наружного слоя хрусталика 1,38
- ядра хрусталика 1.440
- Поле зрения:
- книзу 700
- внутрь 600
- кверху 600
- кнаружи 900

Полный диапазон световой чувствительности:  $3 \times 10^{-8}$ - $2,25 \times 10^5$  кд (кандел) /м<sup>2</sup>

Порог обнаружения сигнала при большей яркости: 0,001с при длительности вспышки 0,1 с

Порог разрешения остроты зрения: 1-5 угловых минут.

Пороговая световая чувствительность:  $1 \times 10^{-17}$ -  $10 \times 10^{-18}$

Привыкание к темноте (темновая адаптация): от нескольких секунд до нескольких минут (за 10 мин чувствительность увеличивается в 50-80 раз; за 10-60 мин – в десятки тысяч раз).

Световой порог: 1-1,6%

Сила аккомодации: 10 диоптрий

Скорость движения, которую может воспринимать глаз:

- минимальная 5° в 1 с

- максимальная  $30-40^{\circ}$  в 1 с

Суммарная преломляющая сила поверхностей и сред глаза без аккомодации: около 60 Д (диоптрий), а при максимальном приближении предмета – 70

Угол зрения: 1 угловая минута.

Четкое различение деталей возможно в центральной части поля зрения размером  $3^{\circ}$  по оси во все стороны

Чувствительность палочек в 500 раз выше, чем колбочек

#### *Характеристики слухового анализатора*

Временной порог слуха:

- у детей 12-15 мс
- в 25 лет 3-5 мс

Давление звука, падающее на барабанную перепонку, в 3 раза больше, чем в свободном звуковом поле

Дифференциальный порог: по частоте – 1-2 Гц; по громкости – 0,59 дБ, по направлению источника звука – около 1 углового градуса.

Диапазон частот звуковых колебаний, воспринимаемых системой слуха: 16-20 000 Гц

Длительность сигнала, достаточная для его обнаружения: 0,1 с

Минимально заметные различия составляют (дифференциальный порог):

2-3 Гц на частотах менее 10 Гц, для частот более 10 Гц: 0,3% частоты звукового сигнала

На слуховой перепонке имеется 23500 нервных окончаний.

Наиболее чувствительно ухо человека к диапазону частот: 1000 – 4000 Гц (характерны для человеческой речи)

Оптимальными являются сигналы, поступающие с частотой 2-3 Гц

Система слуховых косточек обеспечивает увеличение давления звуковой волны при передаче с барабанной перепонки на перепонку овального окна в 60-70 раз

#### *Характеристик кожного анализатора*

Абсолютный порог составляет:

- для тепловых рецепторов  $0,2^{\circ}$
- для холодовых  $0,40^{\circ}$

Время адаптации тактильных рецепторов: 2-20 с

Временной порог тактильной чувствительности: около 2 мс

Вибрацию человек ощущает при колебательной скорости  $1 \times 10^{-4}$  м/с, при скорости 1 м/с возникают болевые ощущения.

Дифференциальная чувствительность терморепторов: до  $0,2^{\circ}$  С

Диапазон ощущения вибрации: 5-12000 Гц, наиболее высока чувствительность к частотам 200-250 Гц, при частоте больше 16-20 Гц вибрация сопровождается шумом.

Количество тактильных рецепторов: около 500 000, холодовых 250 000, тепловых 30 000.

Критическая частота прикосновений, при которой каждое воспринимается как отдельное 5-20 Гц (чаще – ощущение вибрации)

Критическая частота слияния дискретных болевых раздражителей 3 Гц

Пространственный порог тактильной чувствительности (наименьшее расстояние между двумя точками, прикосновение к которым воспринимается раздельно):

- для спины 60 мм
- для кончиков пальцев 2 мм

Плотность рецепторов на грудной клетке:

- 196 болевых
- 29 осязательных

- холодových
- 0,3 тепловых

Плотность рецепторов на тыльной части кисти:

- 188 болевых
- 14 осязательных
- 7 холодových
- 0,5 тепловых на см<sup>2</sup>

Плотность тактильных рецепторов на 1 см<sup>2</sup>:

- голени 9-10
- кожи головы 160-300
- Порог болевой чувствительности 6
- кожи живота 15-20 г/мм<sup>2</sup>
- кончиков пальцев 300 мг/мм<sup>2</sup>

Порог различения тактильных рецепторов в среднем: примерно 0,07 исходной величины давления (или 1/30 начальной величины)

Порог различительной чувствительности температурных рецепторов: примерно 1<sup>0</sup>С

Пороги ощущений тактильной чувствительности:

- для кончиков пальцев руки 3 г/мм<sup>2</sup>
- на тыльной стороне пальца 5 г/мм<sup>2</sup>
- на тыльной стороне кисти 12 г/мм<sup>2</sup>
- на животе 26 г/мм<sup>2</sup>
- на пятке 250 г/мм<sup>2</sup>

Пороговая плотность потока тепла, вызывающего болевое ощущение: 88 Дж (м х с)

Различительная способность для: кончика языка – 1,1 мм, губ и ладонной поверхности пальцев – 2,2 мм, кончик носа – 6,8 мм, середина ладони – 8,9 мм, тыльная поверхность кисти руки – 31 мм, предплечье и голень – 40,5 мм, спина 54, 1 мм.

Температура кожи:

- на лбу 34-35
- на лице 20-25
- на животе 34,
- на стопах ног 25-27

#### *Характеристики кинестетического анализатора*

Диапазон скоростей, развиваемых движущимися руками человека 0,01-8000 см/с, наиболее частые скорости 5-800 см/с

Номинальная сила кисти: 450-650 Н (тренировками может быть доведена до 900 Н)

Пороговое ускорение прямолинейного движения: 2 см/с

Порог различения наклонов головы: 1 угловой градус

Сила сжатия в среднем:

- для правой руки – 500 Н
- для левой руки – 440 Н

#### *Характеристики вкусового и обонятельного анализаторов*

Восстановление вкусовой чувствительности после действия различных раздражителей заканчивается через 10-15 мин

Обонятельная поверхность носовой полости человека: около 5 см<sup>2</sup>

Порог различения силы запаха – 30-60% от исходной интенсивности

Различительная чувствительность составляет около 20%

Человек имеет: около 60 млн обонятельных клеток, собака 125 млн

Человек имеет: до 2 тысяч вкусовых почек

#### *Характеристики вестибулярного аппарата*

Порог различения ускорения при прямолинейном движении: 2-20 см/с

Порог различения наклона тела:

- вперед и назад при закрытых глазах: 1,5-2,00
- в стороны около 10

Порог различения вращения относительно вертикальной оси: от 0,8 до 2,4<sup>0</sup> в секунду углового ускорения

## 8. СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ

**Абсолютный порог чувствительности** – минимальная сила адекватного стимула, достаточная для генерации потенциалов действия в первичном сенсорном нейроне.

**Адаптация зрительного анализатора** – адаптация зрительного анализатора к уровню освещенности; различаются темновую адаптацию – увеличение чувствительности с уменьшением освещенности; световую адаптацию – снижение чувствительности в ответ на увеличение освещенности.

**Адаптация рецепторов** – общее свойство всех рецепторов, заключающееся в приспособлении к силе раздражителя; А.р. проявляется в снижении чувствительности к постоянно действующему раздражителю.

**Аккомодация** – приспособление глаза к получению на сетчатке фокусного изображения видимых объектов путем изменения преломляющей среды хрусталика.

**Анализ информации** – различение всех действующих на организм раздражителей (их виды, силы, продолжительности, локализации) с помощью возникающих ощущений.

**Анализатор.** См. сенсорная система.

**Ахромазия** – полная цветовая слепота при поражении колбочкового аппарата сетчатки, все цвета воспринимаются как оттенки серого.

**Барорецепторы** – интерорецепторы, воспринимающие механическое растяжение стенки полого органа (кишки, сосуда и т. п.), обусловленное давлением его содержимого.

**Бинауральный слух** – восприятие звуков с помощью обеих ушей и симметричных (правой и левой) частей слуховой системы; Б. с. позволяет локализовать источник звука в пространстве за счет детекции различий основных характеристик звуковых сигналов, поступающих на разные уши.

**Бинокулярное зрение** – различение степени смещения на сетчатке правого и левого глаз изображения разноудаленных предметов от изображения точки фиксации.

**Близорукость.** См. Варианты рефракции.

**Болевая сенсорная система** (ноцицептивная сенсорная система) – осуществляет формирование болевых ощущений (боли), которые возникают при действии болевых факторов.

**Варианты рефракции** – отсутствие необходимого фокусирования изображения на сетчатке глаза. Различают: 1) миопию – близорукость, главный фокус находится перед сетчаткой вследствие увеличения продольной оси глаза или увеличения преломляющей способности оптической системы глаза; 2) гиперметропия – дальнозоркость, главный фокус находится за сетчаткой вследствие короткой продольной оси глаза; 3) астигматизма – вид нарушения рефракции, при котором отсутствует возможность схождения лучей в одной точке сетчатки вследствие различной кривизны роговицы на разных ее участках, в результате чего главный фокус в одном месте может попадать на сетчатку в другом находиться перед ней или за ней, что искажает воспринимаемое изображение.

**Вестибуло-вегетативные рефлексы** – вызывают активизацию сердечно-сосудистой системы, пищеварительного тракта и других внутренних органов; реакции резко выражены при болезни движения (укачивания).

**Вестибуло-соматические рефлексы** – вызывают динамическое перераспределение тонуса скелетной мускулатуры и включаются рефлекторные реакции, необходимые для сохранения равновесия; представлены вестибуло-спинальными, вестибуло-мозжечковыми рефлексами.

**Вестибуло-глазодвигательные рефлексы (глазной нистагм)** – состоят в медленном движении глаз в противоположную вращению сторону, сменяющемся скачком глаз обратно.

**Вестибулярный аппарат** – система образований, расположенная в пирамиде височной кости, состоит из костного и перепончатого лабиринтов, образующих полости преддверия и полукружные каналы, в которых расположены соответственно отолитовый и ампулярный аппарат.

**Вестибулярная сенсорная система** – обеспечивает мозг информацией о положении головы в пространстве, о действии гравитации и сил, вызывающих линейные или угловые ускорения; функция необходима для поддержания равновесия, т. е. устойчивого положения тела в пространстве, и для пространственной ориентации человека. Периферический отдел – расположенный во внутреннем ухе вестибулярный аппарат; проводниковый отдел – вестибулярные ядра продолговатого мозга и таламуса; корковый отдел – проекционная область коры в постцентральной извилине. Адекватными раздражителями являются гравитация и силы, сообщающие телу линейное или угловое ускорение; рецепторы В.с.с. являются механорецепторами; особенность В.с.с.: значительная часть перерабатываемой в ней сенсорной информации используется для автоматической регуляции функций, осуществляемой без сознательного контроля.

**Вестибулярные рефлексы** – реакции, возникающие в ответ на раздражение вестибулярного аппарата. Важнейшими из этих реакций являются следующие: вестибуло-соматические, вестибуло-вегетативные и вестибуло-глазодвигательные. См. соответствующие статьи.

**Висцеральная сенсорная система (интерорецептивная сенсорная система)** – воспринимает изменения внутренней среды организма и поставляет центральной и автономной нервной системе информацию, необходимую для рефлекторной регуляции работы всех внутренних органов. Периферический отдел – различные по функциям интерорецепторы; проводниковый отдел – симпатические нервы, передающие информацию в структуры мозга и подкорковые ядра, таламус; центральный отдел – сенсорная кора больших полушарий, лимбическая система.

**Вкусовая сенсорная система** – обеспечивает восприятие и анализ химических раздражителей при действии на рецепторы языка и формирование вкусовых ощущений; значение – оценка съедобности пищи, участие в секреции пищеварительных соков. Рецепторный отдел – вторичные контактные хеморецепторы (вкусовые почки и сосочки); проводниковый отдел – черепно-мозговые нервы (барабанная струна и языкоглоточный нерв), передающие информацию в продолговатый мозг, таламус, гипоталамус, миндалину; центральный отдел – центр вкуса коры больших полушарий. В.с.с. дает ощущение четырех качеств: сладкое, кислое, соленое, горькое.

**Внутреннее ухо** – перепончатый лабиринт, система сообщающихся друг с другом тонкостенных полостей (мешочков) и протоков, заполненных эндолимфой и погружённых в костный лабиринт; во В.у. расположены воспринимающие части органов слуха и равновесия — улитка и вестибулярный аппарат.

**Воздушная проводимость** – проведение звуковых колебаний до рецепторных клеток спирального (кортиева) органа через звукопроводящий аппарат уха.

**Вторичные сенсорные зоны коры** – располагаются вокруг первичных зон, менее локализованы, представлены полимодальными нейронами, реагирующими на действие нескольких раздражителей, осуществляющими взаимодействие анализаторов и более сложную переработку сенсорной информации.

**Вторичный рецептор** – специальная рецепторная клетка, синаптически связанная с окончанием дендрита чувствительного нейрона.

**Гетерофория** – отклонение глазных яблок от правильного (симметричного) положения при исключении условий для бинокулярного зрения, которое, в отличие от явного косоглазия, при Г. сохранено.

**Глаз как оптическое устройство** – периферический отдел зрительной сенсорной системы; структура: 1) глазное яблоко, содержащее светорегулирующий (зрачок), светопреломляющий (роговица, жидкость передней камеры глаз, хрусталик, стекловидное тело) и световоспринимающий (сетчатка) аппарат; 2) защитные приспособления: наружные оболочки глаза (склера и роговица), слезный аппарат, веки, ресницы, брови; 3) двигательный аппарат (три пары глазных мышц – наружная и внутренняя, верхняя и нижняя прямые, верхняя и нижняя косые).

**Глазодвигательный аппарат** – три пары глазных мышц – наружная и внутренняя, верхняя и нижняя прямые, верхняя и нижняя косые.

**Дальнозоркость.** См. Варианты рефракции

**Дальтонизм (протанопия)** – слепота на красный и зеленый цвета, оттенки красного и зеленого цвета не различаются, сине-голубые лучи кажутся бесцветными.

**Дейтеранопия** – слепота на красный и зеленый цвета, нет отличий зеленого цвета от темно-красного и голубого.

**Дистантные рецепторы** – одна из двух разновидностей экстероцепторов; Д. р. реагируют на раздражения, исходящие от удаленного от организма объекта; Д.р. являются рецепторы глаза и уха.

**Дифференциальный порог чувствительности** – минимальный прирост силы стимула, сопровождающийся значимым изменением реакции сенсорного нейрона.

**Дифференцировочное торможение условных рефлексов** – вариант условного торможения условных рефлексов, вырабатываемое многократной поочередной подачей ряда сходных друг с другом раздражителей, среди которых подкрепляется только один; вначале организм реагирует на оба раздражителя, через некоторое время остается реакции только на подкрепляемый условный раздражитель.

**Желтое пятно** – место наилучшего видения, где находятся преимущественно колбочки, а в его центральной ямке – только колбочки.

**Зрительная память** – один из видов памяти, характеризующийся тем, что люди, ею обладающие, легче запоминают впечатления, полученные ими при посредстве зрения; так, при заучивании наизусть они быстрее достигают этого, если сами читают, чем, если им читают вслух, т. к. при передаче прочитанного в их сознании возникают зрительные образы прочитанного, страницы и строчки, на которых это написано.

**Зрительная сенсорная система** – воспринимает электромагнитные излучения с динами волн видимого диапазона (400-760 нм) и образует световые ощущения. Периферический отдел – светопреломляющий аппарат глаза и сетчатка; проводниковый отдел – зрительный нерв, зрительный тракт после перекреста (хиазмы), обеспечивающего каждое полушарие большого мозга информацией от обоих глаз, таламус, глазодвигательные центры ствола мозга, гипоталамус, двуххолмие среднего мозга; корковый отдел – зрительная кора больших полушарий.

**Интерорецепторы** – чувствительные нервные окончания, воспринимающие раздражения из внутренней среды организма; рассеяны в кровеносных сосудах и внутренних органах; к И.р. относят барорецепторы, осморорецепторы, проприорецепторы и др.

**Интерорецептивные условные рефлексы** – условные рефлексы, вырабатываемые на физические и химические раздражения интерорецепторов, обеспечивающие физиологические процессы гомеостатической регуляции функции внутренних органов.

**Интерорецептивная сенсорная система.** См. висцеральная сенсорная система.

**Интрафузальные мышечные веретена.** См. Проприорецепторы.

**Йодопсин** – название зрительных пигментов колбочек сетчатки, участвующих в механизме цветового зрения.

**Кинестетическая, двигательная, проприорецептивная сенсорная система** – сенсорная система, при возбуждении которой возникает так называемое мышечное чувство, с помощью которого организм определяет силу мышечных сокращений,

положение частей тела относительно друг друга, движение частей тела и его скорость (чувство движения), что обеспечивает координацию движений, участвует в регуляции мышечного тонуса, способствуя поддержанию естественной позы.

**Классификация рецепторов** – различают по специфической чувствительности к разным стимулам, строению и местоположению. По специализации к восприятию определенного вида информации различают: зрительные, слуховые, обонятельные, вкусовые, осязательные рецепторы, термо-, проприо- и вестибулорецепторы, рецепторы боли. В зависимости от локализации: внешние (экстерорецепторы) и внутренние (интерорецепторы). По характеру контакта с раздражителем рецепторы делятся на дистантные и контактные. В зависимости от вида воспринимаемого раздражителя: фоторецепторы, механорецепторы, хеморецепторы, терморецепторы, болевые (ноцицептивные) рецепторы. В зависимости от строения: первично-чувствующие (специализированные окончания чувствительного нейрона) и вторично-чувствующие (клетки эпителиального происхождения, способные к образованию рецепторного потенциала в ответ на адекватный стимул). По степени специфичности: мономодальные (один вид раздражителя) и полимодальные (несколько типов раздражителей).

**Колбочки.** См. Фоторецепторы.

**Контактные рецепторы** – одна из двух разновидностей экстерорецепторов возбуждающиеся при непосредственном соприкосновении с раздражителем (вкусовые, тактильные).

**Косоглазие** – расстройство координированного движения глаз: при направлении одного глаза на обозреваемый предмет другой отклоняется в сторону виска (расходящееся косоглазие) или носа (сходящееся косоглазие).

**Костная проводимость** – проведение звуковых колебаний до рецепторных клеток спирального (кортиева) органа через кости черепа.

**Механизм передачи звуков** – звуковые колебания улавливаются ушной раковиной и по наружному слуховому проходу передаются барабанной перепонке, которая начинает колебаться в соответствии с частотой звуковых волн. Колебания барабанной перепонки передаются цепи косточек среднего уха и при их участии мембране овального окна. Колебания мембраны окна преддверия передаются перилимфе и эндолимфе, что вызывает колебания основной мембраны вместе с расположенным на ней кортиевым органом. При этом волосковые клетки своими волосками касаются текториальной мембраны и вследствие механического раздражения в них возникает возбуждение, которое передается далее на волокна преддверно-улиткового нерва.

**Механорецепторы** – чувствительные нервные окончания, воспринимающие механические раздражения извне (осязательные, болевые, слуховые и др.) или во внутренних органах (их воспринимают барорецепторы, вестибулорецепторы, проприоцепторы и др.).

**Мышечный баланс глаза** – определяет четкий поворот глазных яблок; нарушение мышечного баланса глаза приводит к нечеткости и раздвоению изображения; при небольших нарушениях сбалансированности мышечных усилий наблюдается небольшое скрытое, или физиологическое, косоглазие, которое в бодром состоянии человек компенсирует волевой регуляцией; при значительных нарушениях формируется явное косоглазие.

**Наружное ухо** – структура органа слуха, обеспечивающая улавливание звука и усиление его интенсивности за счет концентрации воздушного потока в наружном слуховом проходе, защищающая барабанную перепонку от воздействия внешней среды.

**Нистагм** – произвольные, быстро повторяющиеся движения глазных яблок из стороны в сторону (дрожание глаз).

**Обонятельная сенсорная система** – обеспечивает оценку качества внешней среды (например, воздуха, пищи), участвует в регуляции системы пищеварения, коммуникационных функций, эмоциональных состояний. Периферический отдел –

обонятельные рецепторы носа, адекватным раздражителем для которых являются летучие органические молекулы; проводниковый отдел – обонятельный нерв, обонятельная луковица переднего мозга, обонятельный путь состоящий из аксонов митральных клеток; корковый отдел – отделы обонятельного мозга (структура переднего мозга): паргиппокампальная извилина, гиппокамп, таламус, лобноорбитальная кора.

**Органы чувств** – периферические структуры, воспринимающие и частично анализирующие изменения внешней среды организма, возбуждение которых ведет к возникновению ощущений

**Ортофория** – нормальное состояние двигательного аппарата глаз, характеризующееся тем, что при исключении условий для бинокулярного зрения не происходит отклонения глазных яблок от правильного (симметричного) положения.

**Осморецепторы** – концевые образования чувствительных нервов, реагирующие на изменение концентрации осмотически активных веществ, т.е. осмотического давления окружающей их жидкости.

**Острота зрения** – наименьший угол зрения, при котором глаз еще способен видеть две точки отдельно.

**Острота слуха** – чувствительность слухового анализатора, характеризуется абсолютным и разностным (дифференциальным) порогами слуховых ощущений.

**Осязание** – совокупность ощущений, возникающих при раздражении рецепторов слизистых и кожи (прикосновение, давление, вибрация, щекотка, температура, боль) и рецепторов опорно-двигательного аппарата (мышц, суставов, связок, т.е. проприорецепторов).

**Отолитовый аппарат** – часть вестибулярного аппарата, представленная пятном маточки, пятном мешочка и статолитами; рецепторы О. а. реагируют на прямолинейное ускорение и изменение силы тяжести.

**Палочки.** См. Фоторецепторы.

**Паттерн возбуждения** – кодирование информации об изменении интенсивности раздражителя, изменением числа и распределения импульсов — их количества в пачке, интервалов между пачками, продолжительности отдельных пачек импульсов, числа одновременно возбужденных рецепторов и соответствующих нервных волокон.

**Первичные рецепторы.** См. Классификацию рецепторов.

**Первичные сенсорные зоны коры** – представлены высокодифференцированными, мономодальными нейронами. Происходит формирование ощущений (сенсорных образов), осознанное и подсознательное восприятие действия раздражителей.

**Периферическое зрение** – зрение, осуществляемое периферическими областями сетчатки, характеризуется полем зрения.

**Поле зрения** – границы видимо пространства при неподвижном стоянии глазного яблока.

**Порог ощущения** – минимальная сила адекватного раздражителя, вызывающая возбуждение рецепторов, которое воспринимается субъективно в виде ощущения.

**Проприоцепторы** – информируют организм о положении частей тела и конечностей относительно всего тела, участвуют в управлении опорно-двигательным аппаратом, в поддержании тонуса ЦНС и скелетной мускулатуры, что способствует сохранению естественной позы.

**Проприоцептивные условные рефлексы** – рефлексы, формируемые на раздражение собственных рецепторов поперечнополосатой мускулатуры туловища и конечностей, составляющие основу всех двигательных навыков животных и человека.

**Пространственный порог тактильной чувствительности** – наименьшее расстояние между двумя точками на коже, одновременное прикосновение к которым воспринимается раздельно.

**Различительный порог чувствительности** – См. Дифференциальный порог чувствительности.

**Рефракция** – отклонение световых лучей при прохождении ими границы двух прозрачных сред с различной оптической плотностью; Р. возникает также при попадании световых лучей в глаз, когда они проходят из воздуха через среды глаза (роговицу, жидкость камер, хрусталик и стекловидное тело), чтобы сфокусироваться на сетчатке.

**Рецептор** – окончание дендрита чувствительного нейрона (первичный рецептор) или специальная рецепторная клетка, синаптически связанная с окончанием дендрита чувствительного нейрона (вторичный рецептор), осуществляющие восприятие раздражителей и первичный их анализ.

**Рецепторный потенциал** – изменение величины мембранного потенциала рецепторов ответ на действие стимула.

**Родопсин** – зрительный пигмент, состоит из белка опсина и альдегида витамина А, содержится в палочках и колбочках, в последних три вида опсина: красный, синий, зеленый.

**Светопроводящие среды глаза** – сложная оптическая система, позволяющая получать на сетчатке глаза четкое изображение предметов окружающего мира; основными преломляющими средами глаза являются роговица, влага передней камеры, хрусталик, стекловидное тело.

**Сенсорная модальность** – совокупность ощущений, обеспечиваемых какой-либо одной сенсорной системой.

**Сенсорная система** – совокупность центральных и периферических структур нервной системы, обеспечивающих восприятие раздражителей внешней и внутренней среды организма, их анализ и участвующих в формировании ответной реакции. С.с имеет три отдела: 1) периферический: рецепторы в органах чувств, в опорно-двигательном и вестибулярном аппаратах, во внутренних органах; 2) проводниковый: афферентные нейроны и проводящие пути всех отделов ЦНС до коры большого мозга; 3) центральный (корковый) отдел локализуется в сенсорной коре большого мозга (проекционные зоны).

**Слепое пятно** – лишенная фоторецепторов часть сетчатки, соответствующая месту выхода зрительного нерва и не чувствительная к световому раздражителю.

**Среднее ухо** – звукопроводящий отдел в барабанной полости, содержит три слуховые косточки, передающие колебания воздуха во внутреннее ухо.

**СтатокINETические рефлексЫ.** См. Вестибулярные рефлексЫ.

**Суставные рецепторы.** См. Проприорецепторы.

**Сухожильные рецепторы.** См. Проприорецепторы.

**Тактильная сенсорная система** – обеспечивает восприятие и анализ информации с рецепторов кожи, видимых слизистых оболочек, опорно-двигательного аппарата с последующим формированием ощущений прикосновения, давления, вибрации. Периферический отдел – механорецепторы (давления, прикосновения, вибрации); проводниковый отдел – чувствительные нервы, проходящие через спинной и продолговатый мозг в зрительные бугры (таламус), в которых имеется топографическая проекция кожи, и частично в ретикулярную формацию; корковый отдел – первичная и вторичная сенсомоторная кора больших полушарий.

**Температурная сенсорная система** – обеспечивает восприятие и анализ температуры окружающей среды или внутренних органов. Периферический отдел – периферические терморецепторы (тепловые и холодные) кожи, кожных и подкожных сосудов, терморецепторы внутренних органов; проводниковый отдел – латеральный спиноталамический путь, через продолговатый мозг, мост, ножки среднего мозга к таламусу, часть волокон в ядра ствола мозга и гипоталамуса, являющегося ядром центра терморегуляции; корковый отдел – постцентральная извилина, обеспечивает восприятие и осознание температурного раздражителя, формирование условнорефлекторных реакций на термические раздражения, осуществляет регуляцию по прогнозированию или упреждению.

**Терморцепторы** – рецепторы, расположенные на кожной поверхности и во внутренних органах и служащие для контроля за температурными изменениями; выделяют холодные, с оптимумом чувствительности 28 - 38 градусов, и тепловые, с оптимумом 35 - 43 градуса; кожных холодных рецепторов больше по количеству, чем тепловые; существуют особые терморцепторы в гипоталамусе, контролирующие температуру крови.

**Точка ближайшего видения** – предельный пункт приближения предмета к глазу, с которого этот предмет может быть воспринят отчетливо; расстояние от роговицы, выраженное в сантиметрах или в диоптриях (D), определяет рефракцию глаза, усиленную до крайних пределов аккомодации.

**Третичные сенсорные зоны коры** – ассоциативная кора, обработка сенсорной информации и использование ее для формирования психофизиологических процессов (восприятий, эмоций, мышления и т.д.).

**Тританопия** – не различаются синий и фиолетовый цвета.

**Трихроматическая, трехкомпонентная теория цветовосприятия** – три типа пигментов, обладающих наибольшей чувствительностью к сине-фиолетовому, зеленому или красному цветам; разная активность красного, зеленого и синего пигментов обеспечивает формирование ощущений различных цветов и их оттенков.

**Угол зрения** – угол, образованный двумя лучами, идущими от двух крайних точек рассматриваемого предмета или его деталей через узловую точку глаза.

**Узловая точка глаза** – точка в оптической системе глаза, через которую лучи идут, не преломляясь.

**Фоторецепторы** – колбочки и палочки, вторичные рецепторы, располагающиеся на сетчатке глаза, в желтом пятне преимущественно колбочки, обеспечивающие дневное и цветное зрение, на периферии сетчатки – колбочки, обеспечивающие сумеречное зрение; Ф.р. адаптируются со средней скоростью.

**Хеморецепторы** – чувствительные нервные окончания, воспринимающие химические раздражения (в т. ч. изменения в обмене веществ).

**Цветовое зрение** – способность зрительного анализатора реагировать на изменение светового диапазона между коротковолновым – фиолетовым цветом (длина волны от 400 нм) и длинноволновым – красным цветом (длина волны 700 нм) с форматированием цветоощущения.

**Центральное зрение** – зрение, обуславливающее восприятие объекта, фиксируемого взглядом; осуществляется рецепторами области центральной ямки желтого пятна сетчатки и характеризуется максимальной остротой.

**Частотное кодирование** – кодирование информации о силе действующего на рецепторы стимула частотой потенциалов действия, возникающих в сенсорном нейроне.

**Экстерорецепторы** – обширная группа специализированных чувствительных образований, воспринимающих раздражения, действующие на организм из окружающей его внешней среды. Э. расположены на поверхности тела (включая слизистые оболочки носа, ротовой полости и поверхности языка); в зависимости от природы воспринимаемого адекватного раздражителя различают механорецепторы кожи (тактильные), хеморецепторы (органы вкуса и обоняния), терморцепторы кожи, фоторецепторы, рецепторы органов слуха и равновесия.

**Экстероцептивные условные рефлексы** – рефлексы, образуемые на стимулы, воспринимаемые наружными внешними рецепторами тела, обеспечивающие адаптивное (приспособительное) поведение животных и человека в условиях изменяющейся внешней среды.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### *Основная литература*

Солодков, А.С. Физиология человека. Общая, спортивная, возрастная: Учебник для высших учебных заведений физической культуры / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – М., 2001. – 520 с.

Физиология мышечной деятельности: Учебник для институтов физической культуры / Под ред. Я.М. Коца. – М., 1982. – 446 с.

Физиология физического воспитания и спорта: Учебник для студентов средних и высших учебных заведений / В.М. Смирнов, В.И. Дубровский. – М., 2002. – 608 с.

Физиология человека: Учебник для вузов Ф.К. под ред. В.И. Тхоревского – М., 2001. – 492 с.

Физиология человека: Учебник для институтов физической культуры / Под общ. ред Н.В. Зимкина – М., 1975. – 495 с.

### *Дополнительная литература*

Батуев А.С. Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Питер, 2012. – 317 с.

Бортный Н.А. Нормальная физиология: учебное пособие / Н.А. Бортный, Т.Н. Бортная. – М., 2009. – 384 с.

Гальперин С.И. Физиология человека и животных: Учебное пособие для студентов университетов и педагогических факультетов. – М., 1970. – 655 с.

Данилова Н.Н. Физиология высшей нервной деятельности / Н.Н. Данилова, А.Л. Крылова. – М.: Учебная литература, 1997. – 373 с.

Караулова Л.К. Физиология / Л.К. Караулова, Н.А. Красноперова, М.М. Расулов. – М., 2009. – 384 с.

Мышкин И.Ю. Физиология сенсорных систем и высшей нервной деятельности: учебное пособие. – Ярославль: ЯрГУ, 2008. – 168 с.

Основы физиологии человека / под ред. Н.А. Агаджаняна и др. – М.: РУДИ, 2001. – 408 с.

Словарь физиологических терминов /Под ред. Н.А. Агаджаняна. – М., 1987. – 446 с.

Смирнов В.М. Физиология сенсорных систем и высшая нервная деятельность / В.М. Смирнов, С.М. Будылина. – М.: Академа, 2003. – 303 с.

Современный курс классической физиологии: учебно-методическое пособие / под ред. Ю.В. Наточина, В.А. Ткачука. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 987 с.

Физиология человека / под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. – М.: Мир, 2000.

Фаллер А. Анатомия и физиология человека / А. Фаллер, М. Шюнке. – М., 2008. – 537 с.

Физиология сенсорных систем: учебное пособие для вузов / под общей ред. Я.А. Альтмана. – Санкт-Петербург: Паритет, 2003. – 349 с.

Физиология человека. Задачи и упражнения: Учебное пособие / Под ред. Ю.И. Савченкова. – Ростов н/Д, 2007. – 160 с.

Физиология человека: [учебник для студ. мед. и-тов] / [Е.Б. Бабский и др.]; под ред. Г.И. Косицкого. – Изд. 4е перераб. и доп. – М., 2009. – 559 с.

Фонсова Н.А. Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем. Ч. 1. Физиология сенсорных систем. / Н.А. Фонсова, В.А. Дубынин. – М.: Юрайт, 2021. – 64 с.

Шульговский В.В. Физиология высшей нервной деятельности с основами нейробиологии. – М.: Академа, 2003. – 460 с.