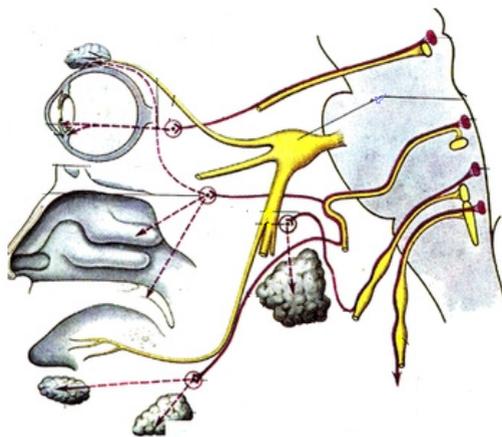


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ
СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Медицинский факультет

А.Г. Зарифьян, Т.Н. Наумова, В.П. Ильичев

ФИЗИОЛОГИЯ АНАЛИЗАТОРОВ

Учебное пособие



Бишкек • 2010

УДК 612
ББК 28.903
3 34

Рецензенты:

д-р мед. наук, профессор Р.Р. Тухватшин
д-р мед. наук, профессор Д.А. Алымкулов

Рекомендовано к изданию Ученым советом КРСУ
(пр. №2 от 29.09.09)

Допущено Министерством образования
и науки Кыргызской Республики в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений
(пр. № 236/1 от 12.05.10)

Зарифьян А.Г.

3 34 **ФИЗИОЛОГИЯ АНАЛИЗАТОРОВ:** Учебное пособие /
А.Г. Зарифьян, Т.Н. Наумова, В.П. Ильичев. – Бишкек: Изд-
во КРСУ, 2010. – 152 с.

ISBN 978-9967-05-645-9

В учебном пособии представлена современная информация об особенностях функционирования анализаторных систем человека для зрелого, развивающегося и стареющего организма. Содержание пособия полностью соответствует учебной программе по нормальной физиологии для медицинских вузов с учетом профилизации специальностей «лечебное дело», «педиатрия», «стоматология». Приведены иллюстрации, схемы, таблицы; многопрофильные вопросы для самоконтроля и тестовые задания, ситуационные задачи, что способствует усвоению сложного материала.

3 1910000000-10

ISBN 978-9967-05-645-9

УДК 612
ББК 28.903
© КРСУ, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
АНАЛИЗАТОРНЫЕ СИСТЕМЫ	5
Основополагающий материал	8
Основные процессы, происходящие в анализаторах	9
Кодирование информации в анализаторах	16
Свойства анализаторов	19
Пороги ощущений как критерии оценки чувствительности анализаторов	21
Регуляция деятельности анализаторов	22
Классификации анализаторов	23
Зрительный анализатор	25
Слуховой анализатор	40
Вестибулярный анализатор	46
Соматовисцеральный анализатор	51
Тактильная система	52
Температурная система	53
Проприоцептивная система	55
Висцеральная система	55
Болевая система	57
Физиологические основы и методы обезболивания	65
Вкусовой анализатор	66
Обонятельный анализатор	68
Особенности сенсорных систем стареющего организма	70
Особенности анализаторов в детском возрасте	72
Сенсорная функция ротовой полости	78
ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	83
ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ	97
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ	128
ОТВЕТЫ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ	138
ОТВЕТЫ К СИТУАЦИОННЫМ ЗАДАЧАМ	142
ЛИТЕРАТУРА	149

ВВЕДЕНИЕ

Живые организмы не могут существовать, не получая информации о состоянии и изменениях внешней и внутренней среды. Восприятие организмом материального мира происходит путем анализа поступающей информации. Информация – это совокупность сигналов, имеющих определенное значение для организма. Она направлена на взаимодействие организма с окружающей средой, образование связей между органами и системами внутри организма для поддержания его гомеостаза, обеспечивает координацию движений и сохранение естественной позы тела. Чем быстрее и точнее организм получает такую информацию, тем выше при прочих равных условиях его шансы в борьбе за существование.

Учение об анализаторах создал И.П. Павлов. Он выделил следующие отделы анализаторов: периферический, проводниковый и корковый. По И.П. Павлову анализ раздражения, начинающийся в рецепторах и завершающийся в коре, является единым процессом. Учение об анализаторах заложило основу понимания ощущений, восприятий, представлений как разнообразных форм чувственного отражения объективного мира в сознании человека, что является необходимым условием для процессов приспособления, поведения, обучения, познания, психической и физической деятельности. Болевая чувствительность имеет большое значение для организма и входит в комплекс симптомов многих заболеваний. Физиологическое значение анализаторов заключается также в том, что они, вводя информацию о внешней и внутренней среде в мозг, способствуют формированию и развитию самой центральной нервной системы (ЦНС).

Знание физиологических процессов и механизмов, лежащих в основе деятельности анализаторов, необходимо врачу любой специальности.

АНАЛИЗАТОРНЫЕ СИСТЕМЫ

Цель

1. Знать структуру и основные принципы деятельности анализаторов.
2. Знать особенности структуры и функции различных анализаторных систем.

Вопросы для самоподготовки

1. Учение И.П.Павлова об анализаторах. Основные принципы организации. Классификация анализаторных систем.
2. Рецепторный отдел анализаторов:
 - а) классификация рецепторов;
 - б) функции рецепторов;
 - в) механизм образования рецепторного потенциала.
3. Проводниковый отдел анализаторов, значение.
4. Роль коркового отдела анализаторов.
5. Кодирование информации в анализаторах.
6. Свойства анализаторов.
7. Пороги ощущений как критерии оценки чувствительности анализаторов.
8. Регуляция анализаторов.
9. Классификации анализаторных систем.
10. Характеристика зрительного анализатора:
 - а) общий принцип строения, роль различных элементов в светопроведении, светопреломлении, свето- и цветовосприятии; защитные приспособления;
 - б) зрачковые рефлексы;
 - в) оптическая система глаза, физиологические механизмы рефракции и аккомодации;
 - г) рецепторный аппарат глаза, механизмы свето- и цветовосприятия;

- д) проводниковый и центральный отделы зрительного анализатора;
 - е) бинокулярное зрение;
 - ж) механизмы зрительного восприятия в различных условиях.
11. Характеристика слухового анализатора:
- а) общий принцип строения (звукоулавливающий, звукопроводящий, звуковоспринимающий аппараты);
 - б) механизм восприятия и обработки звуковой информации;
 - в) биуральный слух и слуховая ориентация в пространстве.
12. Вестибулярный анализатор:
- а) роль в оценке положения тела в пространстве и при его перемещении;
 - б) рецепторный, проводниковый и корковый отделы анализатора при ускорениях и в состоянии невесомости;
 - в) тренировка вестибулярного анализатора.
13. Соматовисцеральный анализатор и его особенности:
- а) тактильная, температурная, проприоцептивная, висцероцептивная системы;
 - б) болевая (ноцицептивная) рецепция, классификация боли, механизмы восприятия боли, проводниковый и корковый отделы болевой системы, антиноцицептивная система, ее роль, физиологические основы и методы обезболивания.
14. Вкусовой, обонятельный анализаторы. Рецепторный, проводниковый и корковый отделы. Особенности восприятия запахов и вкусовых ощущений

Профильные вопросы

1. Для специальности «Лечебное дело»: особенности сенсорных систем стареющего организма.
2. Для специальности «Педиатрия»: особенности анализаторов в детском возрасте.
3. Для специальности «Стоматология»: сенсорная функция ротовой полости (тактильная, температурная, болевая рецепции, эндогенная система регуляции дентальной боли).

Домашнее задание

1. Нарисовать схему строения анализаторной системы.
2. Написать классификацию рецепторов.
3. Описать свойства анализаторов.
4. Написать классификацию видов боли.

Практические работы

1. Условно-рефлекторная регуляция деятельности анализаторов.
2. Определение пространственного порога.
3. Определение разностного порога.
4. Аккомодация глаза.
5. Наблюдение контрастных цветов.
6. Бинокулярное зрение.
7. Определение слепого пятна на сетчатке (опыт Мариотта).
8. Исследование устойчивости ясного видения.
9. Определение остроты зрения.
10. Зрачковые рефлексы.
11. Определение порога движения (или времени).
12. Определение костной и воздушной проводимости звуковых волн.
13. Адаптация температурного анализатора.
14. Выявление чувствительных точек кожи.
15. Определение порога вкусовой чувствительности.
16. Сенсibilизация и адаптация обонятельных рецепторов.
17. Взаимодействие обонятельного, вкусового и зрительного анализаторов.
18. Взаимодействие анализаторов на примере опыта Аристотеля.
19. Явление индукции в различных анализаторах.
20. Измерение кожно-гальванического рефлекса (КГР) при стимуляции анализаторов.

Основополагающий материал

Деятельность ЦНС невозможна без сенсорной (чувствительной) информации. Источником информации служит раздражитель, действие которого воспринимается рецепторами. Однако сам рецептор без нервного центра не может создать ощущение. Академик И.П. Павлов считал, что деятельность рецепторов связана с ЦНС как анатомически, так и функционально.

Анализатор – это термин, введенный в физиологию академиком И.П. Павловым в 1909 г. Этим термином он обозначил совокупность чувствительных образований, предназначенных для анализа раздражителей (изменений внешней или внутренней среды), действующих на организм.

Согласно современным представлениям, анализатор – это совокупность центральных и периферических образований нервной системы, обеспечивающих восприятие, передачу в нервный центр, обработку и сохранение информации, а также участвующих в формировании ответной реакции. Позднее в учебной и научной литературе появилось понятие «сенсорная система», которое стало заменять понятие «анализатор», дополнив его включением механизмов регуляции различных отделов. Благодаря анализаторам в ЦНС формируются ощущения, восприятия и представления, т.е. субъективный образ объективного мира*.

Анализатор состоит из трех основных частей (рис. 1):

- 1) периферический отдел, или органы чувств, содержащие рецепторы;
- 2) проводниковый отдел, или канал связи, – это афферентные периферические и промежуточные сенсорные нейроны спинного мозга, стволовых структур и подкорковых центров;

* 1. Ощущение – отражение в сознании свойств объективного мира в результате непосредственного воздействия на рецепторы и центры коры большого мозга.

2. Восприятие как форма психической деятельности – формирование в сознании образов предметов и явлений, действующих на органы чувств. Следует отличать понятие «восприятие раздражителя» от термина «восприятие» как формы психической деятельности.

3. Представление – это сохранение в сознании ощущений и восприятий за счет механизмов памяти, истолкование их в соответствии с индивидуальным опытом.

- 3) центральный отдел, расположенный в коре головного мозга, или первичные корковые поля, окруженные вторичными и третичными полями.

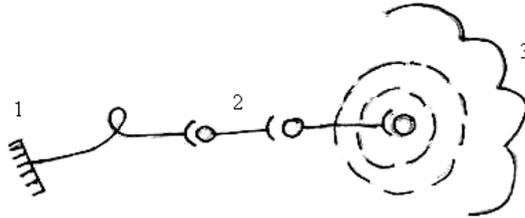


Рис. 1. Строение анализатора: 1 – периферический отдел; 2 – проводниковый отдел; 3 – центральный отдел.

Основные процессы, происходящие в анализаторах

1. Анализ – разложение целого на составные части, выделение главного. В центральном отделе анализаторов происходит высший анализ, или различение действующих на организм раздражителей с помощью возникающих ощущений.
2. Синтез – объединение различных элементов в единое целое, в систему. За счет синтеза происходит узнавание объекта, явления или формирование образа впервые встречаемого объекта, явления, а также осуществление ответной реакции организма.
3. Сохранение информации в виде кратковременной и долговременной памяти (что лежит в основе узнавания объекта или явления на основе чувственных представлений).

Периферический отдел анализаторов – рецепторы и вспомогательные структуры, позволяющие улавливать раздражитель и, собственно говоря, образующие органы чувств.

Рецептор – это специализированное чувствительное образование, предназначенное для восприятия раздражителя и превращения его энергии в рецепторный потенциал (РП), генерирующий возникновение нервных импульсов (потенциалов действия – ПД). В физиологии термин «рецептор» употребляется в двух значениях: сенсорный (чувствительный) и циторекцептор.

Циторецептор представлен специфическими мембранными и внутриклеточными белками, которые способны связывать химические вещества (медиаторы, гормоны, лекарства и др.) и запускать ответные реакции клетки.

Классификация рецепторов

Существует несколько принципов классификации рецепторов.

1. По расположению в организме рецепторы делятся на:

- экстерорецепторы;
- интерорецепторы.

В свою очередь экстерорецепторы подразделяются на:

- контактные – возбуждаются при прямом контакте с раздражителем (рецепторы осязания, обоняния, вкуса);
- дистантные – воспринимают раздражители на расстоянии (зрительные, слуховые рецепторы).

К интерорецепторам относятся:

- висцерорецепторы внутренних органов и сосудов (хемо-, баро-, осмо-, волюморорецепторы и некоторые другие);
- проприорецепторы опорно-двигательного аппарата (мышечные веретена, тельца Гольджи);
- вестибулоцепторы вестибулярного аппарата.

2. По качеству раздражителя различают:

- механорецепторы (слуховые, или фонорецепторы, вестибулярные, тактильные, барорецепторы, волюморорецепторы, осморорецепторы), которые возбуждаются при механической деформации;
- хеморецепторы (вкусовые, обонятельные, сосудистые), воспринимающие химические изменения внешней или внутренней среды;
- фоторецепторы в сетчатке глаза, которые воспринимают световую (электромагнитную) энергию;
- терморецепторы (тепловые, холодовые), реагирующие на изменения температуры внешней или внутренней среды;
- ноцицепторы, чьё возбуждение сопровождается болевыми ощущениями.

3. По функциональным характеристикам различают:

- мономодальные (моносенсорные) рецепторы – воспринимают только одно качество раздражителя (фоторецепторы – свето-

вые волны, фонорецепторы – звуковые колебания, вкусовые рецепторы – различные оттенки вкуса);

- полимодальные (полисенсорные) рецепторы – воспринимают две и более характеристик раздражителя (например, прикосновение, холод и боль рецепторами кожи, механические и химические раздражители ирритантными рецепторами легких);
4. С психофизиологической точки зрения по качеству вызываемых ощущений рецепторы подразделяются на слуховые, зрительные, обонятельные, вкусовые и осязательные* (5 органов чувств).
5. По структурно-функциональной организации и механизму восприятия раздражителя различают:
- первичночувствующие рецепторы (рис. 2) – это окончания дендрита чувствительного нейрона, которые воспринимают раздражитель и по своему аксону без переключения передают импульсы в ЦНС (тактильные, болевые, обонятельные рецепторы проприоцепторы, висцероцепторы);
 - вторичночувствующие рецепторы (рис. 3) – высокоспециализированные эпителиальные клетки, которые воспринимают раздражитель и через синаптические переключения передают сигналы на окончания дендрита чувствительного нейрона (зрительные, слуховые, вкусовые и вестибулярные рецепторы, хеморецепторы каротидного клубочка).

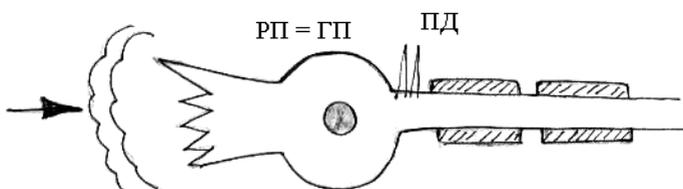


Рис. 2. Схема первично-чувствующего рецептора.

* Осязание – это совокупность ощущений, возникающих при раздражении рецепторов кожи и слизистых оболочек.

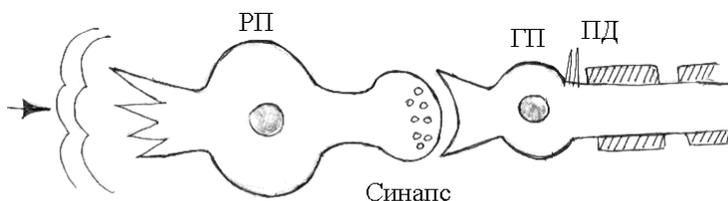


Рис. 3. Схема вторично-чувствующего рецептора.

6. По скорости адаптации различают:
- быстро адаптирующиеся рецепторы (обоняния, тельца прикосновения Мейснера, рецепторы вибрации Пачини);
 - рецепторы, адаптирующиеся со средней скоростью (фоторецепторы глаза, фонорецепторы уха и терморецепторы кожи);
 - медленно адаптирующиеся рецепторы (механорецепторы растяжения легких и некоторые тактильные рецепторы);
 - очень медленно адаптирующиеся рецепторы (болевые, вестибуло-, проприоценторы).

Механизм возбуждения рецепторов

Рецептор на своей клеточной мембране имеет рецепторные молекулы, представляющие собой интегральные белки. Под влиянием энергии раздражителя происходит конформация рецепторных молекул белка, что вызывает активацию ионных каналов. Рецепторный потенциал (РП) формируется обычно за счет диффузии Na^+ в клетку, а K^+ – из клетки. Когда РП достигает критического уровня (Екр.), появляются импульсы (ПД) в чувствительном нерве. У первично-чувствующих рецепторов РП сам является генераторным потенциалом (ГП) – генерирует ПД в первом перехвате Ранвье чувствительного нерва. У вторично-чувствующих рецепторов РП возникает, как уже говорилось выше, в рецепторной клетке, синаптически связанной с чувствительным окончанием афферентного нейрона. РП вызывает высвобождение в синаптическую щель медиатора, под влиянием которого на постсинаптической мембране возникает ГП (возбуждающий постсинаптический потенциал). Он обеспечивает появление ПД в первом перехвате Ранвье нервного

волокну. РП и ГП являются местными (локальными) потенциалами. Они не подчиняются закону «всё или ничего», не имеют фаз рефрактерности, могут суммироваться.

Проводниковый отдел анализатора (канал связи) – это совокупность всех нервных образований, по которым проходит сигнал от рецепторов до коры большого мозга. Он включает такие элементы, как афферентные периферические нейроны и чувствительные промежуточные нейроны спинного мозга, ствола и подкорковых структур ЦНС.

Проводниковый отдел обеспечивает тонкую, точную, качественную, адресную передачу информации. В нем происходит также частичная переработка информации, при этом важную роль играет взаимодействие возбуждений различных анализаторов.

Проведение возбуждения по проводниковому отделу осуществляется двумя афферентными путями – специфическим и неспецифическим. Специфический (проеекционный) путь представлен сенсорным нейроном первого порядка (первый афферентный нейрон, расположенный в чувствительном ганглии), нейроном второго порядка, локализованным в спинном мозге или в стволе головного мозга, и третьего порядка – в специфических ядрах таламуса. Они посылают сигналы в сенсорные проекционные зоны коры больших полушарий нейронам четвертого порядка (находящимся в центральном отделе анализатора).

Неспецифический путь формируется ретикулярной формацией (РФ). На уровне ствола мозга и таламуса специфические пути дают коллатерали к нейронам РФ и неспецифическим ядрам таламуса, куда могут конвергировать различные афферентные сигналы, обеспечивая взаимодействие анализаторов. При этом афферентные сигналы утрачивают связь с определенными рецепторами и не несут специфической чувствительной информации. От нейронов РФ и неспецифических ядер таламуса (которые являются продолжением РФ) сигналы передаются во многие участки коры диффузно, где благодаря этому происходит активация коры, что способствует восприятию ими специфической сенсорной информации. Возбуждение по неспецифическому пути проводится медленнее через большее число синапсов. За счет коллатералей в процесс возбуждения вовлекаются гипоталамус и другие отделы лимбической системы, а также двигательные центры. Все это в итоге обеспечивает вегетативный, двигательный и эмоциональный компоненты сенсорных

реакций. Блокада неспецифического пути (перезрезка РФ или действие барбитуратов, эфира) приводит к глубокому торможению и невозможности выполнения не только психической деятельности, но и двигательных произвольных реакций.

Особенности проводникового отдела:

1. Многоканальность – сигналы идут по многочисленным путям (рис. 4). Это обеспечивает надежность передачи информации.

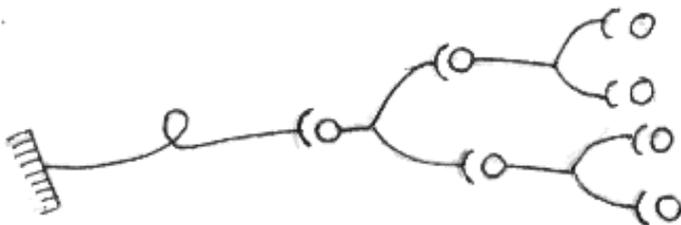


Рис. 4. Многоканальность.

2. Многослойность – последовательная обработка информации на каждом уровне в местах переключения. Причем каждый уровень ЦНС, передавая информацию дальше, может и сам сформировать и выдать ответ (рис. 5).

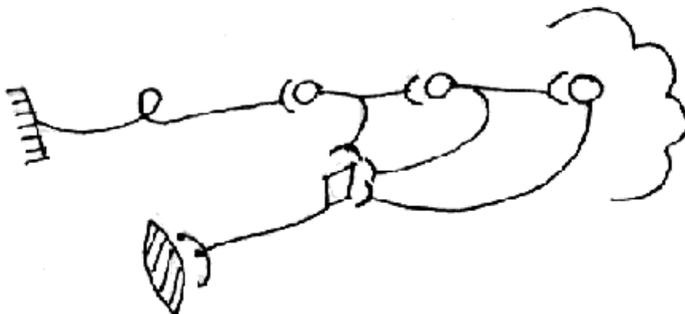


Рис. 5. Многослойность.

3. Сенсорные воронки: суживающиеся и расширяющиеся – уменьшение сенсорной информации на входе, а затем ее увеличение (рис. 6). При этом создаются условия для выделения главного компонента, отдельные детали изучаются различными отделами ЦНС.

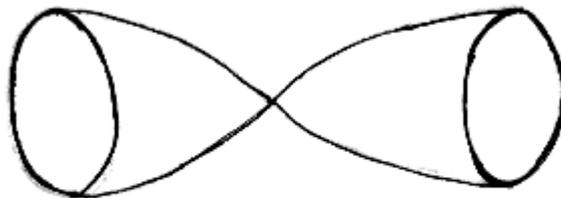


Рис. 6. Сенсорные воронки.

Центральный (корковый) отдел анализатора – это первичные, вторичные и третичные корковые поля. Первичные моносенсорные корковые поля – проекционные зоны, центральные ядра анализаторов (по И.П. Павлову), которые получают импульсы от рецепторов одного вида (зрительных, слуховых, температурных и т.д.) – от моносенсорных рецепторов к моносенсорным нейронам по специфическим путям. Их активация сопровождается ощущениями одной модальности – света, звука, тепла, холода и т.д. Вторичные поля (периферический отдел ядер анализаторов) располагаются в непосредственной близости от первичных. В них происходит интеграция чувствительной информации (учитывается форма, структура, качество анализируемых сигналов). Нейроны вторичной зоны преимущественно бисенсорные – возбуждаются при действии двух раздражителей. Например, некоторые нейроны зрительных и слуховых анализаторов реагируют на свет и звук. Третичные, или ассоциативные, корковые поля расположены рядом с сенсорными и моторными зонами (таламо-теменная, таламо-височная и таламолобная ассоциативные системы). Их основная черта – полисенсорность: анализ многих качеств раздражителей (зрительных, слуховых, кожных и др.). Они реализуют высшие психофизиологические

процессы, инициируют поведение организма в целом при обязательном участии двигательных центров. Кортиковые зоны анализаторных систем не являются строго ограниченными участками, а перекрывают друг друга. Это обеспечивает взаимодействие анализаторов, а также процесс компенсации нарушенных функций.

На уровне коркового отдела осуществляется высший анализ – с пониманием того, что мы чувствуем, затем – синтез и формирование осознанной ответной реакции.

Кодирование информации в анализаторах

В анализаторных системах происходит кодирование специфической энергии раздражителя. Кодирование – процесс преобразования информации в условную форму – код, удобный для передачи по каналу связи. Универсальным кодом нервной системы является нервный импульс (ПД), который распространяется по нервным волокнам. Передача сигнала от одного нейрона к другому осуществляется с помощью химического кода – медиатора. Для хранения информации в ЦНС кодирование осуществляется с помощью биохимических и структурных изменений в нервных клетках (механизмы памяти). При этом ни на одном уровне анализаторной системы не происходит восстановление стимула в его первоначальной форме. Этим физиологическое кодирование отличается от большинства технических систем связи, где сообщения, как правило, восстанавливаются в первоначальном виде.

В сенсорных системах кодируются: качественная характеристика раздражителя (его вид), сила раздражителя, время его действия, а также пространство, т.е. область действия раздражителя на организм и локализация его в окружающей среде. В кодировании характеристик раздражителя участвуют все отделы анализатора.

На уровне *периферического отдела* анализаторной системы кодирование качества раздражителя осуществляется за счет специфичности рецепторов – способности воспринимать адекватный раздражитель, к которому он приспособился в ходе эволюции. Так, рецепторы сетчатки воспринимают только световой сигнал, на который другие рецепторы (обоняния, слуха, вкуса) не реагируют.

Сила раздражителя влияет на величину РП. Чем мощнее раздражитель, тем больше импульсов возникает в окончании чувствитель-

ного нервного волокна. При этом содержание информации определяется не амплитудой импульсов (ПД подчиняется закону «все или ничего»), а частотой, объединением их в пачки, интервалами между импульсами и пачками. Например, 010101; 001,001,001; 011011011 и т.д. Это так называемое частотное кодирование. Кроме того, сила раздражителя может кодироваться числом нервных волокон, воспринимающих раздражитель (чем больше, тем сильнее), а также различной величиной латентного (скрытого) периода. Обычно чем сильнее раздражитель, тем короче латентное время возбуждения рецептора.

Локализация раздражителя кодируется тем, что возбуждаются только те рецепторы, на которые действует раздражитель. При этом рецепторы различных участков тела посылают сигналы в определенные зоны таламуса и коры – пространственное кодирование. Некоторые рецепторы легче возбуждаются при действии на них раздражителя под определенным углом (тельца Пачини, рецепторы сетчатки, вестибулярного аппарата), что позволяет определить направление действия раздражителя. Область воздействия на теле организма кодируется также величиной площади, на которой возбуждаются рецепторы.

Время действия раздражителя на рецептор кодируется тем, что он начинает возбуждаться с началом действия раздражителя и прекращает сразу после выключения действия раздражителя (временное кодирование). Из-за возможности быстрой адаптации многих рецепторов неточность временного кодирования частично компенсируется за счет наличия on, -off и on-off рецепторов, которые возбуждаются соответственно при включении, выключении, а также на включение и выключение раздражителя одновременно. Усиление стимула действует на адаптированный рецептор как новый раздражитель, что отражается на изменении частоты импульсации, идущей от рецептора.

Кодирование не заканчивается в рецепторе, а продолжается на всех уровнях ЦНС.

В проводниковом отделе анализатора кодирование осуществляется только при передачи сигнала от одного нейрона к другому в местах переключения, где происходит смена кода. В нервных волокнах информация не кодируется, они играют роль проводников, по которым передается информация, закодированная в рецепторах и переработанная в нервных центрах.

На станциях переключения (например, в таламусе) перекодирование информации происходит, во-первых, за счет изменения объема импульсации на входе и на выходе (количества импульсов в пачках, интервалов между ними и отдельными пачками), а во-вторых, за счет пространственного кодирования, т.е. связей определенных нейронов с определенными рецепторами. В обоих случаях, чем сильнее раздражитель, тем больше возбуждается нейронов. По мере поступления импульсов к вышележащим отделам ЦНС наблюдается уменьшение частоты разрядов нейронов и превращение длительной импульсации в короткие пачки импульсов (паттерны). Продолжительность разряда большинства нейронов уже не соответствует длительности стимула. Имеются нейроны, возбуждающиеся не только при появлении стимула, но и при его выключении, что также связано с активностью рецепторов и является результатом взаимодействия самих нейронов.

Нейроны-детекторы избирательно реагируют на определенные характеристики стимула – например, на стимул, движущийся в пространстве, либо на светлую или темную полосу в определенной части зрительного поля. Количество таких нейронов, которые лишь частично отражают свойства стимула, возрастает на каждом последующем уровне анализатора. Но вместе с тем на каждом последующем уровне имеются нейроны, дублирующие свойства предыдущего отдела, что создает основу надежности функционирования анализаторов.

Наряду с возбуждением в сенсорных центрах происходит и торможение. Тормозные процессы обеспечивают контроль сенсорной информации, который позволяет устранить несущественные, неприятные, избыточные сигналы. Такой механизм реализуется за счет латерального и возвратного торможений в процессе восходящих и нисходящих влияний.

В *центральной корковой отделе* анализатора имеет место частотно-пространственное кодирование. Нейрофизиологической основой его является пространственное распределение ансамблей специализированных нейронов и их связей с определенными видами рецепторов. При этом наиболее важные в функциональном отношении участки рецептивных зон занимают большие пространства в коре. Импульсы от рецепторов поступают в определенные зоны коры с определенными временными интервалами. По специфическому пути возбуждение вначале поступает в первичную сенсорную

зону, где расположены моносенсорные нейроны, возбуждающиеся только при действии одного раздражителя. Затем последовательно во времени импульсы поступают в виде другой структуры ответа через ассоциативные ядра таламуса во вторичную сенсорную зону, где расположены в основном бисенсорные нейроны, реагирующие, как правило, на два качества раздражителя (например, свет и звук). Значительно позднее импульсы посредством коллатералей специфических путей и через ретикулярную формацию достигают ассоциативной коры (третичные зоны), т.е. полисенсорных нейронов (реагирующих на несколько раздражителей). В корковом отделе электрофизиологические процессы (кратковременная память) перекодируются последовательно в биохимические и структурные изменения в нейронах, лежащие в основе долговременной памяти. В коре происходит высший анализ и синтез поступающей информации. После этого реализуется выбор или разработка программы ответной реакции – какое-либо действие или, наоборот, бездействие.

Свойства анализаторов

Свойства анализаторов связаны как с характеристиками самих рецепторов, так и со свойствами центральных образований сенсорной системы.

1. *Специфичность* – высокая чувствительность к адекватным раздражителям и низкая чувствительность к неадекватным. Этим свойствам обладают все отделы анализаторов и прежде всего рецепторы. Так, для возбуждения фоторецепторов сетчатки достаточно нескольких квантов света, для обонятельных рецепторов – одной молекулы пахучего вещества. Неадекватный же раздражитель, чтобы вызвать специфическое ощущение, должен быть очень сильным и к тому же всегда вызывает ощущение боли. Например, при ударе по голове сыплются «искры» из глаз и возникает сильный болевой эффект.
2. *Сенсибилизация (сенситивность)* – повышение чувствительности анализатора при восприятии раздражителя. К примеру, действие слабого запаха на обонятельные рецепторы или темновая сенсибилизация (темновая «адаптация») зрительных рецепторов, повышение чувствительности слуховых рецепторов в тишине. Это свойство во многом определяется влиянием центральных

ных образований анализаторной системы на чувствительность рецепторов. Повышение последней наблюдается не только при действии слабых раздражителей, но и при увеличении концентрации тироксина в крови, при возбуждении симпатической нервной системы и выбросе катехоламинов надпочечниками.

3. *Адаптация* – снижение чувствительности анализатора при постоянной силе длительно действующего раздражителя, заключается в понижении абсолютной и увеличении дифференциальной чувствительности. Это свойство присуще всем отделам анализаторной системы, но наиболее ярко оно выражено у рецепторов. Процесс адаптации рецепторов выражается в снижении амплитуды РП и ГП вследствие уменьшения проницаемости клеточной мембраны для ионов Na^+ и, соответственно, снижения импульсации в афферентных волокнах. В проводниковом и корковом отделах адаптация проявляется в уменьшении числа активированных волокон и нервных клеток. В целом адаптация анализаторов снижает восприятие длительных малодинамичных раздражителей, теряющих информационное значение, защищает высшие центры от избыточной афферентной импульсации, предохраняет организм в ряде случаев от неприятных ощущений.

Специфичность, сенситизация и адаптация анализаторов повышают их разрешающую способность – организм приспосабливается к восприятию как очень слабых, так и очень сильных раздражителей.

4. *Функциональная мобильность* – увеличение или уменьшение количества функционирующих рецепторов в зависимости от условий окружающей среды и функционального состояния организма. Например, уменьшение числа и активности вкусовых рецепторов при наполнении желудка.
5. *Спонтанная (фоновая) активность* некоторых рецепторов (вестибуло-, термо-, хемо-, фоно- и проприоцепторов) при отсутствии взаимодействия с раздражителем. Возбудимость таких рецепторов выше, чем у рецепторов без фоновой активности. Спонтанная активность связана с самопроизвольными колебаниями мембранного потенциала в рецепторах, которые периодически достигают Екр., что приводит к генерации ПД в афферентном волокне. В условиях физиологического покоя фоновая активность рецепторов участвует в поддержании тонуса ЦНС и бодрствующего состояния организма.

6. *Инерционность* – это отставание возникновения ощущений от начала действия раздражителя и сохранение ощущения после прекращения действия раздражителя. Латентное время возникновения ощущения определяется латентным периодом возбуждения рецепторов и временем, необходимым для перехода возбуждения с одного нейрона на другой в синапсе, временем возбуждения РФ, неспецифических ядер таламуса, лимбической системы и генерализацией возбуждения в коре головного мозга. Сохранение ощущений на некоторый период после прекращения действия раздражителя обусловлено явлением последействия в ЦНС, в основном циркуляцией возбуждения в «нейронных ловушках» по кольцевым связям.
7. *Доминантное взаимодействие анализаторов* проявляется в виде влияния возбуждения одного анализатора на возбудимость другого. Например, прослушивание музыки может вызвать обезболивание при стоматологических процедурах. Шум ухудшает зрительные восприятия, яркий свет повышает восприятие громкости звука. Восприятие также зависит от функционального состояния организма, доминирующей мотивации. При утрате одной из сенсорных систем может повыситься чувствительность другой. Так, у слепых возрастает чувствительность слуха и осязания.

Пороги ощущений как критерии оценки чувствительности анализаторов

1. *Абсолютный порог* – это минимальная сила раздражителя, которая вызывает ощущение. Абсолютные пороги – низкие для адекватных раздражителей и высокие для неадекватных раздражителей.
2. *Порог различения силы* (дифференциальный порог) – это минимальное изменение силы раздражителя, которое вызывает изменение в ощущении (чувство сильнее, слабее).

По закону Вебера усиление раздражения лишь тогда вызывает усиление ощущения, когда оно составляет определенную часть (3–8%) от фона (исходной силы). По закону Фехнера интенсивность ощущения прямо пропорциональна логарифму силы раздражителя, а также зависит от возбудимости всей анализаторной системы. Эти законы справедливы только при средних силах раздражителя.

3. *Пространственный порог* – минимальное расстояние между двумя раздражителями в пространстве, когда они вызывают два различных ощущения (если это расстояние меньше, то воспринимается одно ощущение). Для раздельного восприятия двух раздражителей необходимо, чтобы между возбужденными рецепторами находился хотя бы один невозбужденный. Пространственный порог зависит от плотности рецепторов. Чем она больше, тем меньше данный порог. Так, для тактильных рецепторов пространственный порог минимален на кончике пальцев, губах, кончике языка и сравнительно большой в плечевой области, на спине.
4. *Порог времени (или порог движения)* – это то минимальное время между двумя раздражителями, следующими друг за другом, когда они вызывают два различных ощущения. Так, в зрительном анализаторе максимальная частота вспышек света, которые воспринимаются еще раздельно, называется критической частотой мельканий и составляет около 20 мельканий в секунду. Она тем больше, чем сильнее яркость стимула и выше возбудимость ЦНС. Наряду с этим, если два неподвижных стимула проецировать с интервалом в 20 – 200 мсек на различные участки сетчатки, возникает ощущение движения объекта. Это явление получило название «фи-феномена». «Слияние мельканий» и «фи-феномен» лежат в основе кинематографии.

Регуляция деятельности анализаторов

Регуляция осуществляется на всех уровнях анализаторной системы.

Местные механизмы регуляции рецепторов. Активность рецепторов может регулироваться без изменения их чувствительности с помощью вспомогательных механизмов. Так, возрастание импульсации в гамма-эфферентной системе приводит к повышению активности мышечных проприорецепторов; расширение и сужение зрачка изменяет активность рецепторов сетчатки; изменение степени натяжения барабанной перепонки и фиксация слуховых косточек влияет на число возбудимых слуховых рецепторов.

Благодаря разветвлениям чувствительных волокон возбуждение от рецепторов может распространяться не только по афферентному

волокну в ЦНС, но и поступать к соседним рецепторам. Вследствие этого при раздражении одних рецепторов в соседних рецепторах может возникать торможение, что повышает точность восприятия места действия раздражителя. В кожных рецепторах это осуществляется с помощью АТФ, которая освобождается из соседних нервных окончаний.

Таким образом, каждый стимул не только возбуждает тот или иной рецептор, но и организует функциональное поле рецепторов, которому в отличие от анатомического рецептивного поля присуща динамичность. Чувствительность рецепторов повышается под влиянием тироксина, симпатической нервной системы и катехоламинов, замедляющих скорость адаптации и увеличивающих их импульсную активность.

Центральные механизмы регуляции носят тормозной характер. В частности, латеральное торможение между соседними нейронами *проводникового отдела* способствует ограничению импульсации от других рецептивных полей. Эфферентные тормозные влияния реализуются через нисходящие тормозные пути от более высокого уровня анализаторной системы к нижележащим (отрицательная обратная связь). Возвратное торможение ограничивает верхний предел частоты импульсации в нейронах при усилении раздражения рецепторов.

Корковые влияния на возбудимость анализаторной системы осуществляются соматосенсорными и двигательными областями коры и наблюдаются в двух вариантах – активирующем и тормозном. Так, предварительная психофизиологическая настройка (сосредоточенность внимания, определенная установка) повышает разрешающую способность зрительного или слухового анализаторов при восприятии информации. Наоборот, эмоциональное напряжение угнетает сенсорные функции, например, у студентов во время экзамена.

Классификации анализаторов

По морфо-функциональным особенностям выделяют 6 главных анализаторных систем:

1. Зрительный анализатор (обрабатывает 60% информации).
2. Слуховой анализатор (35% информации).
3. Вестибулярный анализатор.

4. Вкусовой анализатор.
5. Обонятельный анализатор.
6. Сомато-висцеральный анализатор, обеспечивающий тактильную, проприоцептивную, температурную, болевую и висцеральную формы чувствительности.

По функциональной значимости выделяют 4 группы анализаторов:

1. Анализаторы внешней среды: воспринимают и анализируют изменения окружающей среды (зрительная, слуховая, тактильная, температурная, обонятельная и вкусовая системы). Они обеспечивают познание внешнего мира, приспособление к окружающей среде, поддерживают тонус ЦНС (за счет импульсной активности рецепторов). Благодаря многоканальности системы связи с окружающим миром организм познает свойства внешних предметов и явлений, различает полезные и негативные стороны их воздействия на организм.

2. Висцеральные анализаторы воспринимают и анализируют изменения внутренней среды организма, показателей деятельности различных органов. Изменения отдельных констант внутренней среды могут восприниматься субъективно в виде ощущений (жажда, голод, половое влечение). Они формируются на основе физиологических потребностей.

Существует несколько висцеральных систем со специфическими рецепторами для восприятия: 1) химизма внутренней среды (например, восприятие хеморецепторами недостатка глюкозы и аминокислот); 2) осмотического давления (осмо-рецепторы); 3) количества жидкости (волюморепторы); 4) наполнения полых органов, давления в сосудах (рецепторы растяжения, барорецепторы). Информация, поступающая из внутренней среды, имеет важное значение в регуляции внутренних органов, обеспечивая приспособление организма к различным условиям его жизнедеятельности.

3. Анализаторы положения тела воспринимают и анализируют изменения положения тела в пространстве и частей тела относительно друг друга. К ним относятся вестибулярная и проприоцептивная системы. Обе играют важную роль в регуляции мышечного тонуса, сохранении с его помощью естественной позы, а также в восстановлении нарушенной позы.

4. Болевой анализатор выделяется по своей особой функциональной роли – информирует организм о повреждающих воздействи-

ях (при раздражении как экстеро-, так и интерорецепторов). Он включает две части: сенсорную, формирующую болевые ощущения (ноцицептивная система), и обезболивающую, угнетающую неприятные ощущения (антиноцицептивная система).

Зрительный анализатор

Зрительный анализатор представляет совокупность структур, воспринимающих световые волны и формирующих зрительные ощущения. С его помощью здоровый человек получает основной объем осознанной информации об окружающем мире. Благодаря зрительной системе различают освещенность предметов, их цвет, форму, величину, направление передвижения, расстояние, на которое они удалены от глаз и друг от друга. Все это позволяет оценивать пространство, ориентироваться в окружающем мире, выполнять различные виды целенаправленной деятельности.

Периферический отдел зрительного анализатора представлен парным образованием – органом зрения (глазами) с чувствительными фоторецепторами. Глаз – это шаровидная структура диаметром 2,5 см, вращающаяся в глазнице. В целом в органе зрения выделяют три различных в функциональном отношении элемента:

1. Глазное яблоко, включающее светорегулирующий (радужная оболочка и зрачок), светопреломляющий (оптическая система глаза) и световоспринимающий (сетчатка с фоторецепторами) аппараты.
2. Глазодвигательную систему – наружные мышцы глазного яблока (4 прямые и 2 косые), обеспечивающую фиксацию, поворот глаз и установку зрительных осей.
3. Защитные приспособления, объединяющие брови, веки, ресницы, конъюнктиву, склеру и слезный аппарат. Они участвуют в защите глаз посредством мигательного и слезноотделительного рефлексов. Слезная жидкость близка по составу к ультрафильтрату плазмы крови. Она улучшает оптические свойства роговицы, предохраняет её и конъюнктиву от высыхания, уменьшает трение между веками и глазными яблоками, обладает бактерицидными свойствами, способствует удалению инородных тел. Слезы также смягчают стрессовую ситуацию, удаляя вредные вещества, которые образуются во время стресса.

Зрачковый рефлекс

Радужная оболочка находится позади роговицы; ее цвет, как и цвет глаз, зависит от пигментации радужных клеток. В центре радужной оболочки имеется отверстие круглой формы – зрачок. Контроль за изменением размера зрачка осуществляется автоматически нервными волокнами, заканчивающимися в мышцах радужной оболочки. Суживающие зрачок циркулярные мышцы иннервируются парасимпатическими волокнами, а расширяющие его радиальные мышцы – симпатическими. Зрачок ведет себя как диафрагма – регулирует поток света (на свету суживается, в темноте расширяется), уменьшает сферическую абберацию глаза, пропуская те лучи, которые попадают на центральную часть хрусталика, где фокусировка более точная. Сферическая абберация – это рассеивание лучей вследствие неодинаковой силы преломления различных участков роговицы и хрусталика, в центре оно больше, чем на периферии. Поэтому изображение на сетчатке при большом размере зрачка становится менее резким. Сужение и расширение зрачка направлены на сохранение наиболее возможной при данных условиях глубины и резкости изображения.

Следует отметить, что сужение зрачка (миоз) происходит не только при увеличении освещенности, а также при рассматривании близкорасположенных предметов и во сне. Расширение зрачка (мидриаз) происходит как при уменьшении освещенности, так и при возбуждении любых афферентов, эмоциональном напряжении, сопряженном с повышением тонуса симпатической нервной системы (боль, гнев, страх, радость и т.п.), психических возбуждениях (психозы, истерии), при удушье и наркозе.

Оптическая система глаза

К оптической системе глаза относятся: слезная жидкость, роговица, влага передней и задней камер, хрусталик и стекловидное тело. Оптическая система выполняет следующие функции:

- преломляет лучи и фокусирует изображение на сетчатке;
- является фильтром для инфракрасных лучей, пропуская к сетчатке только видимую часть спектра.

Основными свойствами оптической системы являются аккомодация и рефракция.

Аккомодация глаза – это главный механизм, обеспечивающий ясное видение разно удаленных предметов. Она обусловлена изменением кривизны хрусталика. Хрусталик заключен в капсулу, которая по его краям переходит в фиксирующие хрусталик цинновы связки. Последние соединяются с волокнами цилиарных (ресничных) мышц. При рассматривании близких предметов цилиарные мышцы сокращаются, цинновы связки расслабляются, эластичный хрусталик становится выпуклым, преломляющая сила глаза увеличивается и глаз настраивается на видение близко расположенного объекта.

При рассматривании отдаленных предметов цилиарные мышцы, наоборот, расслабляются, цинновы связки натягиваются, хрусталик уплощается, преломляющая сила глаза уменьшается (рис. 7).

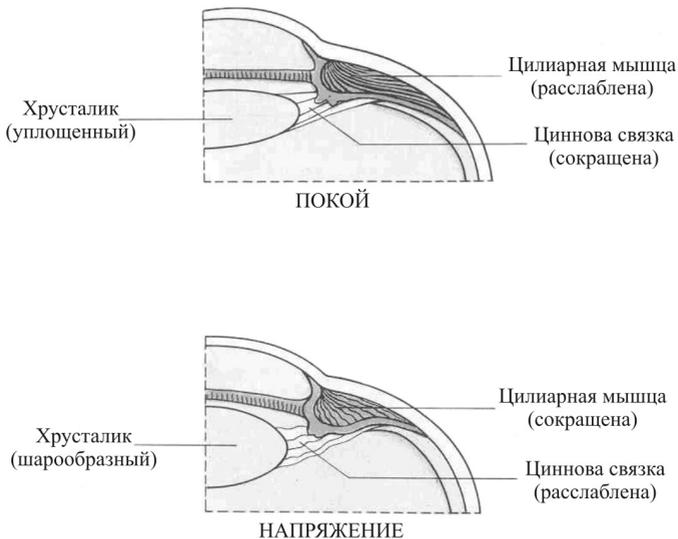


Рис. 7. Механизм аккомодации глаза.

Иннервация цилиарных мышц осуществляется симпатическими и парасимпатическими волокнами. Парасимпатические волокна вызывают сокращение мышц, а симпатические – расслабление. Адекватным стимулом для изменения степени аккомодации является ретиальный рефлекс в ответ на нечеткость изображения на сетчатке.

Ясному видению разноудаленных предметов также способствуют вергентные движения глаз, сопряженные с рефлекторной реакцией зрачков. Конвергенция (сведение) зрительных осей и сужение зрачков при рассматривании близкорасположенных объектов, равно как и дивергенция (разведение) осей и небольшое расширение зрачков при удалении объектов обеспечивают удержание правильного изображения в центральной ямке желтого пятна сетчатки.

С возрастом хрусталик утрачивает эластичность, поэтому ближайшая точка ясного видения (в норме у молодых людей – 10 см) удаляется (до 50 см и более). Развивается возрастная дальнозоркость – пресбиопия. Тогда для работы вблизи необходимы двояковыпуклые плюсовые очки.

Рефракция глаза – это его преломляющая сила при рассматривании далеко расположенных предметов, измеряется в диоптриях. Одна диоптрия (Д) – преломляющая сила линзы с фокусным расстоянием в 1 м. Рефракция глаза составляет 59 Д. При рассматривании близкорасположенных предметов преломляющая сила глаза увеличивается до 70,5 Д. В результате преломления лучей на сетчатке получается уменьшенное, действительное, перевернутое изображение предмета (рис. 8).

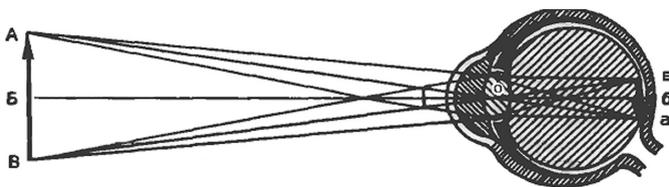


Рис. 8. Ход лучей от объекта и построение изображения на сетчатой оболочке глаза:

АВ – предмет; ав – его изображение; о – узловая точка;
 Б – б – главная оптическая ось

В здоровом глазу преломляющая сила оптической системы соответствует оси глаза, поэтому при отсутствии напряжения системы аккомодации параллельные лучи от далеко расположенных предметов преломляются на сетчатке. Это **эмметропия** (рис. 9).

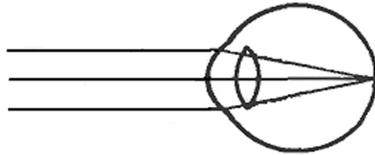


Рис. 9. Эмметропия.

Встречаются аномалии рефракции:

- **Миопия (близорукость)** – преломляющая сила глаза увеличена или ось глаза удлинена (длинный глаз). В таком глазу параллельные лучи от далеких предметов преломляются перед сетчаткой. Для коррекции используются двояковогнутые рассеивающие (минусовые) линзы (рис. 10). Не напрягая аккомодацию, близорукие люди вблизи могут видеть отчетливо, причем, чем сильнее миопия, тем ближе должен быть расположен предмет для отчетливого видения.

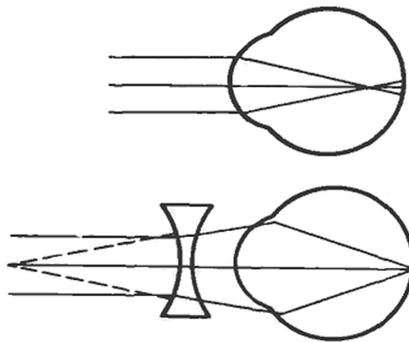


Рис. 10. Миопия и ее коррекция.

- **Гиперметропия (дальнозоркость)** – преломляющая сила глаза ослаблена или глаз укорочен (короткий глаз). Параллельные лучи преломляются за сетчаткой. В молодом возрасте при не

очень большой степени гиперметропии, напрягая аккомодацию, человек еще может фокусировать параллельные лучи от удаленных предметов на сетчатке и видеть вдаль достаточно отчетливо, однако для работы вблизи этой силы уже не хватает. В целях коррекции гиперметропии используются двояковыпуклые собирательные (плюсовые) линзы (рис. 11).

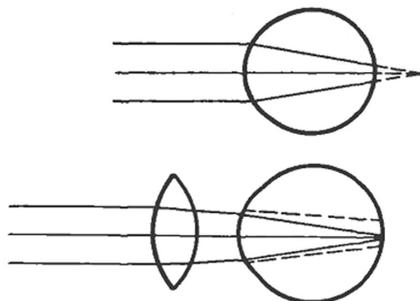


Рис. 11. Гиперметропия и ее коррекция.

Следует помнить, что скорректированный глаз в очках (или с контактными линзами) ведет себя так же, как эметропический (т.е. для отчетливого видения вдаль не напрягает аккомодацию, а вблизи – напрягает).

- **Астигматизм** – разная преломляющая сила роговицы и хрусталика по горизонтали и вертикали, в результате чего главный фокус в одном месте может попадать на сетчатку, в другом – находиться перед ней или за ней, что искажает воспринимаемое изображение (рис. 12).

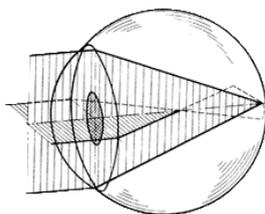


Рис. 12. Астигматизм.

Для коррекции используют цилиндрические линзы с различной преломляющей силой в разных точках.

Рецепторный аппарат глаза расположен в сетчатке. Сетчатка представляет собой сложную многослойную структуру, объединяющую рецепторы и нейроны (рис. 13).

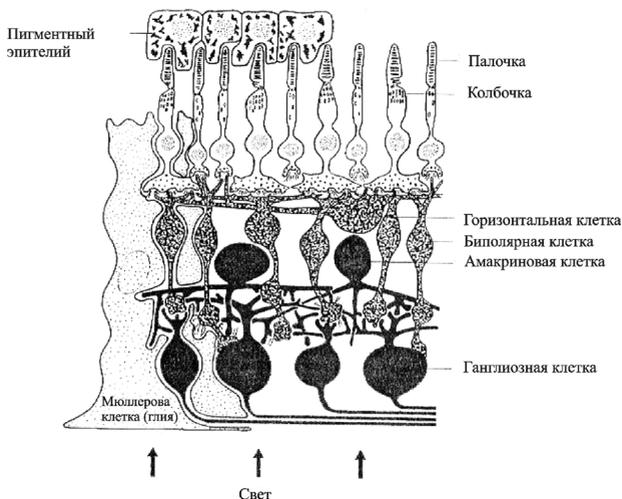


Рис. 13. Схема строения сетчатки.

Вторично чувствующие фоторецепторы сетчатки – палочки и колбочки, локализованы в ее пигментном слое, наиболее удаленном от хрусталика. Этот слой образован эпителием, содержащим фусцин. Последний поглощает свет, препятствуя его отражению и рассеиванию, что обеспечивает четкость зрительного восприятия. Отростки пигментных клеток окружают светочувствительные членики палочек и колбочек. Они принимают участие в обмене веществ фоторецепторов и в синтезе зрительных пигментов, фагоцитируют продукты распада зрительных пигментов. У человека насчитывается около 6–7 млн. колбочек и 110–120 млн. палочек. Палочек больше на периферии, их функция – восприятие света, периферическое, сумеречное зрение. Колбочки находятся в центре (желтое пятно с центральной ямкой), их функции – восприятие цвета, центральное, дневное зрение (рис. 14). Белое пятно на сетчатке соответствует месту выхода зрительного нерва, там нет фоторецепторов.



Рис. 14. Распределение палочек и колбочек в сетчатке.

Фоторецепторы образуют синапсы на биполярных горизонтальных нейронах сетчатки. Степень конвергенции палочек и колбочек на биполярных клетках различна: она многочисленна у палочек, у колбочек ограничивается несколькими рецепторами, а в центральной ямке желтого пятна отсутствует: одна колбочка – один биполярный нейрон, который, в свою очередь, синаптически связан с одной ганглиозной клеткой, что обеспечивает высокую остроту зрения центральной ямки. Ближе к периферии на одну ганглиозную клетку в среднем конвергирует около 100 фоторецепторов (от 140 палочек и 6 колбочек).

Горизонтальные и амакриновые клетки сетчатки обеспечивают латеральное торможение соответственно между биполярными и ганглиозными нейронами, что обеспечивает регуляцию передачи импульсов от фоторецепторов к этим нейронам. Совокупность фоторецепторов, посылающих свои сигналы к одной ганглиозной клетке, образует ее рецептивное поле.

Механизмы зрительной рецепции связаны с фотохимическими реакциями.

Механизм восприятия света

На мембранах палочек имеется зрительный пигмент – родопсин (хромопротеид), который состоит из белка опсина и 11-цис-ретино-

ля (альдегида витамина А). Поглощение 1–2-х квантов света вызывает реакцию изомеризации 11-цис-ретинала в трансретиаль и перехода белка родопсина в метародопсин II (рис. 15).



Рис. 15. Схема образования и обесцвечивания родопсина.

При этом изменяется ионная проницаемость мембран фоторецептора и возникает рецепторный потенциал (гиперполяризация), который через синаптические переключения передается сначала на биполярные клетки, а затем – на ганглиозные. Ганглиозные чувствительные клетки генерируют потенциалы действия, которые проводятся по длинным аксонам, составляющим зрительный нерв. В темноте происходит ресинтез родопсина, протекающий с поглощением энергии. Недостаток витамина А вызывает заболевание – гемералопию, или «куриную слепоту» – слабость сумеречного зрения.

Механизм восприятия цвета

Цветовое зрение – это способность зрительного анализатора реагировать на изменение длины световой волны с формированием цветоощущения.

Фотохимические процессы в колбочках и палочках сходны. Существует три вида колбочек в зависимости от наличия специфического светочувствительного пигмента: 1) рубролаб (содержит иодопсин), чувствительный к красному цвету; 2) цианолаб – к синему цвету; 3) хлоролаб – к зеленому цвету. Каждый цвет воздействует на все 3 вида колбочек, но в разной степени. Ощущение различных

оттенков цвета возникает в коре за счет «смешения» в различных пропорциях этих трех основных цветов (рис. 16). Равномерное возбуждение колбочек дает ощущение белого цвета.

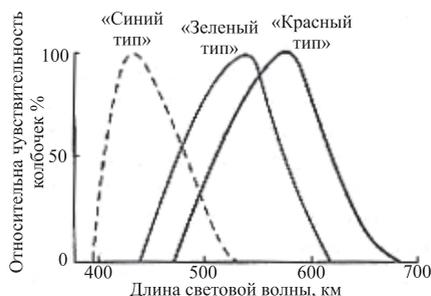


Рис. 16. Восприятие цвета.

Трехкомпонентная теория цветоощущения подтверждается клиническими наблюдениями. Существуют аномалии цветового зрения, которые могут проявляться в виде частичной или полной цветовой слепоты. Различают следующие ее разновидности: а) протанопия (дальтонизм) — отсутствие чувствительности к красному цвету; б) дейтеранопия — отсутствие чувствительности к зеленому цвету (75% случаев цветоаномалий); в) тританопия — к синему цвету и г) ахромазия (монохроматия) — полная цветовая слепота (встречается очень редко). Цветоаномалии чаще встречаются у мужчин (8–10%), чем у женщин (0,5–1%).

Выявление различных аномалий цветового зрения необходимо для определения профессиональной пригодности человека (водители, летчики, диспетчеры и др.). Для диагностики расстройств цветоощущения пользуются цветными таблицами Рабкина, а также специальными приборами — аномалоскопами.

Восприятие цвета имеет не только эстетическое, но и непосредственно физиологическое значение — различные цвета оказывают существенно влияние на организм.

Красный цвет вызывает ощущение тепла, действует возбуждающе на психику, усиливает эмоции, но быстро утомляет, приводит к напряжению мышц, повышению артериального давления (АД), учащению дыхания.

Оранжевый цвет вызывает чувство радости и благополучия, способствует пищеварению.

Желтый цвет улучшает настроение, стимулирует зрение и нервную систему – это самый веселый цвет.

Зеленый цвет действует освежающе и успокаивающе на нервную систему, полезен при бессоннице, переутомлении, снижает АД, общий тонус организма – это самый благоприятный цвет для человека.

Голубой цвет вызывает ощущение прохлады и действует успокаивающе на нервную систему, причем сильнее зеленого цвета: он больше, чем зеленый, понижает АД и тонус мышц.

Фиолетовый цвет не столько успокаивает, сколько расслабляет психику.

Таким образом, создается впечатление, что человеческая психика, следуя вдоль спектра от красного к синему, способна испытывать всю гамму эмоций.

Проводниковый и центральный отделы зрительного анализатора

К проводниковому отделу относятся биполярные и ганглиозные нейроны сетчатки. Последние, как уже говорилось, дают начало волокнам зрительного нерва. Зрительные нервы впереди серого бугра гипоталамуса образуют частичный перекрест (хиазму), где нервные волокна, идущие от носовых половин сетчатки обоих глаз, пересекаются и переходят на противоположную сторону, а волокна, идущие от височных половин каждой сетчатки, проходят по своей стороне. В результате волокна зрительных нервов образуют правый и левый зрительные тракты.

Нервные волокна зрительных трактов частично подходят к ядрам верхних бугров четверохолмия (ориентировочный зрительный рефлекс), несут основные сигналы к ядрам латерального колленчатого тела – таламусу (контур предмета, вегетативная и эмоциональная окраска зрительных ощущений с участием лимбической системы), частично – к супрахиазматическим ядрам гипоталамуса (организация биоритмов), ядрам глазо-двигательных нервов ствола (III, IV, VI пары, обеспечивающие движение глаз, зрачковый рефлекс, аккомодацию), к нейронам вестибулярной системы и мозжечка (организация компенсаторных движений глаз при изменении положения го-

ловы и тела в пространстве) и, наконец, к первичным и вторичным полям зрительной коры затылочной доли.

Вместе с тем прослеживаются зрительные пути к ассоциативной коре (теменно-височные, лобные доли). В коре происходит высший анализ раздражителей, оценка ощущений и последующий синтез, необходимый для формирования осознанного ответа (рис. 17).

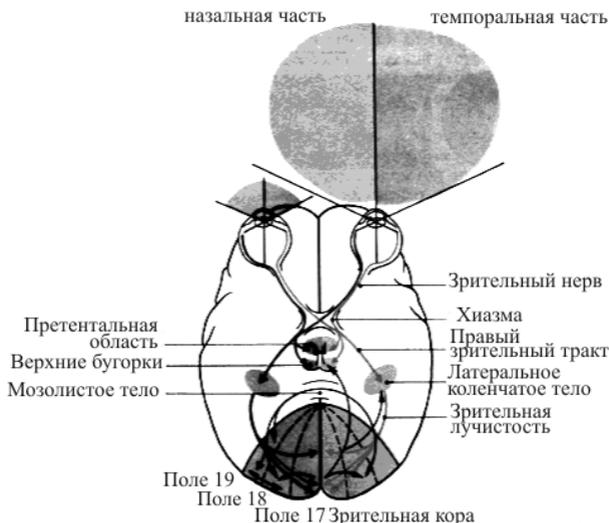


Рис. 17. Схема строения зрительного анализатора.

В зрительном анализаторе при восприятии информации хорошо выражена межполушарная асимметрия.

Левое полушарие:

- оценивает зрительный образ расчлененно, аналитически, при этом каждый признак (форма, величина и др.) анализируется отдельно;
- легче опознает знакомые предметы и решает задачу: «В чем сходство предъявляемых объектов?»;
- формирует зрительные образы, лишенные конкретных подробностей, имеющих высокую степень абстракции;
- создает предпосылки логического мышления.

Правое полушарие:

- воспринимает зрительный образ нерасчлененно (целостно), сразу во всех подробностях;
- легче решает задачу: «В чем различие предъявляемых предметов?»;
- легче распознает неконкретные предметы, которые трудно описать словами;
- создает предпосылки наглядного мышления.

Бинокулярное зрение – участие обоих глаз в формировании зрительного образа. складывается в процессе опыта на основе механизмов зрительной коры. Бинокулярное зрение обеспечивает слияние изображений от обоих глаз в единое целое. При этом восприятие объемной формы и расположения объекта по глубине улучшается вследствие явления относительной диспаратности (расхождения) – небольших геометрических различий в изображении объектов на корреспондирующих (соответствующих) участках сетчатки левого и правого глаза, поскольку они всегда видят один и тот же объект под различными углами (рис. 18).

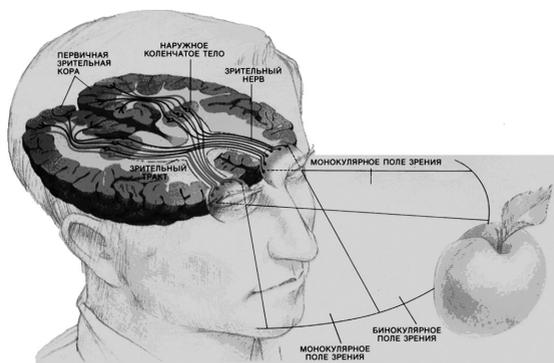


Рис. 18. Бинокулярное зрение.

Механизмы зрительного восприятия в различных условиях

Ясному видению при рассматривании объектов, расположенных на различном расстоянии от наблюдателя, способствуют несколько взаимосвязанных механизмов: явление аккомодации, конвергенции-

онные и дивергеционные движения глаз и реакции зрачков, а также бинокулярное зрение (см. выше).

В условиях измененной освещенности ясное зрение обеспечивают зрачковый рефлекс (см. выше), а также световая адаптация и темновая сенситизация зрительного анализатора. Изменение чувствительности зрительной системы на свету и в темноте осуществляется с помощью фотохимических процессов (расщепления и ресинтеза зрительных пигментов), а также посредством увеличения размеров рецептивных полей биполярных и ганглиозных клеток. Снижение тонуса симпатической нервной системы уменьшает скорость темновой сенситизации, а введение адреналина оказывает противоположный эффект. Влияние ЦНС на адаптивные процессы в сетчатке подтверждается и тем, что светочувствительность глаза изменяется при действии звуковых, обонятельных или вкусовых раздражителей.

Существует также цветовая адаптация. Наиболее резкое снижение чувствительности происходит при действии сине-фиолетового оттенка, наименее резкая – при действии желто-зеленого цвета. Красный раздражитель занимает срединное положение.

При рассматривании неподвижного предмета и фиксации взора адаптация фоторецепторов предотвращается с помощью быстрых произвольных постоянных содружественных движений глаз (незаметные мелкие вибрации – саккады). Это вызывает быстрое смещение световых лучей от одних фоторецепторов сетчатки на другие, поэтому их адаптация не успевает произойти.

Восприятию движущихся объектов способствует также следующее содружественное движение глаз.

- произвольные движения глаз со скоростью движения объектов в разных направлениях – влево, вправо, вверх, вниз. Эти движения дополняются движениями головы (повороты, наклоны);
- плавные произвольные следящие движения глаз за перемещающимся в поле зрения объектом, обеспечивающие совмещение изображения на сетчатке с центральной ямкой;
- быстрые произвольные движения (скачкообразные мелкие саккады) служат для коррекции и совмещения изображения на сетчатке с центральной ямкой;
- плавные произвольные движения глаз используются при смещении взора с одной детали неподвижного объекта на другую и при чтении.

Восприятие крупных объектов и их деталей обеспечивается посредством центрального и периферического зрения. Центральное зрение дает тонкую оценку мелким деталям предмета (наибольшая острота зрения, если изображение попадает в центральную ямку сетчатки глаза). Острота зрения определяется минимальным углом зрения, при котором глаз еще способен раздельно воспринимать 2 светящиеся точки. В норме угол зрения составляет 1 мин. Острота зрения такого глаза принимается за единицу. Остроту зрения определяют с помощью буквенных или фигурных стандартных таблиц.

Периферическое зрение обеспечивает видение крупных объектов, что связано с большим полем зрения (видимым пространством при фиксированном взоре). Поле зрения неодинаково в различных меридианах (направлениях). Так, для ахроматического (белого) цвета оно составляет: снаружи 90° , кнутри – 55° , кверху – 60° , книзу – 55° . Цветовые (хроматические) поля зрения уже и отличаются для различных цветов. Самое узкое поле зрения для зеленого, желтого цветов, больше – для красного и еще больше – для синего цвета. Ахроматическое зрение в сумерках увеличивается, а на свету уменьшается, хроматическое (цветное) зрение, наоборот, на свету увеличивается, а в сумерках уменьшается. Величина поля зрения изменяется в зависимости от освещенности.

Зрительные контрасты – это изменения восприятия раздражителя в зависимости от окружающего светового или цветового фона. Наблюдаются одновременные и последовательные световые и цветовые зрительные контрасты. Так, светлая полоска на белом фоне кажется темнее такой же полоски, расположенной на темном фоне. Это пример одновременного светового контраста. Если рассматривать серый цвет на красном фоне, то он кажется зеленоватым, а на синем фоне желтоватым. Это явление одновременного цветового контраста.

Причинами одновременных световых и цветовых контрастов являются процессы, которые осуществляются в фоторецепторах и нейронах сетчатки. В их основе лежит взаимное торможение клеток, относящихся к различным рецептивным полям сетчатки, и их проекции в корковом отделе анализаторов.

При переводе долгого взгляда с черного квадрата на светлый фон квадрат воспринимается белым – последовательный световой контраст. Он позволяет увидеть позитив и негатив изображения. Если длительно смотреть на красный квадрат, а затем перевести взор на

светлый экран, то квадрат приобретает зеленоватый оттенок (последовательный цветовой контраст).

Последовательные световые контрасты (позитивно-негативные) связаны, во-первых, с повышением чувствительности тех фоторецепторов, которые воспринимают темные детали изображения (темновая сенситизация); во-вторых, со снижением чувствительности фоторецепторов, воспринимающих белый цвет (световая адаптация). За счет локальной адаптации к цветным стимулам образуются последовательные цветовые контрасты, окрашенные в дополнительные цвета (любую пару цветовых тонов, которые при смешении дают белый цвет).

Слуховой анализатор

Слуховой анализатор – второй по значимости после зрительного. С помощью слуха живые организмы ориентируются в звуковых сигналах окружающей среды, формируют соответствующие поведенческо-приспособительные реакции: например, пищедобывательные и оборонительные. У человека слух играет важную роль в связи со способностью восприятия разговорной и вокальной речи, музыкальных произведений, является необходимым компонентом общения и приспособления.

Периферический отдел слухового анализатора представлен парным образованием – органом слуха, который состоит из наружного, среднего и внутреннего уха (рис. 19).

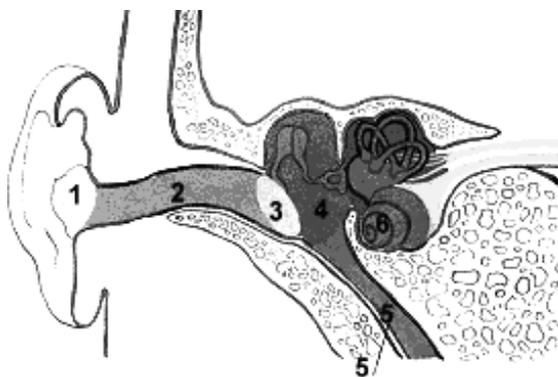


Рис. 19. Строение органа слуха.

Адекватным раздражителем для слуховой системы являются звуки, т.е. колебательные движения частиц упругих тел, распространяющихся в виде волны в самых различных средах, включая воздушную.

Наружное ухо – раковина, наружный слуховой проход (1, 2) – улавливает направление звука (биуральный слух – слух двумя ушами), концентрирует, усиливает, проводит как рупор звуковые колебания к барабанной перепонке (3), а также защищает её от механических и температурных воздействий внешней среды. Барабанная перепонка отделяет наружное ухо от среднего, по форме напоминает пологую воронку, служит для точной передачи звуковых колебаний в среднее ухо.

Среднее ухо – барабанная полость с воздухом, в которой последовательно расположены 3 слуховые косточки (4): *молоточек* вплетен своей рукояткой в барабанную перепонку, а другим концом связан через суставную поверхность с *наковальней*, которая сочленена со *стремечком*, прилегающим к мембране овального окна. Слуховые косточки проводят звуковые колебания к внутреннему уху, значительно усиливая их. Это возможно благодаря большей площади барабанной перепонки по сравнению с овальным окном и за счет того, что барабанная перепонка передает свои колебания на более длинное плечо рычага, образованного слуховыми косточками.

Интенсивность звукового давления меняется с помощью защитного рефлекторного механизма, который представлен сокращением двух мышц – мышцы, натягивающей барабанную перепонку, и мышцы, фиксирующей стремечко. Сильные звуки активируют напряжение этих мышц, что ограничивает амплитуду колебаний барабанной перепонки и движение стремечка, предохраняя тем самым рецепторный аппарат внутреннего уха от чрезмерного возбуждения и разрушения. Этот механизм не успевает срабатывать в ответ на мгновенные сильные раздражители – взрыв, выстрел, сильный звук колокола.

Среднее ухо соединяется с задней частью глотки евстахиевой трубой (5), которая служит для выравнивания давлений в барабанной полости и наружном слуховом проходе, а также выполняет вентиляционную и дренажную функции. В состоянии бодрствования евстахиева труба открывается каждую минуту, а также при жевании, глотании, зевании; а во время сна – каждые 5 минут. Если

внешнее давление изменяется быстрее (во время наращивания высоты самолетом или при его снижении), а глотание не происходит, то разность давлений в барабанной полости и в окружающей среде приводит к снижению восприятию звуков вследствие натяжения барабанной перепонки («закладывание ушей»).

Звуки проводятся также по костям черепа. Исследование воздушной и костной проводимости у пациента помогает врачу в постановке диагноза. Таким образом, наружное и среднее ухо – это звукоулавливающий и звукопроводящий аппараты слуховой системы.

Внутреннее ухо расположено в пирамидке височной кости. Там находится звуковоспринимающий рецепторный аппарат: улитка с кортиевым органом (рис. 20). Улитка, размером 30–35 мм, образует 2,5 завитка. Вестибулярная и базальная мембраны разделяют улитку на 3 канала – вестибулярную, барабанную и среднюю лестницы. Вестибулярная и барабанная лестницы заполнены перилимфой (она напоминает спинно-мозговую жидкость). На вершине улитки эти каналы соединяются между собой через отверстие – геликотрему. Средний перепончатый канал изолирован и заполнен эндолимфой (в ней в 100 раз больше K^+ и в 10 раз меньше Na^+ , чем в перилимфе, выше вязкость). В среднем канале на базальной мембране расположен кортиев орган с рецепторами. Фонорецепторы – это вторично чувствующие механорецепторы, представленные волосковыми клетками. Кортиев туннель разделяет волосковые клетки на две группы – внутреннюю и наружную. Внутренние клетки образуют один ряд, а наружные – 3–5 рядов. Волосковые клетки покрыты сверху текториальной (покровной) мембраной, которая сгибает волоски (цилии), погруженные в ее вещество. Вестибулярная лестница сообщается со средним ухом через овальное окно, к его мембране прилежит стремечко. Барабанная лестница сообщается со средним ухом через круглое окно, закрытое мембраной. Наличие овального и круглого окон обеспечивает возможность колебания перилимфы. При этом, когда толчок стремечка передается на мембрану овального окна, возникает бегущая волна перилимфы, которая достигает круглого окна, смещая его мембрану в полость среднего уха.

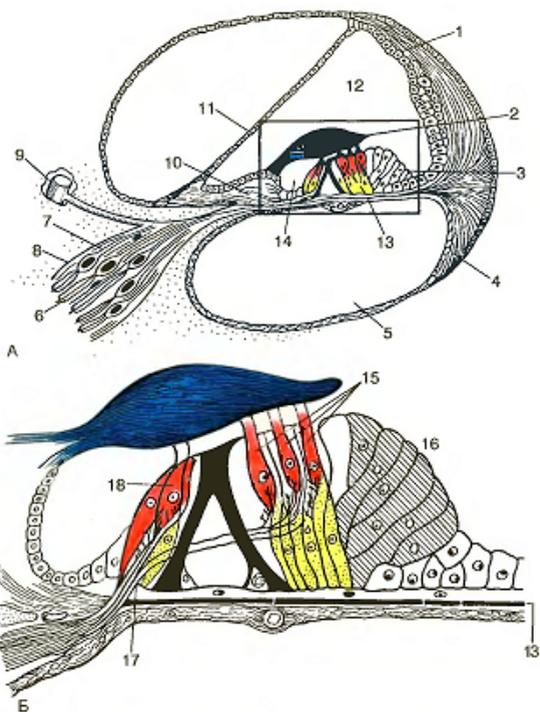


Рис. 20. Поперечный разрез завитка улитки (А) с увеличенной частью спирального (кортиева) органа (Б), очерченной сверху прямоугольником:

- 1 – секреторный эпителий; 2 – покровная мембрана;
- 3 – спиральный (кортиев) орган; 4 – спиральная связка;
- 5 – барабанная лестница; 6 – слой миелина; 7 – спиральный ганглий;
- 9 – спиральная артерия; 10 – преддверная мембрана Рейсснера;
- 11 – лестница преддверия; 12 – перепончатый канал;
- 13 – основная мембрана; 14 – внутренняя спиральная борозда;
- 15 – наружные волосковые клетки; 16 – решетчатая пластинка;
- 17 – нервные волокна, идущие к волосковым клеткам;
- 18 – внутренняя волосковая клетка.

Последовательность процессов обеспечивает восприятие звуковых колебаний. При попадании в ухо звуковой волны, приводящей в движение барабанную перепонку, а затем и цепь слуховых косточек среднего уха, основание стремечка вдавливает эластичную

мембрану овального окна. Это вызывает колебания перилимфы верхнего и нижнего каналов, а потом – эндолимфы среднего канала и базальной мембраны с волосковыми клетками*. Волоски рецепторных клеток взаимодействуют с текториальной мембраной и деформируются, что приводит к появлению рецепторного потенциала (РП). Через синаптическое переключение РП вызывает появление генераторного потенциала (ГП) в ганглиозных чувствительных клетках, а затем – ПД в слуховом нерве.

Человеческое ухо воспринимает звуки от 16 до 20000 Гц (наибольшая чувствительность к частотам 1–4 тыс. Гц, т.е. к диапазону человеческой речи). Волокна базальной мембраны настроены на колебания различных звуковых частот: лежащие у основания улитки резонируют при воздействии высоких частот, расположенные у ее вершины – низких. Низкочастотные колебания передаются по микрофонному эффекту, вызывая соответствующую частоту ПД в нерве. Высокочастотные звуки кодируются пространственно по принципу резонанса – чем выше тон, тем меньше волокон от овального окна охватывается колебаниями (частотно-пространственное кодирование) (рис. 21).

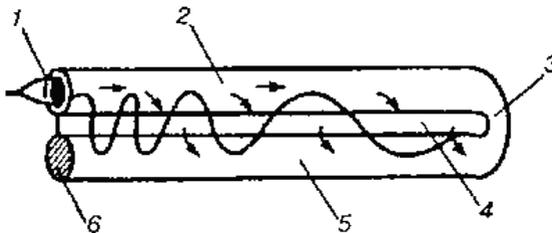


Рис. 21. Схема распространения звуковых колебаний в улитке:

- 1 – овальное окно; 2 – вестибулярная лестница; 3 – геликоте́рма;
4 – средняя лестница; 5 – тимпаническая лестница; 6 – круглое окно.

В восприятии слабых звуков участвуют более чувствительные латеральные волосковые клетки, при восприятии сильных звуков

* При костной проводимости звуковые колебания вызывают вибрацию костей черепа и лабиринта, что приводит к колебаниям давления перилимфы в вестибулярном канале. В результате происходит смещение базальной мембраны так же, как и при воздушной передаче звуковых колебаний.

в колебания вовлекаются и медиальные волосковые клетки. С увеличением силы звука также увеличивается амплитуда РП и, следовательно, частота ПД, распространяющихся по нервным волокнам в центральный отдел слуховой системы (пространственно-частотное кодирование). Отдельные нейроны на разных уровнях слухового анализатора также настроены на определенную высоту и силу звука.

По слуховым нервам импульсы передаются через кохлеарные ядра и верхние оливы на задние (нижние) бугры четверохолмия (ориентировочный слуховой рефлекс), затем – в медиальные колленчатые тела таламуса (там слуховая информация формирует простые эмоции и изменяет вегетатику за счет взаимодействия таламуса с лимбической системой) и далее – в височные поля коры для высшего анализа (рис. 22).

Вторичная слуховая зона левого полушария (рече-слуховой центр Вернике) формирует понимание последовательности звуков – слов, фраз, а правого полушария – понимание последовательности тонов (мелодий), интонаций, половых и других особенностей голоса.

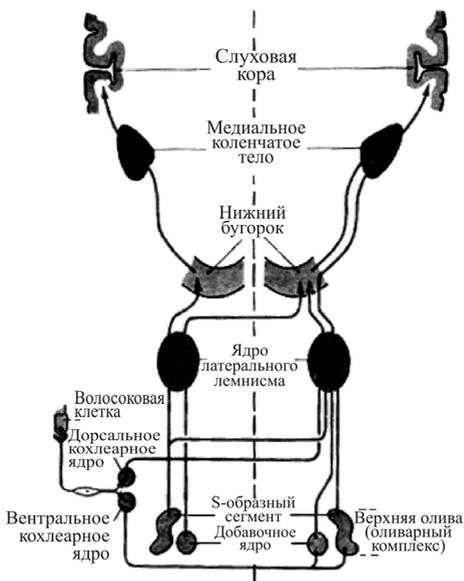


Рис. 22. Схема слухового анализатора.

Слуховая ориентация в пространстве осуществляется двумя путями: а) распознавание расположения самого звучащего предмета – первичная локализация звука; б) восприятие отраженных от различных объектов звуковых волн (вторичная локализация звука) – эхолокация. При помощи эхолокации ориентируются в пространстве некоторые животные (дельфины, летучие мыши). Биуральный слух существенно облегчает слуховую ориентацию. Для высоких звуков определение их источника обусловлено разницей силы звука, поступающей к ушам, вследствие их различной удаленности от источника звука. Для низких звуков важной является разность во времени между приходом одинаковых фаз звуковой волны к обоим ушам. Человек способен определять направление звука с точностью до 1е.

Слуховая адаптация складывается из соответствующих изменений всех отделов слухового анализатора. Ухо, адаптированное к тишине, обладает более высокой чувствительностью к звуковым раздражителям (слуховая сенситизация). При длительном слушании слуховая чувствительность снижается. Большую роль в слуховой адаптации играет ретикулярная формация, которая не только регулирует чувствительность слуховых рецепторов, но и изменяет активность проводникового и коркового отделов слуховой системы.

Вестибулярный анализатор

Вестибулярный анализатор обеспечивает восприятие положения головы и всего тела в пространстве, прямолинейных или вращательных ускорений при движении тела (акселерационное чувство), участвует в регуляции тонуса мышц для поддержания естественной позы и восстановления нарушенной позы, а также принимает участие в координации движений.

Периферический отдел вестибулярного аппарата находится в лабиринте пирамиды височной кости, рядом с улиткой и кортиевым органом. Он включает в себя два мешочка, или отолитовых органа: саккулус и утрикулус в преддверии; а также три полукружных канала, находящиеся в трех взаимно перпендикулярных плоскостях (верхний – во фронтальной, задний – в сагиттальной и наружный – в горизонтальной) (рис. 23).

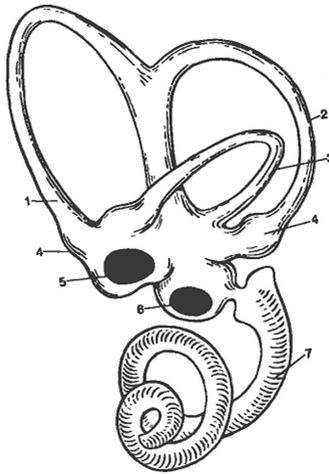


Рис. 23. Строение лабиринта височной кости:

1, 2, 3 – полукружные каналы; 4 – ампулы каналов;
5, 6 – преддверие; 7 – улитка.

В каждом мешочке преддверия имеются небольшие возвышения, называемые пятнами, а в ампулах полукружных каналов – гребешками. Они состоят из нейроэпителиальных волосковых клеток, которые представляют собой вторично чувствующие рецепторы вестибулярного анализатора (рис. 24).

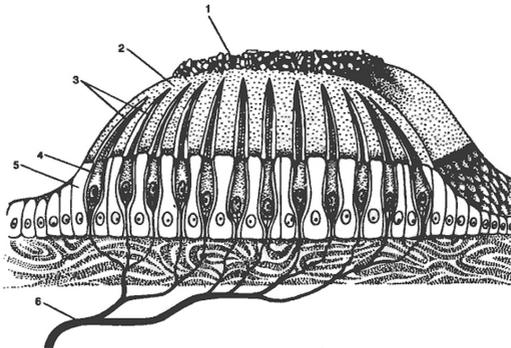


Рис. 24. Строение отолитового аппарата:

1 – отолиты; 2 – отолитовая мембрана; 3 – волоски рецепторных клеток;
4 – рецепторные клетки; 5 – опорные клетки; 6 – нервные волокна.

Эффективным стимулом для отолитовых органов является сила тяжести при наклонах головы и восприятие линейных ускорений (или замедлений).

Под действием ускорения отолитовая мембрана (содержащая кристаллы карбоната кальция) скользит по волосковым клеткам, а при наклонах головы под влиянием силы тяжести изменяет позицию по отношению к ним. При этом цилии (волоски-отростки) сенсорного эпителия сгибаются, в них возникает рецепторный потенциал, который передается к нервным окончаниям чувствительных клеток вестибулярного ганглия.

Человеку необходимо оценивать свое положение в пространстве:

- при повороте головы и туловища вокруг вертикальной оси;
- при наклонах головы вперед или назад вокруг горизонтальной оси;
- при наклонах головы влево и вправо вокруг сагиттальной оси.

Информацию об угловых ускорениях вокруг этих осей обеспечивают полукружные каналы. Угловое ускорение воспринимается в силу инерции эндолимфы, заполняющей преддверие и каналы. Когда голова поворачивается, эндолимфа сохраняет прежнее положение, а свободный конец листовидной мембраны или купулы (другой конец прикреплен к стенке канала) отклоняется в направлении, противоположенном повороту; при завершении же движения происходит скольжение мембраны при уже неподвижных волосках рецепторов. При сгибании купулы смещаются цилии рецепторных клеток и возникает рецепторный потенциал, который возбуждает биполярные клетки вестибулярного ганглия.

Афферентные волокна вестибулярного нерва находятся в состоянии постоянной спонтанной активности. Если смещение стереоцилий (более коротких отростков) направлено к киноцилии (самому длинному отростку), происходит усиление импульсной активности; при смещении в противоположенную сторону от киноцилии – частота спонтанных разрядов афферентного волокна снижается (рис. 25).

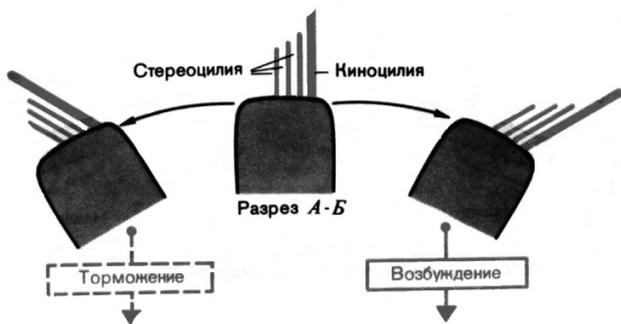


Рис. 25. Функции волосковых клеток вестибулярного аппарата.

Аксоны биполярных нейронов вестибулярного ганглия передают возбуждение к вестибулярным ядрам продолговатого мозга. Отсюда импульсация поступает к мозжечку, ядрам глазодвигательных мышц, вестибулярным ядрам противоположной стороны, прямо к мотонейронам шейных сегментов спинного мозга, через вестибуло-спинальный тракт – к мотонейронам разгибателей, а также к ретикулярной формации и таламическим ядрам. Все эти центральные проекции осуществляют автоматический контроль равновесия тела, поддерживаемый врожденными рефlekсами.

От таламических зон информация направляется к *центральному отделу* вестибулярного анализатора, который расположен в височной области коры большого мозга. Функциональная роль таламо-кортикальной проекции состоит в сознательном анализе положения тела в пространстве, а также в восприятии перемещений. Кроме того, вестибулярное представительство существует в моторной коре впереди от нижней центральной извилины. Сюда афферентация поступает через вестибуло-мозжечково-таламический путь. Функция этого пути – поддержание тонических реакций, связанных с оценкой позы и со схемой тела (рис. 26). Схема тела и положение тела и головы в пространстве определяют чувство равновесия. Наряду с вестибулярным аппаратом в этом участвуют проприоцепторы и зрительные рецепторы.

Различают соматические, сенсорные и вегетативные вестибулярные ответные реакции.

Вестибулоспинальные *соматические реакции* осуществляются через вестибуло-, рубро- и ретикулоспинальные тракты на сегментарном уровне. Они быстрые, точные, находятся под контролем мозжечка и направлены на перераспределение тонуса и поддержания равновесия.

От рецепторов вестибулярного аппарата начинаются статические и статокINETические рефлексы мозгового ствола. При этом происходит перераспределение тонуса скелетной мускулатуры и рефлексов, необходимых для сохранения равновесия тела в пространстве, естественной позы, восстановления нарушенной позы, формирования глазо-двигательных реакций. Вертикальная поза и походка определяются преимущественно отолитовым аппаратом, а глазо-двигательные реакции (рефлекс фиксации взора и глазной нистагм, т.е. пилообразные движения при поворотах головы или вращениях тела) вызываются с рецепторов полукружных каналов.

При интенсивном раздражении вестибулярной системы возникают *сенсорные реакции*, которые проявляются чувством головокружения, воспринимаемого в виде движения окружающих предметов.

Вегетативные реакции – это комплекс разнообразных вегетативных рефлексов, осуществляемых за счет связей вестибулярных ядер с вегетативными центрами гипоталамуса и ствола мозга. В обычных условиях эти реакции участвуют в регуляции обменных процессов в мышцах. При нагрузках на вестибулярную систему (кинезы – морская, воздушная болезнь, качание и повороты) могут возникнуть патологические реакции в виде повышенной саливации, тошноты, рвоты, потливости, нарушений сердечного ритма и ритма дыхания, колебаний артериального давления. Эти проявления могут быть снижены применением вегетотропных лекарственных средств и предварительной тренировкой.

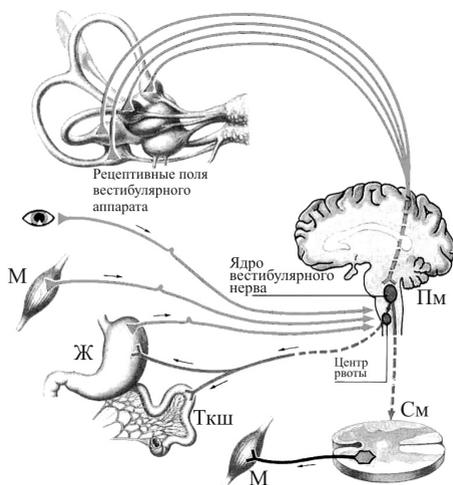


Рис. 26. Афферентные и эфферентные связи вестибулярного аппарата.

В условиях невесомости (в космосе) возникает такой тип афферентной импульсации с вестибулярного аппарата, который никогда не встречается на земле. Сначала нарушается анализ положения тела в пространстве из-за невозможности ориентации на гравитационную вертикаль в результате изменения импульсаций отолитового (и ампулярного) аппарата. Нарушается взаимодействие между зрительным и вестибулярным анализаторами, развивается комплекс вестибуло-вегетативных реакций. Тем не менее привыкание к условиям невесомости во время космических полетов происходит быстро – в течение нескольких дней, в результате взаимодействия анализаторов на стволовом и корковом уровнях. При этом следует учитывать, что космонавты проходят специальный курс подготовки, повышающий их устойчивость к влиянию невесомости (вращение, качели).

Соматовисцеральный анализатор

Периферический отдел соматовисцерального анализатора включает: кожные рецепторы и рецепторы слизистых оболочек (тактильные, температурные, болевые), проприоцепторы мышц, сухожилий и висцероцепторы внутренних органов.

К особенностям соматовисцерального анализатора относятся: отсутствие специальных органов чувств, рецепторы распространены по всему телу; отсутствие специализированных нервных трактов, афферентные пути входят в многочисленные нервы тела и центральные тракты.

Тактильная система

Тактильные рецепторы – это первично чувствующие механорецепторы, которые расположены в различных слоях кожи и слизистых оболочках:

- тельца, окруженные капсулой (Мейснера, Пачини);
- нервные утолщения (окончания Руффини, концевые колбочки Краузе);
- оголенные нервные окончания (диски Меркеля, рецептор волосяного фолликула).

Формы тактильных ощущений – давление, прикосновение, вибрация, щекотка. По механизму это первично-чувствующие рецепторы.

Острота ощущений зависит от плотности рецепторов и скорости их адаптации. Самая большая плотность рецепторов – на кончике языка, пальцах, губах. Рецепторы давления медленно адаптируются, рецепторы прикосновения, вибрации – быстро.

Проводниковый отдел начинается дендритами чувствительных нейронов спинальных ганглиев и ганглиев черепно-мозговых нервов. В задних рогах спинного мозга аксоны нейронов спинальных ганглиев без переключения поднимаются в составе задних канатиков спинного мозга к продолговатому мозгу, где образуют синапсы с нейронами заднего столба. От кожи головы и слизистой оболочки ротовой полости импульсы идут по тройнично-тригеминальному тракту к нейронам главного ядра тригеминального комплекса в мосту. Далее проводниковый путь тактильной системы следует через медиальную петлю к ядрам таламуса, здесь начинается новая группа аксонов, которые заканчиваются в сенсорной области коры большого мозга (задняя центральная извилина). Участки тела с наиболее обильной рецепцией имеют большой объем проекции в центрах мозга: например, рука, рот, язык. От проекционных зон коры тактильная информация поступает во фронтальные и задние ассоциативные зоны коры, благодаря которым осуществляется процесс восприятия (рис. 27).

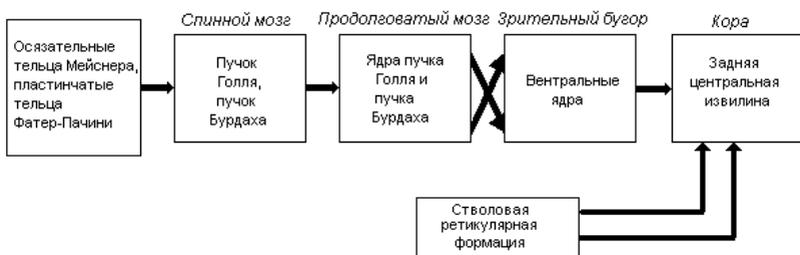


Рис. 27. Схема строения тактильного анализатора.

Температурная система

Система температуры внешней среды вместе с системой температуры внутренней среды обеспечивает поддержание температурного гомеостаза с помощью изменения интенсивности теплопродукции, теплоотдачи и поведенческих приспособительных реакций.

Терморцепторы:

- периферические – расположены в коже, слизистых оболочках, роговице глаза;
- висцеральные – во внутренних органах, сосудах, много в дыхательных путях;
- центральные – в основном в гипоталамусе (это нейрорецептивные нейроны).

Специфические терморцепторы кожи представлены холодowymi (колбочки Краузе) и тепловыми (тельца Руфини) нервными окончаниями, которые также несут механорецепторные функции.

Формы температурных ощущений – холод, тепло.

Острота ощущений зависит:

- от исходной температуры кожи, ведущей к адаптации или сенситизации анализатора (чем ниже температура кожи, тем выше возбудимость холодowych и ниже возбудимость тепловых рецепторов, и наоборот*);

* В то же время интенсивность температурных ощущений зависит от разности температуры кожи и действующего на нее раздражителя. Так, в первый момент кажется холодной вода температурой 25°, если до этого руку держали в воде температурой 27°.

- от скорости изменения температуры – температурные ощущения возникают, если скорость составляет $0,1^\circ$ за 1 секунду;
- от площади контактируемой поверхности, подвергаемой нагреванию или охлаждению, что является следствием пространственной суммации на разных уровнях анализаторов.

Пороги ощущений у холодových рецепторов ниже, чем у тепловых, а скорость проведения сигналов от первых выше, чем от вторых. Длительное ощущение тепла возникает, если температура становится выше 36°C , но, если температура повысится до 43° , возникает чувство жгучей боли. Длительное чувство холода имеет место при снижении температуры тела ниже 30° ; когда же температура падает ниже 17° , возникает болевое ощущение от холода.

Иногда наблюдается парадоксальное ощущение холода при действии высоких температур. Это можно объяснить тем, что холодные рецепторы локализованы ближе к поверхности кожи (в эпидермисе или сразу под ним), чем тепловые, расположенные в более глубоких кожных слоях. Поэтому холодные рецепторы возбуждаются быстрее.

От температурных рецепторов сигналы идут к таламусу и гипоталамусу в центр терморегуляции и далее в сенсорную кору. Локализация чувствительных афферентных и промежуточных нейронов проводникового отдела, а также корковое представительство соответствует таковым же в тактильной системе (рис. 28).

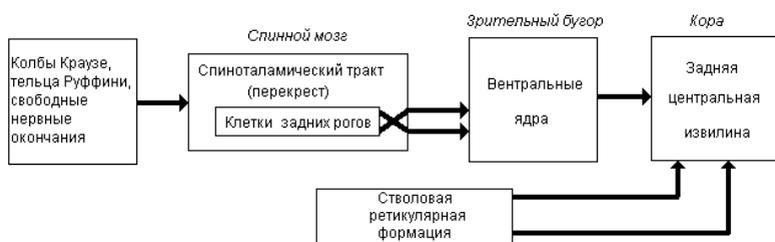


Рис. 28. Схема проводящих путей температурной чувствительности.

Проприоцептивная система

Проприорецепторы находятся в мышцах, связках, сухожилиях, суставах, глубоких слоях кожи. Они дают представление вместе со зрительным анализатором и вестибулярным аппаратом о положении тела и его частей в пространстве. Это мышечные веретена, сухожильные тельца Гольджи, кожные сухожильные связочные тельца Фатера-Пачини. Все они являются первично чувствующими, медленно адаптирующимися механорецепторами. Мышечные веретена обладают спонтанной активностью, что способствует поддержанию тонуса мышц.

Адекватным раздражением проприорецепторов является сокращение скелетных мышц.

Формы ощущений: положение конечности, ощущение движения, ощущения усилия.

Сигналы от проприорецепторов идут в составе проприоцептивных путей Голля и Бурдаха к вестибулярным ядрам продолговатого мозга, к красным ядрам среднего мозга, таламусу и затем в сенсорную зону коры (осознаваемая импульсация). Параллельно сигналы от проприорецепторов поступают по спинно-мозжечковым путям Флексига и Говерса к мозжечку (неосознаваемая импульсация). Проприоцептивная система играет важную роль в регуляции тонуса мышц и координации движений.

Висцеральная система

Рецепторы висцеральной системы воспринимают разнообразные изменения внутренней среды организма, посылают информацию в ЦНС, участвуя таким образом в работе внутренних органов и поддержании гомеостаза в организме (химического состава, осмотического давления, температуры внутренней среды, давления крови в сосудах, давления и наполнения внутренних полых органов).

Периферический отдел висцеральной системы представлен соответствующими рецепторами. *Висцерорецепторы* находятся во внутренних органах, тканях, сосудах (механо-, хемо-, термо- и осморепторы).

Механорецепторы (баро- и волюморецепторы) расположены в сосудах, легких, ЖКТ и др. Для них адекватным стимулом является растяжение, деформация стенок органов.

Хеморецепторы находятся в аортальных и каротидных клубочках, в слизистых оболочках пищеварительного тракта, органов дыхания, в серозных оболочках, в головном мозгу.

Осморецепторы локализованы в аортальном и каротидном синусах, в интерстициальной ткани вблизи капилляров, внутри сосудов артериального русла, в печени и др. органах, а также в гипоталамусе (нейроны – осмометры). Часть осморецепторов является механорецепторами, часть – хеморецепторами (например, Na^+ -рецепторы, гликорепцепторы).

Терморецепторы находятся в слизистой оболочке пищеварительного тракта, органов дыхания, мочевого пузыря, в серозных оболочках, в стенках артерий и вен, в каротидном синусе, а также в ядрах гипоталамуса.

Все рецепторы висцеральной системы являются первично-чувствующими (за исключением вторично-чувствующих хеморецепторов каротидного клубочка).

Проводниковый отдел представлен в основном чувствительными волокнами вегетативных и соматических нервов, частично-смешанными нервами, в состав которых входят вегетативные волокна. Чувствительные нейроны находятся в спинальных ганглиях или ганглиях черепно-мозговых нервов, промежуточные – в спинном мозге или в стволе мозга. Восходящие пути от них поступают к задне-медиальным ядрам таламуса и от него к лимбической системе. Проекции висцеральных нервов обнаружены также в мозжечке.

Корковый отдел локализуется в соматосенсорной области и в орбитальной части коры большого мозга. В коре замыкаются натуральные вегетативные условные рефлексы, являющиеся важным приспособительным ответом организма в различных условиях жизнедеятельности. Например, повышение АД у спортсмена на старте обеспечивает заблаговременное усиление кровоснабжения скелетной мускулатуры.

Восприятие некоторых интероцептивных стимулов может сопровождаться возникновением четких локализованных ощущений: например, при растяжении стенок желудка, мочевого пузыря или прямой кишки. Но висцеральная импульсация от сердца, печени, почек обычно не вызывает ощущений, что является сигналом о благополучии в организме. В случае же патологических процессов возникают различные неприятные ощущения, в том числе и болевые, что побуждает обратиться к врачу.

В любом случае изменение деятельности внутренних органов оказывает влияние на эмоциональное состояние и характер поведения человека.

Болевая система

Болевая (ноцицептивная) система представляет собой совокупность нервных образований, обеспечивающих формирование болевых ощущений и их угнетение.

Боль – это неприятное, в виде страдания, ощущение, возникающее в результате действия на организм сверхсильного раздражителя, патологического процесса или кислородного голодания. Болевой раздражитель несет мало информации об окружающем мире, он играет защитную роль, предупреждая организм о действии вредного фактора.

Классификация боли

Различают несколько принципов классификации боли.

- I. По скорости возникновения и активации нервных элементов:
 1. Эпикрическая (первичная, начальная) боль. Возникает быстро, четко локализована, имеет резкий колющий характер, возникает при активации болевых механорецепторов, проводит сигналы по быстрым А-волокам, связана с распространением возбуждения по неоспиноталамическому тракту в проекционные зоны коры.
 2. Протанопическая (вторичная, поздняя) боль. Характеризуется медленным возникновением, нечеткой локализацией, имеет ноющий характер, возникает при активации хемоноцицепторов с передачей информации по медленнопроводящим С-волокам. Затем возбуждение распространяется по палеоспиноталамическому тракту в неспецифические ядра таламуса и затем во многие зоны коры. Этот вид боли отличается многокомпонентными проявлениями, которые включают висцеральные, моторные и эмоциональные реакции.
- II. В зависимости от поврежденной части тела:
 1. Соматическая боль – поверхностная (кожная: ранняя, поздняя), глубокая (в мышцах, суставах, соединительной ткани костей, головная боль). Соматическая боль может быть двухфазной: эпикрической и протанопической, т.е. имеет определенную локализацию и ее интенсивность зависит от степени и состояния повреждения.

2. Висцеральная боль, возникающая во внутренних органах. Это печеночные, почечные колики, язвенная болезнь, боль при приступе аппендицита. Она связана с раздражением брюшины, брыжейки, натяжением капсулы печени, почек, селезенки, спазмом сосудов, сильным изометрическим сокращением мышц.

III. В зависимости от локализации болевого ощущения и повреждающего воздействия:

1. Местная боль – локализуется непосредственно в очаге ноцицептивного воздействия.
2. Проецируемая боль – возникает в дистальных областях иннервации нерва при повреждающем воздействии в его проксимальных участках.
3. Иррадирующая боль – локализуется в области иннервации одной ветви нерва при болевом воздействии в зоне иннервации другой ветви того же нерва.
4. Отраженная боль – когда её ощущение возникает не во внутренних органах, где она локализована, а на поверхностных областях тела. Например, боль – в сердце, а ощущение её – в левом плече, под левой лопаткой, на медиальной поверхности руки (в зонах Захарьина – Геда). Возможная причина – кожные и болевые афференты конвергируют на одних и тех же нейронах в спинном мозге.

К особым видам боли можно отнести фантомную и психогенную боли.

- Фантомная боль возникает после удаления органа или его части. Например, болевые ощущения в пальцах ампутированной конечности или боль в депульпированном зубе. Обычно фантомной боли предшествует длительный патологический процесс в органе, обеспечивающий формирование доминанты в соответствующем нервном центре, которая может поддерживаться рубцом, раздражающем нервное окончание в области операции.
- Психогенная боль возникает без видимой связи с каким-либо патологическим процессом и обусловлена эмоциональными, социальными факторами и нарушениями психических функций.

Восприятие боли

Периферический отдел болевой системы представлен рецепторами боли – ноцицепторами (от лат. *poscere* – вредить, разрушать), которые реагируют на стимулы, угрожающие организму повреж-

дением или вызывающие повреждения. Они найдены в коже, слизистых, серозных оболочках, надкостнице, зубах, мышцах, органах грудной и брюшной полости. Болевые рецепторы всех органов и тканей представляют неинкапсулированные окончания нервных волокон, имеющие форму волосков, пластинок, спиралей. На поверхности кожи число ноцицепторов (болевых точек) намного превышает число тактильных и температурных рецепторов. Наибольшая плотность кожных рецепторов у человека отмечается в паховой области, на ладони и кончике носа.

Различают 3 типа ноцицепторов:

- *Механоноцицепторы* – они возбуждаются очень сильными механическими раздражителями, вызывающими деформацию и повреждение мембраны рецептора при сжатии или растяжении ткани;
- *Хемоноцицепторы* – для них специфическими раздражителями являются аллогены – вещества, выделяющиеся при повреждении клеток или развитии воспалительного процесса в тканях. Различают 3 типа аллогенов: тканевые (ацетилхолин, серотонин, гистамин, ионы K^+ , Na^+ , H^+), плазменные (брадикинин, каллидин, лейкотриины) и выделяющиеся из нервных окончаний (вещество П, ВИП – вазоинтестинальный пептид*). Аллогены различных групп обладают различными механизмами активации болевых рецепторов: тканевые активируют непосредственно болевые окончания, плазменные – также могут прямо воздействовать на нервные окончания, но чаще они повышают чувствительность ноцицепторов. Вещество П (медиатор боли) при повреждающих воздействиях выделяется из нервных окончаний и действует на рецепторы, локализованные на этих окончаниях, вызывая генерацию потока ноцицептивных импульсов.
- *Термоноцицепторы* – воспринимают боль при изменении температуры выше 43° или ниже 17° . Полагают, что они при повреждающем воздействии выделяют медиатор, который вступает в реакцию с этим же рецептором.
- *Полисенсорные – механо-, термо- и хемоноцицепторы*. Они встречаются наиболее часто.

* ВИП также образуется эндокринными клетками двенадцатиперстной кишки.

В настоящее время также считают, что боль может возникать как при повреждающем воздействии ноцицепторов, так и при интенсивном воздействии на рецепторы различной модальности.

Проводниковый отдел. Проведение болевого возбуждения от рецепторов осуществляется по дендритам чувствительных нейронов спинальных ганглиев, иннервирующих определенные участки тела. Аксоны этих нейронов поступают в спинной мозг к вставочным нейронам задних рогов. Далее проведение сигналов в нервной системе осуществляется двумя путями: специфическим и неспецифическим. Специфический путь начинается от вставочных нейронов спинного мозга, аксоны которых в составе спиноталамического тракта поступают к специфическим ядрам таламуса, отростки этих нейронов достигают коры.

Неспецифический путь начинается также от вставочных нейронов спинного мозга и по коллатералиям идет к различным структурам спинного мозга, к ретикулярной формации продолговатого и среднего мозга, далее – в неспецифические ядра таламуса и отсюда во все отделы коры большого мозга.

Болевая импульсация от кожи лица и органов челюстно-лицевой области (ЧЛЮ) поступает по чувствительным волокнам тройничного нерва в его ганглии и далее в продолговатый мозг, где заканчивается в основном на нейронах спинотригеминального тракта. Часть волокон подходит к ядрам ретикулярной формации, затем к нейронам специфических и неспецифических ядер таламуса.

Корковый отдел. Специфический путь заканчивается в соматосенсорной области коры большого мозга. Первичные проекционные зоны находятся в области задней центральной извилины. Здесь происходит анализ ноцицептивных воздействий, формирование острой точно локализованной боли. Кроме того, за счет тесных связей с моторной зоной осуществляются двигательные защитные акты при воздействии повреждающих стимулов. Вторичная проекционная зона расположена в глубине Sylvianовой борозды, участвует в процессах осознания и выработки программы поведения при болевом воздействии. Неспецифический путь проецируется диффузно на все области коры. При этом значительную роль в формировании болевой чувствительности играет орбито-фронтальная область коры, которая участвует в организации эмоционального и вегетативного компонента боли с вкладом лимбической системы. Лобная кора обеспечивает самооценку (конгитивный компонент) боли и формирование целенаправленного

болевого поведения (рис. 29). Перерезка связей между лобной корой и таламусом (операция лоботомия) сохраняет ощущение боли у больных, но она их не беспокоит, боль не становится страданием.

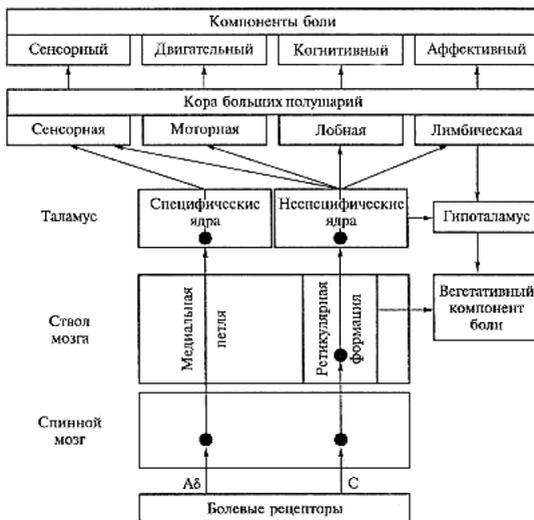


Рис. 29. Схема восприятия болевой чувствительности.

Таким образом, в реакцию организма на боль вовлекаются практически все структуры мозга.

Болевые ощущения вызывают защитную двигательную реакцию, формируют поведение, направленное на ликвидацию болевого ощущения и лечение повреждения. Отрицательные эмоции при боли изменяют вегетативные реакции организма, его гормональные и метаболические процессы (увеличивается частота дыхания, ускоряется свертывание крови, повышается ее фагоцитарная активность, растет число лейкоцитов, усиливается выработка антител, возрастает системный кровяной поток, повышается АД, наблюдается местное расширение сосудов в болевом очаге, улучшение доставки кислорода и питательных веществ к клеткам, активация гипофизарно-надпочечниковой системы, выброс катехоламинов); происходит мобилизация механизмов памяти, направленных на извлечение опыта по устранению болевых ощущений и опыта лечения повреждения.

Полной адаптации к боли не существует, зато хорошо выражена сенситизация – повышение чувствительности. Ощущение боли также может изменяться в зависимости от общего настроения организма под влиянием самовнушения, гипноза.

Установлено, что в организме существует антиноцицептивная система – это совокупность структур, расположенных на разных уровнях ЦНС и имеющих собственные нейрохимические механизмы, угнетающие болевую импульсацию. Обезболивающая система ослабляет болевые ощущения, делает их более терпимыми; позволяет осуществлять рефлекторные реакции вопреки болевым ощущениям; ослабляет психо-вегетативный, негативный компонент боли; препятствует возникновению избыточного болевого возбуждения, чреватого развитием болевого шока при действии слабых и относительно сильных болевых раздражителей.

В 70-х годах прошлого столетия в ЦНС были открыты опиатные рецепторы (мю-, дельта-, каппа- и сигма-), взаимодействуя с которыми препараты опия (морфий и его производные) вызывают состояние анальгезии. В организме обнаружены естественные аналоги морфина. Ими оказались небольшие пептиды (продукты протеолиза), образующиеся в структурах головного мозга, аденогипофиза, мозгового слоя надпочечников, желудочно-кишечном тракте, плаценте и получившие название *эндорфинов*, *энкефалинов*, *динарфинов*. В обезболивающих реакциях также участвуют серотонинэргические, адренэргические и дофаминэргические нейроны вместе с соответствующими медиаторами и неопиоидные пептиды: нейротензин, ангиотензин II, окситоцин, кальцитонин, бомбезин, холецистокинин.

Действие антиноцицептивной системы реализуется с помощью тормозных нисходящих влияний на болевую систему.

На всех уровнях переключения афферентной импульсации в ЦНС активация опиоид-, адрен- и серотонинэргических нейронов обеспечивает возникновение пре- и постсинаптического торможения в нейронах ноцицептивной системы, следствием чего является анальгезия и гипоалгезия. Имеется несколько уровней обезболивающей системы организма.

На периферии в тканях синтезируются опиоидные пептиды, модулирующие образование брадикинина, простагландинов, стимулирующих ноцицепторы.

На уровне спинного мозга формируется пресинаптическое торможение передачи возбуждения от ноцицептивных афферентных

волокон, а также происходит формирование постсинаптического торможения нейронов, образующих спиноталамический тракт. Спинальный воротный механизм находится также под постоянным влиянием нервных импульсов и структур мозгового ствола, которые передаются по нисходящим путям как на тормозные нейроны, так и на вставочные нейроны спиноталамических путей. При этом в обоих случаях часто роль тормозных медиаторов играют эндорфины и энкефалины.

В головном мозгу существуют три основных уровня обезболивающей системы: 1) ствол мозга; 2) промежуточный мозг; 3) кора большого мозга.

Стволовой уровень антиноцицептивной системы.

Центральное (околородопроводное) серое вещество среднего мозга через ядра шва и гигантоклеточное ядро продолговатого мозга (по рафо-спинальным и ретикуло-спинальным путям) активирует тормозные энкефалические нейроны задних рогов спинного мозга и подавляет передачу болевой импульсации в нейронах задних столбов по типу пресинаптического торможения. Голубое пятно среднего мозга оказывает угнетающее влияние на передачу болевых сигналов в задних столбах спинного мозга (через норадреналин и альфа-2-адренорецепторы) (рис. 30).

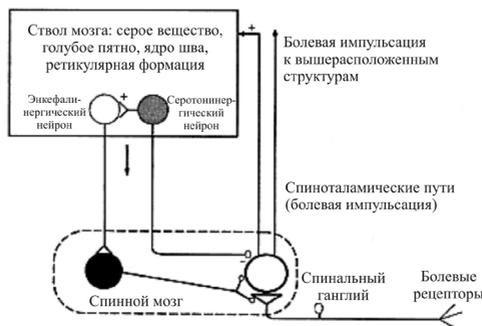


Рис. 30. Взаимодействие основных элементов обезболивающей системы организма первого уровня: ствол мозга – спинной мозг.

Нейроны: светлые – возбуждающие, черные – тормозные, серые – (+) возбуждающие, (-) тормозные.

Диэнцефальный уровень антиноцицептивной системы

Неспецифические (ретикулярные) ядра таламуса вызывают торможение передачи болевых импульсов через его другие ядра. Гипоталамус контролирует и регулирует антиноцицептивные механизмы стволового уровня и таламуса за счет влияния норадренергических, дофаминэргических, эндорфинэргических и энкефалинэргических нейронов своих ядер. Стимуляция задней области гипоталамуса вызывает возбуждение симпатических центров, в том числе иннервирующих мозговой слой надпочечников. Увеличение секреции катехоламинов при этом сопровождается повышением секреции эндорфинов. Мобилизация адренэргических механизмов при стрессе приводит к развитию стресс-аналгезии. Гормон кортиколиберин, образующийся в гипоталамусе, усиливает образование эндорфина в аденогипофизе и его секрецию в кровотоки.

В целом этот уровень осуществляет дифференцирование реакций организма на полезные и вредные раздражители (рис. 31).

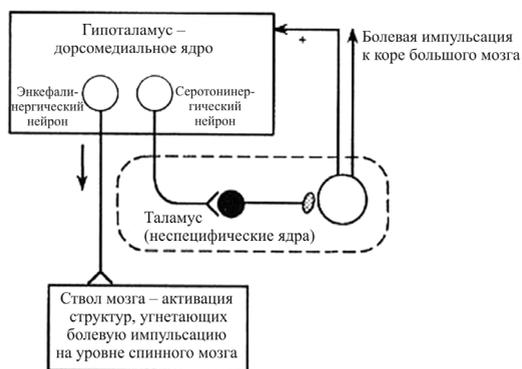


Рис. 31. Механизм работы обезболивающей системы организма второго уровня с помощью опиоидов (гипоталамус – таламус – ствол мозга).

Нейроны: светлые – возбуждающие, черные – тормозные.

Корковый уровень антиноцицептивной системы

Кора большого мозга, ее сенсорная, моторная и орбитальная зоны способны модулировать активность всех структур антиноцицептивной системы и формировать адекватную реакцию организма на повреждающие воздействия.

Таким образом, ощущение боли зависит не только от активности болевой сенсорной системы, но и определяется торможением антиноцицептивной системы.

Физиологические основы и методы обезболивания

Обезболивающий эффект может быть достигнут посредством воздействий как на ноцицептивную, так и на антиноцицептивную системы организма.

Воздействие на ноцицептивную систему

1. Местная инфильтрационная анестезия – осуществляется за счет временной фармакологической блокады ноцицепторов и нервных окончаний. При этом различают поверхностную анестезию, когда используют вещество в виде аэрозолей, и инфильтрационную, когда обезболивающее вещество вводят подкожно, в подслизистую или внутрисвязочно. Например, интралигаментарная анестезия выключает чувствительность связочного аппарата зубов.
2. Проводниковая анестезия адресована нервам, в которых проходят чувствительные волокна, проводящие сигналы от ноцицепторов определенных зон организма.
3. Общая анестезия достигается применением ингаляционных средств для наркоза, а также неингаляционных наркотических и ненаркотических анальгетиков. Фармакологические препараты позволяют воздействовать на подкорковые и корковые отделы ноцицептивной системы с выключением или без выключения сознания.

Подавление ноцицептивной импульсации возможно и другими методами.

Методы хирургической деструкции различных отделов ноцицептивной системы могут ограничить приток ноцицептивных возбуждений. Так, одним из способов лечения упорной невралгии тройничного нерва является разрушение части его узла, иннервирующего зону локализации боли в челюстно-лицевой области (ЧЛЮ).

Метод электроаналгезии основан на обезболивающем воздействии постоянного тока, как на ноцицепторы, так и на их нервные проводники. При этом развитие стойкой деполяризации препятствует возникновению и проведению болевых сигналов.

Метод аудиоаналгезии основан на торможении ноцицептивных нейронов тригеминального комплекса при возбуждении кохлеарных ядер и слуховой области коры определенной смесью звуковых сигналов (белый шум), воспринимаемых человеческим ухом.

Воздействие на антиноцицептивную систему

Ряд фармакологических средств (наркотические и ненаркотические анальгетики) наряду с влиянием на ноцицептивные структуры оказывает стимулирующее воздействие на различные отделы антиноцицептивной системы, снижая поток болевых сигналов в высшие отделы мозга. Такой же эффект может быть получен при использовании методов транскраниальной электроаналгезии, сопряженной с выключением сознания и возможностью восприятия и оценки болевых сигналов. Эксперименты на животных показали, что обезболивающий эффект тока связан с мобилизацией структур антиноцицептивной системы и увеличением в крови и спинно-мозговой жидкости бета-эндорфина.

Неспецифические методы обезболивания осуществляются с помощью механического, термического или электрического воздействия на биоактивные точки (скопления сенсорных рецепторов), а также с помощью специфических игл (иглокалывание или акупунктура). Продолжительность аналгезии 20–30 минут. Акупунктурная аналгезия осуществляется посредством рефлекторного выброса в кровь эндорфинов, которые связываются с опиатными рецепторами, нарушая синаптическую передачу болевой импульсации в ЦНС.

Вкусовой анализатор

Этот анализатор обрабатывает информацию о веществах, попадающих в ротовую полость, участвует в формировании аппетита и эмоций, в регуляции пищеварения. Вкусовые вторично чувствующие рецепторы (хеморецепторы) расположены на языке, задней стенке глотки, миндалинах и надгортаннике в так называемых вкусовых почках. Вкусовые ощущения – кислое, сладкое, горькое, соленое, а также ощущения вкуса воды, вкуса острого и жгучего. Кончик языка наиболее чувствителен к сладкому, боковые поверхности – к соленому и кислому, корень – к горькому (рис. 32).

В ротовой полости также находятся тактильные температурные и болевые рецепторы. Афферентные волокна идут в составе лицевого, языкоглоточного и блуждающего нервов в продолговатый мозг, затем в таламус и далее к коре в сенсорную зону (в области представительства языка). Большая часть корковых нейронов этих областей мультисенсорна, т.е. реагирует не только на вкусовые, но и температурные, механические и ноцицептивные раздражители.

Особенности восприятия вкусовых ощущений

Четкой специфичности для рецепторов сладкого и горького вкусов не выявлено. Так, ощущение сладкого вызывают сахара, многие спирты, органические растворители, а также сахарин. Ощущение горького вызывают все алколоиды, а также глюкозиды, пикриновая кислота, эфир, хинин, морфин, стрихнин, пилокарпин. Чувствительность вкусового анализатора самая высокая к горьким веществам, что позволяет организму предотвратить попадание в рот несъедобных или ядовитых соединений, поскольку они обычно обладают горьким вкусом, их легко определить.

Что же касается соленого и кислого вкуса, то он свойствен, как правило, веществам определенного химического состава. Ощущение соленого связано с присутствием в растворе анионов хлора, йода, брома, поэтому соленый вкус вызывают хлориды натрия, калия, лития, аммония и магния. Ощущения кислого возникает при раздражении вкусовых рецепторов свободными ионами кислот и кислых солей.

Вкусовая чувствительность у сытого человека снижается, а у голодного повышается. Она также снижается и при заболеваниях органов полости рта (стоматит, глоссит), желудочно-кишечного тракта, органов дыхания, болезней крови, ЦНС, при переживаниях (например, у студентов перед экзаменами).

Особенностью адаптации вкусовой системы является то, что она различна для разных веществ: например, к сладкому и соленому она происходит быстрее, чем к горькому и кислому, что предупреждает попадания вредных веществ в организм. Снижение чувствительности к одному вкусовому веществу не исключает ее сохранения к другому.

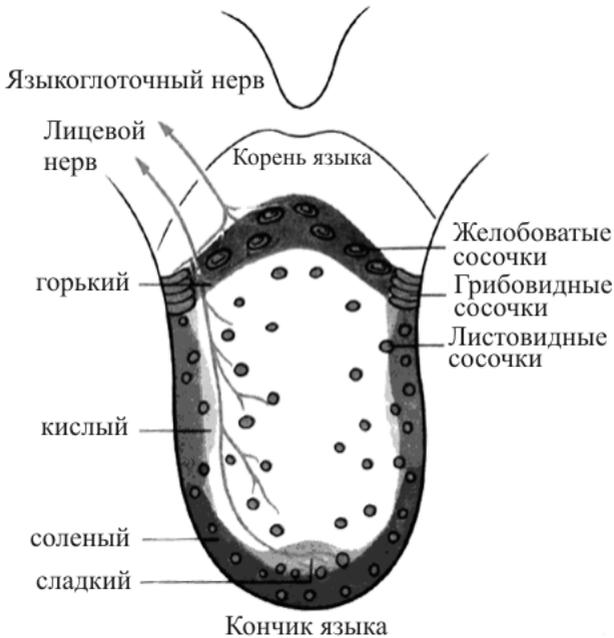


Рис. 32. Вкусовые рецепторы языка.

Обонятельный анализатор

Обонятельные рецепторы воспринимают химические раздражители из внешней среды. Система обоняния способствует ориентации в окружающей среде и познанию ее, участвует в формировании пищевого поведения (выработка условных пищевых рефлексов, избегание и избавление от неприятных раздражителей), в формировании эмоций.

На запахи реагируют обонятельный эпителий верхней задней полости носа с обонятельными рецепторами (это первично-чувствующие хеморецепторы), а также свободные окончания тройничного нерва (рис. 32).

Обонятельный рецептор представляет собой булавовидное окончание короткого дендрита обонятельной клетки, содержащее 6–12 ресничек с рецепторными белками, взаимодействие которых с пахучими веществами обеспечивает формирование обонятельных ощущений.

Известно более 100 первичных обонятельных ощущений, которые объединяются в 7 групп основных различаемых запахов – камфорный, цветочный, мускусный, мятный, эфирный, едкий, гнилостный. В естественных условиях воспринимаются смешанные запахи. Каждый обонятельный рецептор возбуждается при действии многих пахучих веществ, но особенно тех, к которым он наиболее чувствителен.

Проводниковый отдел обонятельного анализатора начинается аксонами биполярных обонятельных нейронов, которые пронизывают пластинку решетчатой кости и формируют обонятельный нерв. Волокна обонятельного нерва образуют синапсы с крупными митральными клетками обонятельной луковицы. Аксоны митральных клеток формируют обонятельный тракт. Волокна обонятельного тракта отдельными пучками идут в передние ядра таламуса, а затем в кору (некоторые авторы считают, что отростки второго нейрона идут прямо в кору большого мозга, минуя таламус).

Корковый отдел обонятельного анализатора представлен обонятельной извилиной, гиппокампом, прегрушевидной областью. Нейроны, отвечающие на обонятельные стимулы обнаружены также в ретикулярной формации, имеется связь с вегетативными ядрами гипоталамуса. Тесная связь с лимбической системой объясняет присутствие эмоционального компонента в обонятельном восприятии.

Адаптация к действию пахучего вещества в обонятельной системе происходит в течение десятка секунд или минут, зависит от скорости потока воздуха и концентрации пахучего вещества. Причем сами обонятельные нейроны продолжают генерировать ПД. Это указывает на то, что развитие адаптационных процессов происходит в проводниковом и корковом отделах обонятельного анализатора.

Различают следующие нарушения обоняния: 1) anosmia – отсутствие обонятельной чувствительности; 2) гипосмия – понижение обоняния; 3) гиперосмия – повышение; 4) параосмия – неправильное восприятие запахов; 5) нарушение дифференцировки; 6) обонятельные галлюцинации, когда возникают обонятельные ощущения при отсутствии пахучих веществ; 7) обонятельная агнозия, когда человек ощущает запах, но его не узнает.

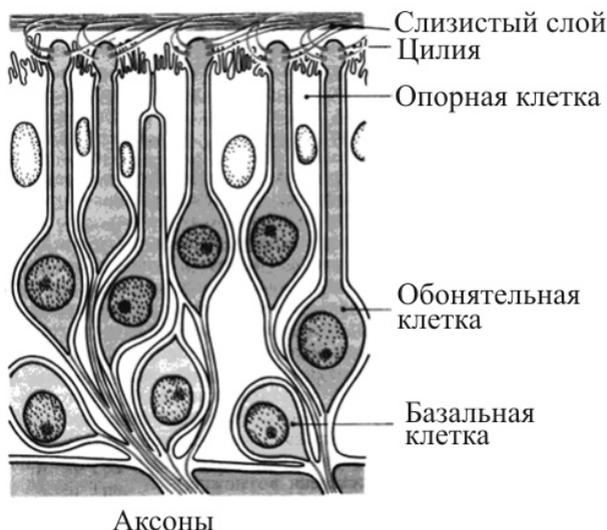


Рис. 33. Обонятельный эпителий

Особенности сенсорных систем стареющего организма

Зрительный анализатор. Максимальная активность сенсорных функций отмечается у человека в возрасте 17–20 лет, после чего она медленно снижается. С возрастом снижается эластичность хрусталика, ослабевают цилиарные мышцы, в связи с чем развивается ограничение аккомодационной способности глаза – возрастная дальнорукость (пресбиопия). Если максимальную способность глаза человека к аккомодации принять за 12 диоптрий (Д), то уже в 10 лет она составляет 10 Д, в 40 – 4 Д, в 50 – 2 Д и в 60 лет – 1 Д.

С возрастом уменьшается преломляющая сила сред глаза. В стекловидном теле появляются небольшие светонепроницаемые тельца, воспринимаемые как черные точки, проплывающие в поле зрения.

В сетчатке развиваются новые кровеносные сосуды. В связи с высокой проницаемостью их стенок появляются очаги экссудации

и кровоизлияний. Рассасывание поврежденных элементов тканей затруднено, что ухудшает функции палочек и колбочек, снижает чувствительность сетчатки. Уменьшаются скорость и выраженность сужения зрачка при действии яркого света и аккомодации глаза.

Снижается критическая частота мельканий, т.е. максимальная частота вспышек света, которые еще воспринимаются отдельно, уменьшается контрастная чувствительность. Изменения подобного рода связаны с возрастными преобразованиями всех отделов зрительного анализатора – от глаза до коры большого мозга в затылочных ее отделах.

Слуховой анализатор. Уже в 35–40 лет острота слуха снижается примерно на 10%. Особенно заметно ухудшается восприятие высоких тонов: в 30 лет люди реагируют на звуковые колебания до 16–20 кГц, в 35 лет – до 15 кГц, в 65 лет – до 10 и к 80 годам – лишь до 5 кГц. После 55 лет ухудшается проводимость звука в связи с уменьшением эластичности барабанной перепонки и базальной мембраны улитки, а также со снижением подвижности слуховых косточек. Большие изменения развиваются в звуковоспринимающей части анализатора и центральных его отделах, что связано с развитием атрофических процессов в кортиевом органе и спиральном ганглии улитки. В 65 лет – 74 года различные нарушения слуха, в частности старческая тугоухость (пресбиокузия), выявляются обычно у 13%, после 75 лет – у 26% людей. Значительные изменения слуха в старческом возрасте обнаруживаются обычно лишь у 10%, а серьезное ослабление слуха – у 2% лиц, когда уже затруднены понимание разговорной речи и пользование телефоном.

Вестибулярный анализатор. Уменьшение возбудимости вестибулярного анализатора наблюдается после 60 лет. Отмечается более продолжительный нистагм и ощущение противовращения.

Вкусовая чувствительность с возрастом меняется в меньшей степени, чем зрение и слух. Однако, чтобы получить выраженные ощущения сладкого, необходимо в чашку чая добавлять значительно больше сахара, чем в молодом возрасте. Развивающиеся изменения связаны при этом как с уменьшением числа рецепторных клеток, так и с преобразованиями высших отделов этих сенсорных систем.

Обонятельная чувствительность снижается после 45 лет и резко – после 70 лет в результате атрофических процессов в слизистой обонятельной области полости носа. Отмечено снижение количества нейронов, силы и подвижности нервных процессов.

Кожная чувствительность преобразуется в соответствии с развитием в коже структурных изменений. После 60 лет в связи с уменьшением числа функционирующих сосудов развиваются дистрофические изменения нервных окончаний, в результате чего заметно снижается тактильная, особенно вибрационная чувствительность. В то же время достоверных данных о существенном снижении болевой и температурной чувствительности не получено.

Особенности анализаторов в детском возрасте

Анализаторные системы начинают функционировать сразу после рождения. Наиболее рано – вестибулярный анализатор, позднее других – системы слуха и зрения. Развитию и функциональному совершенствованию анализаторов способствуют рациональная тренировка и отдых в процессе обучения и воспитания ребенка, которые завершаются к 17–20 годам жизни.

Зрительный анализатор к моменту рождения недостаточно зрелый. Развитие сетчатки заканчивается к концу первого года жизни. Слезная жидкость уже в небольшом количестве секретруется с момента рождения, однако усиление слезообразования при плаче развивается у детей с 1,5–2-х месяцев жизни. На 8–9-м месяце внутриутробного развития начинается миелинизация зрительных нервных путей, которая заканчивается к 3–4-му месяцу после рождения. Созревание и дифференцировка коркового отдела анализатора заканчивается лишь к 7 годам.

Движение глаз в первые дни жизни новорожденного не координированы (один глаз может двигаться независимо от другого), толчкообразны, замедлены, наблюдаются нистагмовидные движения. Фиксация взора на предмете с одновременным торможением движения (зрительное сосредоточение) появляется не ранее 2-недельного возраста и составляет в этот период всего лишь 1–2 минуты. Слежение взором за движущимся предметом к 2–2,5 месяцам уже довольно совершенно.

Движения век сформированы к концу 1-го месяца жизни. Уже с первых дней жизни имеется защитный мигательный рефлекс на внезапное световое раздражение. Рефлекс смыкания век при приближении предметов к глазам появляется в 1,5 месяца.

Зрачковый рефлекс (сужение зрачков на свет) возникает у ребенка на 6-м месяце жизни. Расширение зрачка в темноте у новорож-

денного выражено слабо: недостаточно развиты круговые мышцы радужной оболочки, зрачки узкие.

Оптическая система глаза. Хрусталик у детей очень эластичен, поэтому дети обладают большей способностью к аккомодации, чем взрослые. Но уже с 10-летнего возраста объем аккомодации уменьшается вследствие постепенной потери хрусталиком эластичности. В возрасте 10 лет ближайшая точка ясного зрения находится на расстоянии 7 см, в 20 лет – 10 см, в 30 лет – 14 см (т.е. с возрастом, чтобы лучше видеть предмет, его надо удалять от глаз).

Глаза подавляющего большинства (около 90%) новорожденных характеризуются небольшой дальнозоркостью (1–3 диоптрии), обусловленной шарообразной формой глазного яблока и, следовательно, укороченной переднезадней осью глаза. К 8–12 годам жизни дальнозоркость (гиперметропия) постепенно исчезает, и глаза в результате увеличения переднезаднего размера глазных яблок становятся эмметропическими.

Однако у значительной части детей (30–40%) в результате чрезмерного увеличения передне-задних размеров глазного яблока развивается близорукость (миопия) – задний фокус оптической системы находится перед сетчаткой. Близорукость у детей может возникнуть в дошкольном и школьном возрасте. Чрезмерное увеличение глазного яблока происходит вследствие кровенаполнения глаза и увеличения внутриглазного давления при длительном чтении в положении сидя с большим наклоном головы, при напряжении аккомодации, происходящем при недостаточном освещении и продолжительном рассматривании мелких предметов. Следует также заметить, что предрасположенность к близорукости передается по наследству (наследуется, в частности, недостаточная жесткость склеры). С целью профилактики развития близорукости необходимо научить детей держать рассматриваемые предметы (особенно книгу при чтении) на расстоянии 35–40 см от глаз, устранить другие перечисленные причины развития близорукости.

Светочувствительность в периоды внутриутробного развития появляется с 6 месяцев, что подтверждается зрачковым рефлексом (сужением зрачка при действии света). Сразу после рождения она еще слишком низка, но быстро увеличивается в первые месяцы жизни. Увеличение светочувствительности, как и совершенствование других свойств зрительного анализатора, происходит до 20 лет в результате созревания сетчатки и ЦНС. При этом улучшаются темновая и световая адаптации зрительного анализатора.

Острота зрения у новорожденных очень низкая: она постепенно увеличивается и в 6 месяцев составляет 0,1; в возрасте 1 года – 0,2; в 5 лет – 0,8–1; затем в подавляющем большинстве случаев (80–90%) острота зрения у детей и подростков несколько выше (0,9–1,1), чем у взрослых. В возрасте 18–60 лет острота зрения остается практически неизменной и равна 0,8–1,0 у подавляющего большинства лиц.

Поле зрения у детей значительно уже, чем у взрослых, но с возрастом быстро увеличивается (особенно в возрасте 8 лет) и продолжает расширяться до 20–25 лет. Восприятие пространства начинает формироваться с трехмесячного возраста в связи с созреванием сетчатки и коркового отдела зрительного анализатора.

Объемное зрение, т.е. восприятие формы предмета, выявляется с пятимесячного возраста. В интервале между 6-м и 9-м месяцем жизни устанавливается способность стереоскопического восприятия пространства, возникает представление о глубине и отдаленности расположения предметов, чему способствует тактильная и проприоцептивная чувствительность.

Цветовое зрение. Специфическая реакция зрительного анализатора на различные цвета у детей имеется сразу после рождения и заключается в характерных изменениях электроретинограммы и интенсивности функционирования различных органов и систем (вегетативные показатели). Так, фотостимуляция красным светом приводит к замедлению дыхания и сердечной деятельности, к синхронизации биопотенциалов в коре, преимущественно выраженной в зрительной области. Воздействие зеленым цветом сопровождается учащением дыхания и сердечного ритма и десинхронизацией потенциалов в зрительной зоне коры. Методом условных рефлексов установлено наличие дифференцирования цветовых раздражителей с 3–4-х месяцев. В 6 месяцев дети различают все цвета, начинают выбирать по цвету игрушки, но правильно называть все цвета начинают лишь с 3-х лет.

Другие анализаторы

Слуховой анализатор. Структурно-функциональная характеристика. Развитие периферических и подкорковых отделов слухового анализатора в основном заканчивается к моменту рождения. Миелинизация проводникового отдела завершается к 4 годам жизни. Наружный слуховой проход узкий и сформирован хрящевой

тканью. Окостенение стенок слухового канала заканчивается к 10 годам. Восприятие звука возможно еще в период внутриутробного развития, о чем говорят шевеление плода и учащение у него сердцебиений в ответ на сильные звуки в последние месяцы антенатального периода. У новорожденного в ответ на сильный звук происходит общее вздрагивание, сокращение мимических мышц, закрывание глаз, открывание рта, выпячивание губ, урежение дыхания и пульса. Условный мигательный рефлекс на звук формируется в конце первого месяца жизни.

Острота слуха. У новорожденных слух (восприятие высоты и громкости) снижен: он улучшается к концу 2-го – началу 3-го месяца жизни. Различение звуков, разнящихся на 4–7 тонов, возможно на 3-м или 4-м месяце жизни, нормы взрослого (тонкость различения звуков до $3/4$ – $1/2$ тона) ребенок достигает в 7 месяцев.

Слуховой аппарат ребенка воспринимает звуки разной высоты (частота тонов до 32 000 Гц), взрослый – от 16 Гц до 20 000 Гц. Наибольшая острота слуха наблюдается в 14–19 лет. С возрастом острота слуха постепенно снижается.

При исследовании остроты слуха у детей и взрослых используют не только критерии частоты, но и силы (громкости) тонов. Звуки до 30 дБ слышны очень слабо, от 30 до 50 дБ соответствуют шепоту человека, от 50 до 65 дБ – обыкновенной речи, от 65 до 100 дБ – сильному шуму.

На развитие слуха у ребенка оказывает решающее значение тренировка, особенно занятия музыкой.

Вестибулярный анализатор филогенетически более древний вследствие того, что сила тяжести действует всюду и постоянно. Закладка вестибулярного аппарата происходит одновременно с закладкой слухового анализатора в виде единого слухового пузырька, и развивается он довольно быстро: миелинизация вестибулярного нерва происходит на 4-м месяце. Вестибулярные тонические рефлексы появляются у плода в 4–5 месяцев, что свидетельствует о раннем созревании вестибулярного анализатора. У новорожденных наблюдаются статические и статокINETические рефлексы (рефлекс Моро, лабиринтные тонические рефлексы, рефлексы на покачивание, нистагм глаз возникают на первом месяце жизни). У грудных детей вызываются рефлексы на прямолинейное ускорение в первые месяцы жизни. Выпрямительные рефлексы, обеспечивающие удержание головы, сидение, стояние, и лифтный рефлекс формируются к первому году

жизни. Особенно четко можно наблюдать в первые месяцы жизни. Возбудимость рецепторов вестибулярного анализатора у детей старшего возраста выше, чем у взрослых. Натуральные условные вестибулярные рефлексы на положение кормления и рефлексы на покачивание в коляске вырабатываются на 3-й неделе жизни ребенка.

Стимуляция вестибулярного аппарата в детстве способствует психическому и соматическому развитию организма. Наоборот, нарушение вестибулярного органа приводит к отставанию интеллектуального развития и ухудшению регуляции движения.

Кожный анализатор. Кожа как орган чувств начинает функционировать у плода со 2–3-го месяца, а к моменту рождения все виды кожной чувствительности выражены достаточно хорошо, хотя чувствительность кожного анализатора у новорожденного значительно ниже, чем у взрослого человека. Становление всех видов кожной чувствительности заканчивается в 17–20 лет. На долю кожной рецепции в первый год жизни приходится большая часть встречаемых раздражителей.

Тактильная чувствительность возникает на 5–6-й неделе внутриутробного развития, причем сначала она локализована лишь в перiorальной области. Затем поле чувствительности расширяется, и к 11–12-й неделе вся поверхность кожи плода становится рефлексогенной зоной.

В первые дни жизни ребенка тактильные раздражения всех участков кожи вызывают общую двигательную реакцию. Лишь в возрасте 1–1,5 месяца можно наблюдать местные (локальные) реакции. Первые из них вызываются при механическом раздражении области рта, век, носа (открывание рта, поворот головы, смыкание век). С 2,5–3 месяцев можно наблюдать локальные реакции и при раздражении других зон – лба, уха, живота. К этому же возрасту появляются движения рук, позволяющие ребенку легко отстранить раздражитель.

Тактильная чувствительность возрастает с момента рождения до 17–20 лет, после чего снижается.

Температурная чувствительность (холодовая и тепловая) к моменту рождения ребенка выражена достаточно хорошо, морфологическое развитие терморепцепторов полностью завершено. Чувствительность к охлаждению значительно выше, чем к перегреванию, так как холодных рецепторов почти в 10 раз больше, чем тепловых. Однако в целом перегревание ребенок переносит более тяжело, что связано с его повышенным обменом веществ. При попадании в хо-

лодную среду новорожденный начинает кричать, дрожать, а при действии тепла быстро успокаивается. Локальное раздражение холодом вызывает ответную реакцию в виде сморщивания лица, дрожания, крика, задержки дыхания. В целом чувствительность терморепцепторов у детей ниже, чем у взрослых, однако с возрастом она довольно быстро увеличивается.

Болевая чувствительность. Ощущение боли может возникнуть под влиянием любого сильного раздражителя. Реакцию на боль можно наблюдать и у плода. Новорожденные дети реагируют на болевые раздражители уже с первых дней жизни, хотя порог болевой чувствительности у них выше, чем у взрослых. Вначале новорожденный реагирует на болевое раздражение слабо (со значительным латентным периодом), ответная реакция выражается общим движением, отдергиванием конечностей, изменением частоты сердцебиения, дыхания. Болевая чувствительность области лица выше, чем в других участках тела. Через неделю после рождения чувствительность к болевым раздражителям повышается, реакция становится дифференцированной. Уменьшается общая двигательная реакция, появляются более локальные ответы. Ребенок пытается отстраниться от раздражителя. К концу первого года жизни ребенок может хорошо дифференцировать места болевого раздражения, однако локализация болевых ощущений, вызванная раздражением рецепторов внутренних органов (следовательно, и при заболеваниях внутренних органов), отсутствует до 2–3 лет вследствие недоразвития центrostремительных путей и нервных центров, а также из-за недостатка опыта. Пониженная чувствительность к электрическому току сохраняется до 6–7 лет.

Вкусовой анализатор. Вкусовые почки полностью заканчивают формироваться к 6 месяцам внутриутробного развития. Известно, что в поздние сроки внутриутробного развития плод способен реагировать мимическими движениями на вкусовые вещества, что можно наблюдать в случае преждевременных родов. К моменту рождения рецепторные приборы располагаются по всей слизистой поверхности ротовой полости и языка. С возрастом меняется их топография и они локализуются преимущественно на поверхности языка. В отличие от других анализаторов, вкусовой не имеет специальных вкусовых нервов. Импульсация от вкусовых рецепторов проводится преимущественно по одной из ветвей лицевого нерва, волокнам языкоглоточного нерва и верхнегортанного нерва (веточка блуждающего нерва).

Особенности вкусовой чувствительности у детей. Новорожденные различают сладкое, кислое, горькое и соленое. Сладкие вещества вызывают обычно сосательные движения, обладают успокаивающим действием; горькие, кислые и соленые дают отрицательную реакцию (общее возбуждение, закрывание глаз, открывание или судорожное искривление рта, выпячивание губ и языка). Пороги вкусовой чувствительности у новорожденных, особенно недоношенных детей, значительно выше, чем у взрослых, но уже в 3-месячном возрасте появляется способность дифференцировать концентрацию вкусовых раздражителей. Вкусовая чувствительность у детей школьного возраста близка к таковой у взрослых.

Обонятельный анализатор: В 7 месяцев плод способен реагировать мимическими движениями на пахучие вещества. Функция обонятельного анализатора у ребенка проявляется сразу после рождения. У новорожденных острота обоняния в 20–100 раз ниже, чем у взрослых. Различение обонятельных раздражителей становится возможным на 2–3-м месяце, а на 4-м месяце жизни ребенок начинает отличать приятные запахи от неприятных и реагировать на них адекватной эмоционально-двигательной реакцией. Обонятельный анализатор в процессе онтогенеза быстро созревает и функционально полностью сформирован к 6 годам жизни. Острота обоняния достигает максимума в период полового созревания.

Сенсорная функция ротовой полости

По характеру информации, поступающей из полости рта, различают 6 видов чувствительности: вкусовую, холодовую, тепловую, тактильную, болевую и проприоцептивную чувствительность. Каждая из этих групп рецепторов входит в состав соответствующих анализаторов (см. выше).

Вкусовая рецепция (см. вкусовой анализатор).

Вкусовые рецепторные клетки собраны во вкусовые почки сопочков языка: грибовидных, листовидных, желобовидных. Отдельные почки расположены на мягком небе, задней стенке глотки (см. вкусовой анализатор).

Чувство вкуса многокомпонентно и связано с раздражением хемо-, механо-, терморецепторов и даже болевых рецепторов слизистой полости рта.

Вкусовые почки передней трети языка получают нервные волокна от барабанной струны, входящей в состав лицевого нерва, задней трети языка, а также мягкого и твердого неба, миндалин – от языкоглоточного нерва, а вкусовые почки в области глотки, надгортанника и гортани – от верхнегортанного нерва, являющегося ветвью блуждающего нерва. Эти нервные волокна являются периферическими отростками биполярных нейронов, расположенных в соответствующих чувствительных ганглиях, представляющих первый нейрон проводникового отдела вкусового анализатора. Центральные отростки этих клеток входят в состав одиночного пучка продолговатого мозга, ядра которого представляют вторые нейроны. Отсюда нервные волокна в составе медиальной петли подходят к ядрам таламуса (3-й нейрон). Центральные отростки нейронов таламуса идут в кору, где расположен 4-й нейрон.

Нарушения вкусовой рецепции могут быть вызваны серьезными заболеваниями как в полости рта, так и в других отделах организма.

Виды расстройств вкуса

1. Агевзия – потеря вкусовой чувствительности.
2. Гипогевзия – понижение вкусовой чувствительности.
3. Гипергевзия – повышение вкусовой чувствительности.
4. Парагевзия – извращение вкусовой чувствительности.
5. Дисгевзия – расстройство тонкого анализа вкуса.
6. Вкусовые галлюцинации.

Для каждого вида вкусовой чувствительности определяют по топографии рецепторов порог вкусового ощущения.

Методом функциональной мобильности установлено, что количество активных вкусовых рецепторов меняется в зависимости от функционального состояния желудочно-кишечного тракта. Наиболее высокий уровень активных рецепторов наблюдается натощак, после приема пищи их количество снижается. Это следствие гастролингвального рефлекса с рецепторов желудка. Ощущение вкусовой чувствительности различных веществ позволяет определить метод пороговой густометрии.

Тактильная рецепция представлена рецепторами прикосновения, давления и вибрации. Они связаны с механорецепторами пародонта, проприоцепторами жевательных мышц и определяют участие их в акте жевания.

Кроме того, на спинке языка имеются нитевидные сосочки, которые играют роль органов осязания и выполняют механическую функ-

цию. При нарушении функции органов пищеварения, инфекционных заболеваниях процесс отторжения поверхностного эпителия нитевидных сосочков замедляется и язык приобретает вид обложенного.

Наибольшая плотность тактильных рецепторов имеется на кончике языка и красной кайме губ, поскольку они служат первой инстанцией для анализа поступающих в рот веществ. Верхняя губа имеет большую чувствительность, чем нижняя.

Высокий уровень чувствительности твердого неба имеет значение для апробации на съедобное, а также в формировании пищевого комка для глотания. Наименьшая тактильная чувствительность обнаружена у вестибулярной поверхности десен.

В центре альвеолярной дуги десневая чувствительность в области десневых сосочков больше, она убывает по направлению влево и вправо. При этом с левой стороны чувствительность выше, чем с правой. Асимметрия связана с особенностями иннервации – большее число нервных волокон расположено слева.

Изучение тактильной чувствительности в участках, покрытых зубными протезами, позволяет выявить индивидуальные особенности адаптации пациента к зубным протезам.

Температурная рецепция. Больше всего терморепцепторов находится в коже лица и шеи. Для тепловой чувствительности характерно наличие возрастающего градиента от передних отделов полости рта к задним, а для холодовой – наоборот. Это связано с тем, что холодовые рецепторы больше реагируют на изменение температуры внешней среды, а тепловые сообщают о температурном гомеостазе самого организма.

Слизистая оболочка щек мало чувствительна к холоду и еще меньше – к теплу. Восприятие тепла отсутствует в центре твердого неба. Задняя поверхность языка не воспринимает ни холод, ни тепло. Высшей чувствительностью к температурным воздействиям обладают кончик языка и красная кайма губ. Они первыми реагируют при приеме пищи и, если необходимо, могут включать защитные реакции.

Зубы обладают как холодовой, так и тепловой чувствительностью. Порог холодовой чувствительности для резцов в среднем 20°, для остальных зубов – 11–13°. Порог тепловой чувствительности для резцов – 52°, для остальных зубов – 60–70°. Холодовые пороги определяют, орошая зубы водой, либо используя ватные тампоны, смоченные в воде или эфире, испарение которых охлаждает зуб.

При кариесе термическое раздражение зуба вызывает боль, а депульпированный зуб не реагирует на раздражение.

Болевая рецепция. Выраженной болевой чувствительностью обладает часть слизистой на вестибулярной поверхности нижней челюсти в области боковых резцов. Оральная поверхность слизистой оболочки десен характеризуется наименьшей болевой чувствительностью. На внутренней поверхности щеки имеется участок, лишенный болевой чувствительности.

Самое большое количество болевых рецепторов находится в тканях зуба. На 1 см² дентина приходится 15000 – 30000 болевых рецепторов, на границе эмали и дентина – до 75000 (а на 1 см² кожи не более 200 рецепторов). Раздражение пульпы зуба вызывает очень сильные болевые ощущения. Зубная боль – одна из самых жестоких. Лечение зуба устраняет боль, но само может быть очень болезненным. При зубном протезировании нередко приходится препарировать здоровые зубы, что также вызывает болевые ощущения. В основном боль локализуется в области пораженного зуба, но может иррадиировать и на соседние участки челюсти, в глазное яблоко, лобную, височную и затылочную области головы (табл. 1).

Таблица 1

Зоны иррадиации боли при заболеваниях различных зубов

Локализация заболевания	Зона проекции	Точки максимальной болезненности
<i>Верхняя челюсть:</i> резцы, клыки первые премоляры вторые премоляры, первые моляры второй и третий моляры	Лобно-носовая Носогубная Верхнечелюстная и височная Нижнечелюстная	Надбровная дуга Височная область Около козелка наружного уха
<i>Нижняя челюсть:</i> резцы, клыки, первый премоляр первый и второй моляры	Подбородочная Подъязычная	Нижний край нижней челюсти на уровне угла рта Угол нижней челюсти

При заболевании нескольких зубов может возникнуть диффузная головная боль. Боль возникает и при воспалении слизистой оболочки (стоматиты, глосситы), при гальванизме.

Существенную роль в формировании болевых ощущений играет тригемино-ретикуло-таламический тракт, передающий сигналы от ноцицепторов ЧЛЮ через ядра ретикулярной формации к таламусу и далее к сенсорным зонам коры с широкой генерализацией возбуждения в структурах лимбической области. Вовлечение лимбической системы придает вегетативный, мотивационный и эмоциональный компоненты болевым реакциям, формирует субъективные переживания и адаптивные процессы.

Эндогенная система регуляции дентальной боли

I уровень включает структуры среднего и продолговатого мозга. Они тормозят активность ноцицептивных нейронов тройничного комплекса и подавляют защитные рефлексы в ответ на болевую стимуляцию пульпы зуба.

II уровень объединяет структуры лимбической системы: прежде всего ядра гипоталамуса и миндалевидного тела. Гипоталамус ограничивает восходящую, болевую импульсацию от тригеминальных ядер. Миндалевидное тело регулирует поток ноцицептивных возбуждений опосредованно через ядра I-го уровня и ядра гипоталамуса.

III, высший, уровень – это соматосенсорная область коры. Она контролирует афферентную импульсацию на различных уровнях ЦНС и посредством нисходящих влияний оказывает модулирующую функцию по отношению ко всем антиноцицептивным структурам нижележащих отделов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Условно-рефлекторная регуляция деятельности анализаторов.
2. Определение пространственного порога.
3. Определение разностного порога.
4. Аккомодация глаза.
5. Наблюдение контрастных цветов.
6. Бинокулярное зрение.
7. Определение слепого пятна на сетчатке (опыт Мариотта).
8. Исследование устойчивости ясного видения.
9. Определение остроты зрения.
10. Зрачковые рефлексы.
11. Определение порога движения (или времени).
12. Определение костной и воздушной проводимости звуковых волн.
13. Адаптация температурного анализатора.
14. Выявление чувствительных точек кожи.
15. Определение порога вкусовой чувствительности.
16. Сенсбилизация и адаптация обонятельных рецепторов.
17. Взаимодействие обонятельного, вкусового и зрительного анализаторов.
18. Взаимодействие анализаторов на примере опыта Аристотеля.
19. Явление индукции в различных анализаторах.
20. Измерение кожно-гальванического рефлекса (КГР) при стимуляции анализаторов.

Работа 1. Условно-рефлекторная регуляция деятельности анализаторов

Цель: убедиться в возможности и изучить условия возникновения иллюзий при познании внешнего мира.

Оборудование: таблицы с рисунками.

Ход работы. Если рассматривать две прямые линии, ограниченные стрелками разного направления, то одна из них (стрелки наружу) кажется больше второй, стрелки которой направлены внутрь (рис. 34).

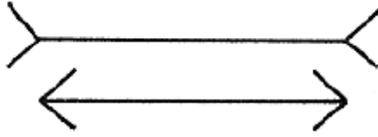


Рис. 34.

На рис. 34 может быть воссоздана ситуация, демонстрирующая условия возникновения иллюзии по контрасту и оценке предмета в целом. Достаточно на некотором расстоянии друг от друга изобразить два круга одинакового размера. Вокруг первого круга поместить круги большего диаметра, вокруг второго круга изобразить круги меньшего диаметра. Теперь оба центральных круга будут выглядеть имеющими разный диаметр (рис. 35).

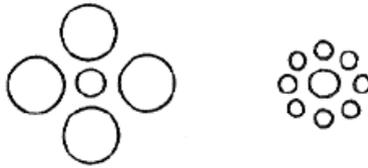


Рис. 35.

При выполнении данной работы в тетради следует сделать рисунки, демонстрирующие условия возникновения иллюзий. Указать реальные возможности установления истинности наших представлений об изображенных предметах.

Выводы:

Работа 2. Определение пространственного порога

Цель работы: оценить остроту осязания по величине пространственного порога в разных участках кожи.

Оборудование: эстезиометр (циркуль Вебера), вата, спирт.

Ход работы. Минимальное расстояние между двумя точками, при котором возникают их раздельные ощущения, называется пространственным порогом различения. Испытуемый сидит с за-

крытыми глазами, положив руку на стол. Эстеziометром с максимально сведенными ножками прикасаются к определенному участку кожи. Необходимо следить за тем, чтобы обе ножки эстеziометра прикасались одновременно и с одинаковым давлением. Повторяют прикосновения, постепенно раздвигая бранши эстеziометра (каждый раз увеличивая на 1 мм) до безошибочного возникновения двух отдельных ощущений. Определяют пространственный порог кожи на кончиках пальцев, ладони, тыльной стороне кисти, предплечья, плеча, шеи, спины.

Оценивают остроту осязания, которая является величиной, обратной порогу различения. Сравнивают остроту осязания при раздражении отдельных участков кожной поверхности. Данные оформляют в таблицу.

Участок кожи	Пространственный порог
Пальцы	
Ладонь	
Тыльная сторона кисти	
Предплечье	
Плечо	
Шея	
Спина	

Выводы:

Работа 3. Определение разностного порога

Цель работы: экспериментально подтвердить законы Вебера-Фехнера; определить ощутимый прирост силы раздражения.

Оборудование: набор грузов, пинцет, картонка размером 12×18 см.

Ход работы. Испытуемый сидит с закрытыми глазами, вытянув ладони вверх. На ладонь помещают картонку с грузом 100 г, добавляют пинцетом гирьки массой 1, 2, 5 г и т.д. до тех пор, пока у испытуемого не появится безошибочное ощущение прироста тяжести груза. Минимальный прирост массы груза, который вызывает ощущение прироста тяжести груза, называется разностным (дифференциальным) порогом различения. Находят разностные пороги

для исходной величины груза 200 г, 300 г, 500 г. Определяют зависимость разностного порога от исходной величины груза. Данные представляют в виде таблицы.

Исходная величина груза (г)	Разностный порог
100	
200	
300	
500	

Выводы:

Работа 4. Аккомодация глаза

Цель работы: убедиться в способности глаза видеть разноудаленные предметы – явление аккомодации.

Оборудование: марлевая салфетка, печатный текст среднего шрифта.

Ход работы. Прочитывается текст (расстояние от глаз 50 см) через марлевую салфетку (расстояние от глаз 12 см). Когда буквы текста видны отчетливо, детали салфетки расплываются и видны нечетко. При переключении взгляда на детали салфетки, буквы в тексте становятся расплывчатыми, неотчетливыми. Объяснить полученные результаты на основе механизмов аккомодации.

Выводы:

Работа 5. Наблюдение контрастных цветов

Цель работы: исследовать реакцию глаз на контрастные вещества.

Оборудование: набор таблиц с изображением квадратов, окрашенных в основные цвета – красный, зеленый, синий, а также в черный цвет, белый экран, центрифуга, диски со съемными секторами различного цвета.

Ход работы. Испытуемый после длительного рассматривания цветного квадрата переводит глаза на белый экран. При этом образ рассматриваемого предмета сохраняется, но цветовые ощущения

меняются: после разглядывания черного квадрата на экране появляется его высветленный контур. Если сосредоточить взгляд на цветном квадрате на белом фоне, вокруг рассматриваемого предмета виден дополнительный цвет. При вращении на центрифуге окрашенных дисков, в зависимости от набора цветных секторов, возникают различные цветовые ощущения. Объясните особенности восприятия цветов на основе собственных ощущений.

Выводы:

Работа 6. Бинокулярное зрение

Цель работы: доказать участие обоих глаз в восприятии образа предмета.

Оборудование: ручка или карандаш.

Ход работы. 1. Смещение идентичных точек. Наблюдая за карандашом, пальцем слегка сместить ось одного из глаз, надавливая на него сбоку. При этом появится второе изображение предмета,двигающееся в направлении, противоположном смещению глаза.

2. Согласование движений. Фиксируют взглядом карандаш на расстоянии 1 м. Приближая предмет к глазам, можно видеть изменения положения осей глаз – в смысле движение конвергенции к одной точке. Когда предмет приближен на расстояние 0,3 м, то его переводят через поле зрения с одной стороны на другую, при этом наблюдают согласованное движение осей глаз в одну сторону.

Выводы:

Работа 7. Определение слепого пятна на сетчатке (опыт Мариотта)

Цель: обнаружить на сетчатке глаза слепое и желтое пятно.

Оборудование: рисунок для обнаружения слепого пятна (рис. 36).

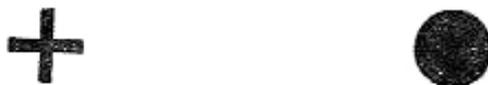


Рис. 36.

Ход работы. Закрыв левый глаз ладонью, смотреть правым на кружок на рисунке, отодвинув рисунок на вытянутую руку. Медленно приближая рисунок к глазу, отметить, что на определенном расстоянии от глаза изображение крестика исчезает. Повторить опыт, закрыв правый глаз и фиксируя левым глазом крестик. Теперь исчезает кружок. Исчезновение одного из рисунков служит доказательством наличия в сетчатке глаза слепого пятна. Для расчета диаметра слепого пятна используют формулу: $X=a*b/c$, где X – диаметр слепого пятна, b – диаметр проекции слепого пятна на бумаге (диаметр кружка или крестика), a – расстояние от узловой точки до сетчатки (у взрослого около 17 мм, у новорожденного – 11 мм), c – расстояние от рисунка до узловой точки (у взрослого расстояние от передней поверхности роговицы до узловой точки около 7 мм, у новорожденного – 5,5 мм).

По окончании работы в тетради следует построить схему изображения на сетчатке, обозначить место слепого пятна, рассчитать по формуле его диаметр.

Выводы:

Работа 8. Исследование устойчивости ясного зрения

Цель: изучить работоспособность зрительного анализатора.

Оборудование: таблица с кольцом Ландольта, секундомер.

Ход работы. Устойчивость ясного зрения при стабильных условиях освещения зависит от состояния зрительного анализатора и общего состояния организма.

При длительном рассматривании предмета теряется способность четко различать его, и две близко расположенные точки воспринимаются как одна. Через некоторое время способность различать очертания предметов или букв, между которыми имеется небольшое расстояние, вновь восстанавливается, затем снова исчезает и т.д. При утомлении время ясного зрения предмета уменьшается.

Показателем устойчивости ясного зрения является процентное отношение времени ясного зрения к общему времени наблюдения.

При определении устойчивости ясного зрения используют вычерченное на белом листе и заштрихованное кольцо с разрывом одной стороны (кольцо Ландольта). Кольцо имеет следующие размеры: наружный диаметр – 7 мм, разрыв и толщина заштрихованной части – 1,5 мм.

Кольцо Ландольта обследуемый рассматривает в положении сидя с расстояния 5 м, причем линия должна быть параллельна полу. Исследование продолжают 2 минуты, в течение которых обследуемый, не отрываясь, смотрит на разрыв в кольце Ландольта и сообщает исследователю моменты, когда он видит и когда не видит разрыв.

Работа оформляется по следующей схеме (образец).

Показания обследуемого	Длительность ощущения (в секундах) от начала наблюдения
Видит разрыв	От 10 до 25 с, 10–25, 35–45, 65–70, 90–105
Не видит разрыв	От 0 до 10 с, 25–35, 45–65, 70–90, 105–120 и т.д.

Время ясного видения составляет $10+10+20+20+15=75$ с.

Устойчивость ясного видения равна $75*100/120=62,5\%$.

Оценка результатов. Например, время ясного видения до начала занятий составляло 75 с, после занятий 60 с. Приняв время ясного видения до занятий за 100%, можно определить сколько процентов от первоначального составляет время ясного видения после занятий:

$$X = 60*100/75=80\%.$$

Выводы. После занятий время ясного видения снизилось на 20%. Снижение времени ясного видения говорит о понижении работоспособности.

Работа 9. Определение остроты зрения

Цель: определить остроту зрения левого и правого глаза.

Оборудование: таблица Сивцева, указка.

Ход работы. Испытуемому предлагают встать на расстоянии 5 м от таблицы и закрыть один глаз ладонью. Экспериментатор показывает испытуемому ту или иную букву, выясняя, какую из строк он отчетливо видит. Остроту зрения определяют отдельно для каждого глаза по формуле $Y=a/x$, где Y – острота зрения, a – расстояние исследуемого от таблицы, x – расстояние, с которого прочитанная строка должна быть видна нормальному глазу. Таблицы составлены таким образом, что при нормальном зрении первая строка отчетливо видна с расстояния 50 м, 10-я – с расстояния 5 м. В таблице слева указано

расстояние. В заключение следует рассчитать, записать и дать оценку остроты зрения для каждого глаза, руководствуясь существующими нормами. Пониженной считается острота зрения $V=0,8$.

Выводы:

Работа 10. Зрачковые рефлексы

Цель: пронаблюдать прямую и содружественную рефлекторные реакции зрачков на свет.

Оборудование: источник света.

Ход работы. Посадить испытуемого лицом к источнику света. Через 1–2 минуты отметить ширину зрачков. После этого проделать следующие наблюдения:

- а) закрыть один глаз испытуемого рукой и наблюдать за изменением ширины зрачка открытого глаза;
- б) открыть глаз и наблюдать за изменением ширины зрачков обоих глаз;
- в) закрыть оба глаза на 30 – 60 с. Открыть глаза и в этот момент отметить расширение зрачков. Степень его сравнить с наблюдением а);
- г) предложить испытуемому фиксировать взглядом далеко расположенный предмет на расстоянии 15 – 20 см от глаз и предложить его рассматривать. Наблюдать за изменением положения обоих глаз (конвергенция) и изменением ширины зрачков.

Изобразить в тетради рефлекторную дугу зрачкового рефлекса.

Выводы:

Работа 11. Определение порога движения (или времени)

Цель работы: познакомиться и научиться определять порог для зрительного анализатора.

Оборудование: генератор световых импульсов.

Ход работы. испытуемого усаживают перед генератором световых импульсов на расстоянии 30–35 см. Экспериментатор включает прибор и начинает плавно увеличивать частоту световых импульсов с 5 Гц, пока испытуемый не отметит, что мелькания исчезли и свето-

вое раздражение стало восприниматься как непрерывное. По критической частоте слияния мельканий рассчитывают минимальное время между двумя последовательными световыми сигналами, когда они воспринимаются раздельно – это порог времени или движения. Он служит характеристикой лабильности зрительного анализатора.

Выводы:

Работа 12. Определение костной и воздушной проводимости звуковых волн

Цель: сравнить проводимость звуковых волн в воздухе и костях.

Оборудование: камертон, молоточек, секундомер, вата.

Ход работы. Испытуемый сидит в удобном положении с закрытыми глазами. Ударить молоточком по камертону и поднести поочередно к правому и левому уху, измеряя время, на протяжении которого слышен звук. Закрыть слуховой проход ватой, приставить ручку камертона к сосцевидному отростку и ударить молоточком по камертону.

Измерить время слышимости звука при такой постановке опыта. Объяснить причину различной проводимости звуковых волн в воздухе и костях.

Выводы:

Работа 13. Адаптация температурного анализатора

Цель работы: убедиться в наличии свойства адаптации у терморепрепторов на примере ощущения тепла и холода.

Оборудование: 3 банки, термометр.

Ход работы. Для демонстрации температурной адаптации в три сосуда наливают воду температуры 10, 25, 40°С. В первый из сосудов помещают правую руку, а в последний – левую. Затем переносят обе руки в средний сосуд с температурой 25°С. В правой руке при действии средней температуры возникает ощущение тепла. Левая рука в этом сосуде будет ощущать холод. В результате адаптации к теплу резче ощущается холод, и наоборот.

Выводы:

Работа 14. Выявление чувствительных точек кожи

Цель работы: убедиться в специфичности ощущений при раздражении различных рецепторов кожи.

Оборудование: волоски Фрея, булавки, термод, термометр для воды, стаканчик с холодной (5–10°C) и теплой (40–45°C) водой, вата, спирт.

Ход работы. В коже имеются чувствительные точки (и, следовательно, рецепторы), раздражение которых вызывает один из 4-х видов ощущений: 1) прикосновение (давление), 2) тепла, 3) холода, 4) боли.

Испытуемый сидит в удобном положении с закрытыми глазами, положив руку на стол. С помощью волоска Фрея устанавливают на кожной поверхности тела (ладонь, предплечье, щека, шея) наличие отдельных осязательных точек. Наибольшее их количество находится на кончике пальцев и ладони. На участках кожи, покрытых волосками, тактильные рецепторы расположены в волосяных сумках. Убеждаются в этом, прикасаясь к волоскам.

Рисуют на тыльной стороне кисти испытуемого квадрат со стороной 1 см. Слабо надавливают острием булавки на отдельные точки внутри квадрата. Отмечают ощущения прикосновения как при движении кожного волоска – тактильная точка, неприятное ощущение с оттенком жжения – болевая точка. Раздельно обозначают болевые и тактильные точки чернильными метками.

Используют термод-медную палочку с заточенным концом. Температуру термода изменяют путем погружения на время в стаканчики с холодной и теплой водой. Прикасаясь термодом к коже, убеждаются в наличии «тепловых» и «холодовых» чувствительных точек.

Выводы:

Работа 15. Определение порога вкусовой чувствительности

Цель работы: научиться определять и сравнивать абсолютные пороги вкусовой чувствительности.

Оборудование: растворы сахара, соли, лимонной кислоты, хинина (каждый в концентрации 1; 0,1; 0,01; 0,001%), глазные пипетки (16 штук).

Ход работы. Испытуемому на кончик языка (не прикасаясь) пипеткой наносят каплю какого-либо из перечисленных растворов, предлагают сделать глотательные движения и просят определить вкус предлагаемого раствора. Начинают исследования с нанесения минимальной концентрации, постепенно увеличивая ее до тех пор, пока испытуемый сможет определить вкус предлагаемого раствора. Эту концентрацию принимают за порог данной вкусовой чувствительности. Перед нанесением капли следующего раствора испытуемый должен тщательно прополоскать рот, после чего можно приступить к очередному этапу исследования с другим раствором. Определенные пороги вкусовой чувствительности к различным веществам занести в таблицу.

Вещество	Порог вкусовой чувствительности (концентрация раствора, %)
Сладкое	
Кислое	
Соленое	
Горькое	

Сравните пороги вкусовой чувствительности к различным веществам у разных испытуемых.

Выводы:

Работа 16. Сенсibilизация и адаптация обонятельных рецепторов

Цель работы: убедиться, что при восприятии обонятельных ощущений имеет место чередование фаз сенсibilизации и адаптации.

Оборудование: 2 флакона с различными ароматическими растворами одинаковой интенсивности (например, духи и ацетон).

Ход работы. Открывают флакон с духами и медленно с расстояния вытянутой руки подносят к носу испытуемого, пока он не почувствует отчетливый запах духов. Повторяют опыт и убеждают-

ся, что ощущение запаха усиливается: он воспринимается с более далекого расстояния (сенсбилизация). Многократно повторяют опыт, пока ощущение запаха духов не ослабевает (адаптация). После этого проводят опыт со вторым флаконом, заполненным ацетоном. Запах воспринимается отчетливо и с большего расстояния, что указывает на отсутствие адаптации для другого вида обонятельных рецепторов.

Выводы:

Работа 17. Взаимодействие обонятельного, вкусового и зрительного анализаторов

Цель работы: показать значение взаимодействия различных анализаторов для полноценного восприятия вкусовых ощущений.

Оборудование: 2% раствор уксусной кислоты, 10% раствор глюкозы, кусочки сахара, картофеля, лука, яблока.

Ход работы. Испытуемому предлагают высунуть язык, последовательно наносят на него несколько капель слабого (2%) раствора уксусной кислоты, 10% раствор глюкозы. Отмечают различения вкуса. Можно также накладывать на язык ломтики яблока, лука, сырого картофеля и других пищевых продуктов. Затем просят испытуемого зажать нос и закрыть глаза. Прodelьвают те же процедуры и отмечают изменение или отсутствие вкусового различия. Данные заносят в таблицу.

Вид раздражителя	Глаза открыты, нос закрыт	Глаза закрыты, нос открыт	Глаза закрыты, нос зажат
Уксусная кислота			
Сахар			
Яблоки			
Картофель			
Лук			

Выводы:

Работа 18. Взаимодействие анализаторов на примере опыта Аристотеля

Цель: убедиться в том, что восприятие пространственных и временных факторов внешней среды осуществляется всегда деятельностью не одного, а комплекса анализаторов – например, внутреннего мышечно-проприоцептивного и соматосенсорного.

Оборудование: горошинка и бусинка.

Ход работы. Если зажать горошину или бусинку между указательным и средним пальцем, то воспринимается только один предмет. Если же перекрестить пальцы так, чтобы шарик очутился между медиальной (внутренней) поверхностью указательного и латеральной (обращенной к безымянному пальцу) поверхностью среднего пальца, то появится ощущение двух предметов. Это явление связано с тем, что обращенные друг к другу поверхности пальцев могут обычно раздражаться только одним предметом, что и привело к образованию соответствующей временной связи. При раздражении же одним предметом двух поверхностей пальцев, обычно не обращенных друг к другу, проявляется безусловный рефлекс с каждой поверхности и возникает ощущение двух предметов.

Выводы:

Работа 19. Явление индукции в различных анализаторах

Цель: пронаблюдать явление контраста, которое, по мнению Геринга, объясняется механизмом индукции, основанным на процессах как в сетчатке, так и в мозговом конце анализатора (зрительного).

Оборудование: сосуды с теплой (40°C) и холодной (4°C) водой, бумага серого, белого и черного цветов, ножницы.

Ход работы.

- 1) Рассмотреть две полоски (серые) бумаги на черном фоне и на белом фоне. Рассмотреть фигуру из белых полосок на черном фоне.
- 2) Поместить руку в сосуд с холодной водопроводной водой. Затем обе руки перенести в сосуд с теплой водой. В той руке, которая до этого находилась в холодной воде, появится ощущение горячего, что не соответствует абсолютной температуре воды.

3) В протоколе опыта отметить контрастность восприятия раздражителей.

Выводы:

Работа 20. Измерение кожно-гальванического рефлекса (КГР) при стимуляции анализаторов

Цель: изучить кожно-гальваническую реакцию в ответ на раздражение зрительного, слухового анализаторов и ориентировочный рефлекс.

Оборудование: прибор для измерения КГР.

Ход работы. Функциональные сдвиги в нервной системе человека, наступающие при любом эмоциональном возбуждении, приводят к изменению разности потенциалов, отводимых от двух точек кожи. Изменения разности потенциалов, по-видимому, обуславливаются изменениями в деятельности потовых желез. Деятельность потовых желез в свою очередь зависит от состояния вегетативной нервной системы, которая вовлекается в каждый нервный процесс, связанный с возбуждением анализаторов, поэтому для получения возможно более отчетливого кожно-гальванического рефлекса предпочтительно исследовать потенциалы на тех участках кожи, которые содержат максимальное количество потовых желез – например, на коже поверхности кисти руки.

Разность потенциалов исследуется при помощи чувствительного гальванометра. Один электрод помещается на углублении ладони, другой – на соответствующем месте тыльной части руки. Оба они привязываются к руке бинтами. При изготовлении электродов и прикреплении их к руке необходимо тщательно соблюдать чистоту.

Исследование проводят следующим образом. Испытуемому, который находится в сидячем положении, предъявляются различные стимулы – звуковые, зрительные, эмоциональные (чтение неизвестного текста). Отметить по гальванометру изменение показателей КГР. Сравнение КГР у разных лиц является весьма затруднительным из-за больших различий сопротивления кожи.

Более обоснованным является изучение динамики КГР у одного лица под влиянием разных стимулов.

Выводы

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Анализатор – единая система, включающая:
 - А) органы чувств и их чувствительные нервы
 - Б) периферический рецепторный аппарат, проводниковый отдел и центральный корковый отдел
 - В) периферический рецепторный аппарат и проводниковый отдел
 - Г) проводниковый отдел и центральный корковый отдел
2. Адаптация рецептора при длительном действии на него раздражителя заключается в:
 - А) уменьшении порога раздражения
 - Б) уменьшении возбудимости рецептора
 - В) увеличении возбудимости рецептора
 - Г) повышении амплитуды РП и ГП
3. Преобразование стимула в нервный импульс в рецепторе называют:
 - А) первичным кодированием
 - Б) сенсбилизацией
 - В) декодированием
 - Г) адаптацией
4. Раздражитель, к действию которого рецептор приспособлен в процессе эволюции, называют:
 - А) физиологическим
 - Б) биологическим
 - В) адекватным
 - Г) физическим
5. Рецепторы, специализированные к восприятию нескольких видов раздражителя:
 - А) полимодальные
 - Б) эффекторные
 - В) сенсорные
 - Г) специфические

6. Совокупность рецепторов, раздражение которых вызывает возбуждение одной ганглиозной клетки сетчатки, называют:
- А) рецептивным полем
 - Б) слепым пятном
 - В) жёлтым пятном
 - Г) центральной ямкой
7. Специализированные структуры, воспринимающие действие раздражителя:
- А) синапсы
 - Б) сенсорные системы
 - В) рецепторы
 - Г) анализаторы
8. Способность рецепторов приспосабливаться к постоянно действующему раздражителю называют:
- А) аккомодацией
 - Б) модальностью
 - В) адаптацией
 - Г) кодированием
9. После прекращения шума человек почувствовал резко улучшение слуха. Укажите причину:
- А) адаптация рецепторов
 - Б) сенсбилизация рецепторов
 - В) понижение возбудимости центров слуха
 - Г) понижение скорости проведения импульсов по афферентным волокнам
 - Д) торможение в ЦНС
10. Одежду, которую мы одеваем утром, в течение дня не ощущаем на себе. Укажите причину:
- А) адаптация тактильных рецепторов
 - Б) сенсбилизация тактильных рецепторов
 - В) понижение скорости проведения афферентных импульсов
 - Г) торможение в ЦНС
 - Д) понижение возбудимости нейронов таламуса

11. Вы зашли в темный кинозал и поначалу не различаете предметы, и только через некоторое время сможете их рассмотреть. Укажите причину:
- А) адаптация фоторецепторов
 - Б) сенсбилизация фоторецепторов
 - В) понижение возбудимости зрительных центров
 - Г) торможение зрительных центров
 - Д) повышение возбудимости зрительных центров
12. Избирательную чувствительность рецептора к действию определённого раздражителя называют:
- А) специфичностью
 - Б) аккомодацией
 - В) возбудимостью
 - Г) адаптацией
13. В анализаторных системах надёжность передачи информации обеспечивает принцип:
- А) многослойности
 - Б) наличия сенсорных суживающих воронок
 - В) многоканальности
 - Г) наличия расширяющих сенсорных воронок
 - Д) латерального торможения
14. В анализаторных системах выделение основной информации обеспечивает принцип:
- А) многослойности
 - Б) многоканальности
 - В) наличия суживающих сенсорных воронок
 - Г) наличия расширяющих сенсорных воронок
 - Д) торможения
15. В процессе эволюции на разном уровне ЦНС образуются специфические ядра, которые участвуют в обработке сенсорной информации. Укажите принцип деятельности анализатора:
- А) многоканальность
 - Б) многоэтапность
 - В) наличие суживающих сенсорных воронок
 - Г) наличие расширяющих сенсорных воронок
 - Д) наличие торможения

16. Человек, войдя в комнату, ощутил запах духов, но через несколько минут перестал ощущать его. Укажите причину:

- А) адаптация рецепторов
- Б) сенсibilизация рецепторов
- В) повышение возбудимости центров
- Г) понижение возбудимости афферентных волокон
- Д) развитие торможения в ЦНС

17. Сенсibilизация – это:

- А) уменьшение возбудимости рецептора
- Б) повышение возбудимости рецептора
- В) высокая чувствительность к адекватному раздражителю
- Г) понижение возбудимости нервных центров
- Д) повышение чувствительности афферентных волокон

18. К первично чувствующим рецепторам относят:

- А) вкусовые почки
- Б) волосковые клетки улитки
- В) тактильные рецепторы
- Г) фоторецепторы сетчатки

19. К рецепторам, практически не способным к адаптации, относят:

- А) температурные
- Б) вестибулярные
- В) вкусовые
- Г) тактильные

20. Адаптация рецепторов – это:

- А) понижение возбудимости рецептора
- Б) повышение возбудимости рецептора
- В) повышение возбудимости сенсорных ядер
- Г) повышение возбудимости коры

21. Укажите рецепторы прикосновения и давления кожи:

- А) барорецепторы
- Б) механорецепторы
- В) диски Меркеля
- Г) тельца Руффини
- Д) тельца Пачини

22. Рецепторы, воспринимающие раздражение из внешней среды, называют:
- А) интерорецепторами
 - Б) экстерорецепторами
 - В) механорецепторами
 - Г) барорецепторами
 - Д) осморецепторами
23. Рецепторы, реагирующие на изменение внутренней среды и состояния внутренних органов, называют:
- А) экстерорецепторами
 - Б) фонорецепторами
 - В) интерорецепторами
 - Г) фоторецепторами
 - Д) дистантными рецепторами
24. По локализации рецепторы различают:
- А) хемо-, осмо-
 - Б) первично-чувствующие, вторично-чувствующие
 - В) контактные, дистантные
 - Г) экстеро-, интеро-
 - Д) мономодальные, полимодальные
25. Укажите основные свойства рецепторного потенциала:
- А) способность к суммации
 - Б) неподчинение закону «все или ничего»
 - В) отсутствие способности к суммации
 - Г) подчинение закону «все или ничего»
 - Д) зависимость амплитуды от силы раздражителя
26. Кодирование информации – это:
- А) усиление слабых раздражителей
 - Б) преобразование энергии раздражителя в нервный импульс
 - В) ослабление сильных раздражителей
 - Г) передача потока импульсов по аксону
 - Д) формирование ответной реакции в центрах
27. К вторично-чувствующим рецепторам относят:
- А) интрафузальные мышечные волокна
 - Б) фоторецепторы сетчатки

- В) тактильные
- Г) обонятельные

28. К первично чувствующим рецепторам относятся рецепторы:

- А) сетчатки глаза
- Б) вкусовых почек языка
- В) кожи
- Г) мышечных веретен
- Д) кортиевого органа

29. Проприорецепторы находятся:

- А) во внутренних органах
- Б) в вестибулярном органе
- В) в суставах и мышцах
- Г) в сетчатке
- Д) во внутреннем ухе

30. Способность анализаторов снижать свою возбудимость при длительном действии раздражителя называется:

- А) адаптацией
- Б) сенсibilизацией
- В) рефракцией
- Г) специфичностью
- Д) инертностью

31. Способность рецепторов повышать свою возбудимость при действии слабого раздражителя называется:

- А) адаптацией
- Б) сенсibilизацией
- В) рефракцией
- Г) пространственным порогом
- Д) временным порогом

32. Временным порогом называется:

- А) наименьшая сила раздражителя, вызывающая возбуждение рецептора
- Б) наибольшая сила раздражителя, вызывающая ощущение
- В) наименьшее время между действием двух раздражителей, которое воспринимается как новое раздражение

- Г) наибольшее время между действием двух раздражителей, которое воспринимается как новое раздражение
- Д) наименьшая разница в силе действия двух раздражителей, которая воспринимается как новое раздражение

33. Разностным порогом (порогом различения силы) называется:

- А) наименьшая сила раздражителя, вызывающая возбуждение рецептора
- Б) наибольшая сила раздражителя, вызывающая ощущение
- В) наименьшее время между действием двух раздражителей, которое воспринимается как новое раздражение
- Г) наибольшее время между действием двух раздражителей, которое воспринимается как новое раздражение
- Д) наименьшая разница в силе действия двух раздражителей, которая воспринимается как новое раздражение

34. К контактными рецепторам относятся:

- А) слуховые
- Б) зрительные
- В) температурные
- Г) вкусовые
- Д) болевые

35. Абсолютным порогом называется:

- А) наименьшая сила раздражителя, вызывающая ощущение
- Б) наибольшая сила раздражителя, вызывающая ощущение
- В) наименьшее время между действием двух раздражителей, которое воспринимается как новое раздражение
- Г) наибольшее время между действием двух раздражителей, которое воспринимается как новое раздражение
- Д) наименьшая разница в силе действия двух раздражителей, которая воспринимается как новое раздражение

36. Изображение может исчезнуть, если оно попадает на:

- А) слепое пятно
- Б) желтое пятно
- В) центральную ямку
- Г) палочки
- Д) колбочку

37. К вторичночувствующим рецепторам относятся рецепторы:

- А) сетчатки глаза
- Б) вкусовые почки языка
- В) кожные
- Г) мышечные веретена
- Д) кортиевого органа

38. К дистантным рецепторам относятся:

- А) слуховые
- Б) зрительные
- В) температурные
- Г) вкусовые
- Д) болевые

39. Рецепторы, воспринимающие боль, называются:

- А) тактильными
- Б) проприорецепторами
- В) хеморецепторами
- Г) барорецепторами
- Д) ноцицепторами

40. Высший уровень взаимодействия анализаторов:

- А) бульбарный
- Б) стволовой
- В) кортикальный
- Г) таламический

41. Бинокулярное зрение обеспечивает:

- А) фокусировку лучей на сетчатке
- Б) фокусировку лучей перед сетчаткой
- В) фокусировку лучей за сетчаткой
- Г) объёмное видение

42. Близорукость корректируют при помощи

- А) цилиндрических линз
- Б) астигматических линз
- В) двояковыпуклых линз
- Г) двояковогнутых линз

43. Рецепторы зрения находятся в:
- А) сетчатке
 - Б) буграх четверохолмия
 - В) таламусе
 - Г) зрительном нерве
 - Д) затылочной доле коры
44. Реакцию зрачка на действие света, проявляющуюся в его сужении, называют:
- А) зрачковым рефлексом
 - Б) рефракцией зрения
 - В) астигматизмом
 - Г) аккомодацией
45. В фотохимической реакции восприятия света участвует:
- А) норадреналин
 - Б) ацетилхолин
 - В) родопсин
 - Г) глицин
 - Д) тироксин
46. В восприятии света принимают участие:
- А) сетчатка глаза
 - Б) роговица
 - В) хрусталик
 - Г) зрачок
 - Д) стекловидное тело
47. Свет воспринимается рецепторами:
- А) мышечными веретенами
 - Б) тельцами Меркеля
 - В) палочками сетчатки
 - Г) колбочками сетчатки
 - Д) волосковыми клетками
48. Для наилучшего видения предмета его изображение должно падать на:
- А) слепое пятно
 - Б) желтое пятно

- В) хрусталик
- Г) роговицу
- Д) стекловидное тело

49. Человек приспособляется к видению предметов на разном расстоянии. Это явление называется:

- А) аккомодацией
- Б) адаптацией
- В) сенсбилизацией
- Г) рефракцией
- Д) порогом ощущений

50. При близорукости изображение предмета фокусируется:

- А) на сетчатке
- Б) за сетчаткой
- В) перед сетчаткой
- Г) на хрусталике
- Д) на роговице

51. При дальнозоркости изображение предмета фокусируется:

- А) на сетчатке
- Б) за сетчаткой
- В) перед сетчаткой
- Г) на хрусталике
- Д) на роговице

52. Основными цветами трехкомпонентной теории зрения являются:

- А) синий
- Б) красный
- В) коричневый
- Г) зеленый
- Д) черный

53. Место выхода зрительного нерва из глазного яблока называют:

- А) слепым пятном
- Б) центральной ямкой
- В) конечным путём
- Г) жёлтым пятном

54. Механизм аккомодации глаза состоит в изменении:
- А) кривизны хрусталика
 - Б) количества палочек
 - В) количества активных рецепторов
 - Г) диаметра зрачка
55. Неодинаковое преломление лучей разными участками роговицы и хрусталика называют:
- А) астигматизмом
 - Б) пресбиопией
 - В) аккомодацией
 - Г) рефракцией
56. Повышение чувствительности глаза в темноте связано с:
- А) распадом йодопсина
 - Б) синтезом йодопсина
 - В) синтезом родопсина
 - Г) распадом родопсина
57. Пространство, видимое одним глазом при фиксации взора, называют:
- А) полем зрения
 - Б) рецептивным полем
 - В) пространственным порогом
 - Г) остротой зрения
58. Способность глаза различать две светящиеся точки, проекции которых падают на сетчатку под углом в одну минуту, называют:
- А) нормальной остротой зрения
 - Б) рефракцией глаза
 - В) пресбиопией
 - Г) астигматизмом
59. Старческая дальнозоркость обусловлена:
- А) потерей эластичности хрусталика
 - Б) рефракцией зрения
 - В) неодинаковым радиусом кривизны хрусталика
 - Г) снижением количества палочек

60. Центр зрительного анализатора локализован в области коры:
- А) затылочной
 - Б) теменной
 - В) височной
 - Г) соматосенсорной
61. Окончательный анализ зрительной информации происходит в:
- А) височной области коры
 - Б) затылочной области коры
 - В) среднем мозге
 - Г) спинном мозге
 - Д) лобных долях коры
62. К звукопроводящим образованиям слухового анализатора относятся:
- А) барабанную перепонку, молоточек, наковальню, стремечко
 - Б) евстахиеву трубу, преддверие
 - В) кортиева орган, полукружные каналы
 - Г) рецепторные волосковые клетки
63. К рецепторному отделу слухового анализатора относят:
- А) волосковые клетки
 - Б) барабанную перепонку
 - В) полукружные каналы
 - Г) совокупность образований внутреннего уха
64. Область восприятия человеком звуковых колебаний находится в диапазоне:
- А) 16–20 000 Гц
 - Б) 1–10 000 Гц
 - В) 10–2000 Гц
 - Г) 6–2000 Гц
65. Рецепторы слуха находятся в:
- А) полукружных каналах
 - Б) буграх четверохолмия
 - В) улитке
 - Г) среднем ухе
 - Д) височной доле коры

66. Среднее ухо выполняет функцию:
- А) воспринимает звук
 - Б) усиливает звуковую волну
 - В) направляет звуковую волну
 - Г) проводит окончательный анализ слуховой информации
 - Д) кодирует звуковую информацию в нервный импульс
67. К звукопроводящим элементам слухового анализатора относятся:
- А) наружное ухо
 - Б) слуховой проход
 - В) внутреннее ухо
 - Г) кортиева орган
 - Д) полукружные каналы
68. В среднем ухе расположены:
- А) слуховой проход
 - Б) полукружный канал
 - В) молоточек
 - Г) стремечко
 - Д) наковальня
69. Ориентировочный слуховой рефлекс замыкается в:
- А) задних буграх четверохолмия
 - Б) передних буграх четверохолмия
 - В) таламусе
 - Г) продолговатом мозге
 - Д) височных долях коры
70. Кортиковое представление слухового анализатора находится в:
- А) височной области
 - Б) теменных долях
 - В) затылочной области
 - Г) соматосенсорной коре
71. Основные центры равновесия находятся в:
- А) передних рогах спинного мозга
 - Б) белом веществе продолговатого мозга
 - В) вестибулярных ядрах продолговатого мозга
 - Г) задних рогах спинного мозга
 - Д) гипоталамусе

72. Рецепторы равновесия находятся в:
- А) полукружных каналах
 - Б) буграх четверохолмия
 - В) улитке
 - Г) среднем ухе
 - Д) височной доле коры
73. Коровое представительство температурного анализатора находится в:
- А) сенсорной зоне коры
 - Б) гиппокампе
 - В) затылочной области коры
 - Г) височной области коры
74. Минимальное расстояние между двумя точками, при одновременном раздражении которых возникает ощущение двух прикосновений, называют:
- А) пространственным порогом
 - Б) пороговой силой
 - В) порогом раздражения
 - Г) порогом чувствительности
75. Минимальную силу раздражителя, необходимую для возникновения ответной реакции, называют:
- А) пороговой
 - Б) субнормальной
 - В) неадекватной
 - Г) субпороговой
76. Минимальным пространственным порогом обладает:
- А) палец руки
 - Б) предплечье
 - В) подошвенная часть стопы
 - Г) спина
77. Болевые рецепторы:
- А) тельца Майсснера
 - Б) колбы Краузе
 - В) свободные нервные окончания
 - Г) тельца Руффини

78. Ноцицепция – это восприятие данного вида чувствительности:

- А) тактильной
- Б) слуховой,
- В) висцеральной
- Г) проприоочувствительности
- Д) болевой

79. Восприятие боли, возникающее в результате повреждения тканей организма, называют

- А) ноцицепцией
- Б) иррадиацией
- В) аналгезией
- Г) перцепцией

80. Висцеральная боль возникает при раздражении:

- А) суставов
- Б) мышц
- В) внутренних органов
- Г) кожи
- Д) костей

81. К внутреннему уху относятся:

- А) слуховой проход
- Б) барабанная перепонка
- В) слуховые косточки
- Г) улитка
- Д) полукружные каналы

82. К соматовисцеральной чувствительности относятся:

- А) тактильная
- Б) температурная
- В) зрительная
- Г) болевая
- Д) слуховая

83. Максимальным пространственным порогом обладает:

- А) спина
- Б) предплечье

- В) тыльная сторона кисти
- Г) палец руки

84. Висцеральная боль возникает при раздражении:

- А) суставов
- Б) мышц
- В) внутренних органов
- Г) кожи
- Д) костей

85. Рецепторы, воспринимающие изменение кровяного давления, называются:

- А) фоторецепторами
- Б) проприорецепторами
- В) хеморецепторами
- Г) барорецепторами
- Д) осморецепторами

86. Рецепторы, расположенные в мышцах и связках, называются:

- А) тактильными
- Б) проприорецепторами
- В) хеморецепторами
- Г) барорецепторами
- Д) ноцицепторами

87. К какому вкусу наиболее быстро наступает адаптация:

- А) к сладкому
- Б) к горькому
- В) к соленому
- Г) к кислому

88. В какой области коры осуществляется анализ вкусовой информации:

- А) в прецентральной извилине
- Б) в гиппокампе
- В) в постцентральной извилине
- Г) в зубчатой извилине

89. Корковое представительство вкусового анализатора находится в:

- А) постцентральной извилине
- Б) гиппокампе, грушевидной коре
- В) затылочной области коры
- Г) мозжечке

90. Нарушение обонятельной чувствительности

связано с:

и называется:

- | | |
|---|---------------------------------|
| А) понижением обоняния | 1) anosмией |
| Б) ощущением запаха без его узнавания | 2) гипосмией |
| В) отсутствием обонятельной чувствительности | 3) параосмией |
| Г) обонятельными ощущениями при отсутствии обонятельных веществ | 4) обонятельными галлюцинациями |
| Д) неправильным восприятием запахов | 5) обонятельной агнозией |
- Е) повышением обоняния

91. Правильная последовательность обработки информации в обонятельном анализаторе

- А) обонятельная луковица – передний мозг
- Б) обонятельная луковица – средний, передний мозг
- В) обонятельная луковица – таламус, передний мозг
- Г) обонятельная луковица – продолговатый мозг

92. Укажите рецепторную обонятельную структуру:

- А) эпителиальные клетки
- Б) биполярные нейроны
- В) псевдоуниполярные нейроны
- Г) обонятельные луковицы

93. Корковое представительство обонятельного анализатора находится в:

- А) гиппокампе, грушевидной коре
- Б) затылочной области коры
- В) теменной области коры
- Г) соматосенсорной зоне коры

Тесты к разделу «Особенности сенсорных систем стареющего организма»

1. Максимальная активность сенсорных функций отмечается в:
А) 17–20 лет
Б) 40–50 лет
В) 30–45 лет
Г) 10–15 лет
Д) 60–70 лет

2. Возрастная дальность зрения связана с:
А) уменьшением продольной оси глаза
Б) снижением эластичности хрусталика
В) увеличением преломляющей силы глаза
Г) появлением светонепроницаемых точек в стекловидном теле

3. Преломляющая сила глаза с возрастом:
А) увеличивается
Б) не изменяется
В) уменьшается
Г) претерпевает фазные изменения

4. Зрачковый рефлекс с возрастом претерпевает изменения:
А) уменьшается выраженность сужения зрачка при действии яркого света
Б) увеличивается выраженность сужения зрачка при действии яркого света
В) уменьшается выраженность расширения зрачка в темноте
Г) увеличивается выраженность расширения зрачка в темноте

5. Критическая частота мельканий для зрительного анализатора в пожилом возрасте:
А) носит волновой характер
Б) снижается
В) не изменяется
Г) увеличивается

6. Острота слуха уже заметно (на 10%) снижается в возрасте:
- А) 20–30 лет
 - Б) 30–35 лет
 - В) 35–40 лет
 - Г) 60–65 лет
7. Человеческое ухо в возрасте 65 лет воспринимает звуки до:
- А) 15 кГц
 - Б) 5 кГц
 - В) 2 кГц
 - Г) 10 кГц
8. Наибольший процент старческой тугоухости обычно выявляется после:
- А) 35 лет
 - Б) 40 лет
 - В) 75 лет
 - Г) 50 лет
9. Обонятельная чувствительность резко снижается после:
- А) 30 лет
 - Б) 70 лет
 - В) 40 лет
 - Г) 55 лет
10. С возрастом наиболее интенсивно снижается чувствительность вкусовых рецепторов к:
- А) горькому
 - Б) кислому
 - В) сладкому
 - Г) соленому
11. С возрастом в коже наибольшие изменения претерпевает чувствительность:
- А) вибрационная
 - Б) температурная
 - В) проприоцептивная
 - Г) болевая

Тесты к разделу «Особенности анализаторов в детском возрасте»

1. Миелинизация зрительных нервных путей заканчивается к:
А) 5 годам
Б) 6 месяцам
В) 1 году
Г) 3–4 месяцам
Д) 3 годам

2. Дифференцировка коркового отдела зрительного анализатора заканчивается к:
А) 3 месяцам
Б) 1 году
В) 3 годам
Г) 10 годам
Д) 7 годам

3. Время появления зрачкового рефлекса:
А) сразу после рождения
Б) к 3 месяцам
В) к 1 месяцу
Г) на 6 месяце
Д) к 1 году

4. Дети начинают различать все цвета:
А) сразу после рождения
Б) в 6 месяцев
В) в 3 месяца
Г) в 1 год
Д) в 3 года

5. Способность стереоскопического восприятия пространства устанавливается:
А) сразу после рождения
Б) в 15–16 лет
В) в 3–4 года
Г) в 6–9 месяцев
Д) в 18–20 лет

6. Поле зрения продолжает расширяться до:
- А) 20–25 лет
 - Б) 13 лет
 - В) 4 лет
 - Г) 5 месяцев
 - Д) 10 лет
7. Острота зрения равна 1,0 Д в возрасте:
- А) 2 лет
 - Б) 5 месяцев
 - В) 3 года
 - Г) 18 лет
 - Д) 25 лет
8. Миелинизация проводникового отдела слухового анализатора заканчивается к:
- А) моменту рождения
 - Б) в 4 года
 - В) к 5 месяцам
 - Г) к 6 дням
 - Д) внутриутробно
9. Ребенок начинает различать все звуки к:
- А) 1 месяцу
 - Б) 7 месяцам
 - В) 3 годам
 - Г) 4 годам
 - Д) 10 годам
10. Наибольшая острота слуха наблюдается в:
- А) 14–19 лет
 - Б) 5 лет
 - В) 10 лет
 - Г) 20 лет
 - Д) 25 лет
11. Миелинизация вестибулярного нерва заканчивается:
- А) в 3 года
 - Б) на 4 месяце

- В) на 6 месяце
- Г) к 10 годам
- Д) к 3 годам

12. Становление всех видов кожной чувствительности заканчивается в:

- А) 3 месяца
- Б) 6 лет
- В) 10 лет
- Г) 5 лет
- Д) 17–20 лет

13. Тактильная чувствительность возникает:

- А) на 5–6 неделе внутриутробного развития
- Б) сразу после рождения
- В) на 1 месяце
- Г) на 2 месяце
- Д) на 6 месяце

14. В первые дни жизни ребенка тактильные раздражения всех участков кожи вызывают общую двигательную реакцию:

- А) вследствие поздней миелинизации проводникового отдела
- Б) вследствие малого количества функционирующих рецепторов
- В) так как вся поверхность кожи становится рефлексогенной зоной
- Г) вследствие ранней миелинизации проводникового отдела
- Д) вследствие сенсibilизации рецепторов

15. Тактильная чувствительность снижается после:

- А) 5 месяцев
- Б) 10 лет
- В) 17–20 лет
- Г) 15 лет
- Д) 3 лет

16. Чувствительность у детей к охлаждению значительно выше, чем к перегреванию:

- А) так как холодных рецепторов почти в 10 раз больше, чем тепловых

- Б) так как тепловых рецепторов больше
- В) вследствие сенситизации холодовых рецепторов
- Г) вследствие сенситизации тепловых рецепторов
- Д) вследствие отсутствия миелиновой оболочки проводникового отдела

17. У детей болевая чувствительность выше на:

- А) руках
- Б) ногах
- В) лице
- Г) шее
- Д) спине

18. Пониженная чувствительность у ребенка сохраняется до 6 месяцев к раздражителю:

- А) термическому
- Б) электрическому
- В) химическому
- Г) механическому
- Д) физическому

19. Вкусовые почки полностью заканчивают формироваться к:

- А) 3 годам
- Б) 6 годам
- В) 3 месяцам
- Г) 2 годам
- Д) 6 месяцам внутриутробного развития

20. Обонятельный анализатор полностью сформирован:

- А) к 5 месяцам
- Б) сразу после рождения
- В) к 3 годам
- Г) к 6 годам
- Д) к 2 месяцам

**Тесты к разделу
«Сенсорная функция ротовой полости»**

1. Холодовые терморцепторы преобладают на:
 - А) корне языка
 - Б) небных дужках
 - В) вестибулярной поверхности десен
 - Г) мягком небе
 - Д) твердом небе

2. Наименьшей болевой чувствительностью обладают
 - А) вестибулярная поверхность десен
 - Б) оральная поверхность десен
 - В) мягкое небо
 - Г) корень языка
 - Д) дно полости рта

3. Слизистая оболочка рта лишена болевой чувствительности в области:
 - А) корня языка
 - Б) вестибулярной поверхности десен
 - В) оральной поверхности десен
 - Г) внутренней поверхности щек
 - Д) мягкого неба

4. Из всех групп зубов наибольший порог болевой чувствительности имеют:
 - А) клыки
 - Б) резцы
 - В) моляры
 - Г) премоляры
 - Д) зубы мудрости

5. Из всех групп зубов наименьший порог тепловой чувствительности имеют:
 - А) клыки
 - Б) премоляры
 - В) моляры
 - Г) резцы
 - Д) зубы мудрости

6. При тепловом раздражении депульпированный зуб отвечает чувством:
- А) боли
 - Б) тепла
 - В) холода
 - Г) осязания
 - Д) отсутствием ощущения
7. Холодовая чувствительность в направлении от передних к задним отделам полости рта:
- А) не меняется
 - Б) увеличивается
 - В) уменьшается
 - Г) носит фазный характер
 - Д) изменяется волнообразно
8. В направлении от проксимальных к дистальным отделам полости рта увеличивается чувствительность:
- А) вкусовая
 - Б) холододовая
 - В) проприоцептивная
 - Г) тактильная
 - Д) тепловая
9. Адаптация вкусовых рецепторов на слизистой языка не может проявиться:
- А) снижением чувствительности
 - Б) повышением чувствительности
 - В) уменьшением количества функционирующих рецепторов
 - Г) десенсибилизацией
 - Д) демобилизацией
10. Метод пороговой густометрии позволяет определить порог:
- А) ощущения вкуса различных веществ
 - Б) ощущения холододовых свойств вещества
 - В) пространства на кончике языка
 - Г) ощущения прикосновения
 - Д) ощущения тепловых свойств вещества

11. Наибольшая плотность тактильных рецепторов имеется

- А) на твердом небе
- Б) в центральных отделах слизистой щек
- В) в вестибулярной и оральной поверхностях десны
- Г) на кончике языка и красной кайме губ
- Д) в области дна полости рта

12. Нарушения вкусовой чувствительности

- | | |
|--|-----------------|
| связаны с: | и называются |
| А) полной потерей вкуса | 1) дисгевзией |
| Б) извращением чувства вкуса | 2) гипергевзией |
| В) нарушением тонкого анализа вкусовых веществ | 3) парагевзией |
| Г) повышением вкусовой чувствительности | 4) агевзией |
| | 5) гипогевзией |

12. Наибольшей чувствительностью

- | | |
|---|------------------------|
| обладает слизистая оболочка полости рта | |
| А) к холоду | 1) передних отделов |
| Б) к теплу | 2) центральных отделов |
| | 3) задних отделов |

13. К растворам-раздражителям

- | | |
|------------------------|------------------------|
| наиболее чувствительны | отделы языка |
| А) соленому | 1) нижняя поверхность |
| Б) сладкому | 2) боковые поверхности |
| В) горькому | 3) кончик |
| | 4) корень |

14. Рецепторы слизистой оболочки полости рта

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| являются | |
| А) вкусовые рецепторы | 1) первично чувствующими |
| Б) болевые (ноцицепторы) | 2) вторично чувствующими |
| | 3) смешанными |

Ситуационные задачи

Задача №1

Расставьте перечисленные ниже участки кожи по степени возрастания чувствительности ее к прикосновению: предплечье, спина, подошва, нос, кончики пальцев рук, губы, лоб.

Задача №2

Расставьте перечисленные ниже участки кожи по степени возрастания чувствительности ее к давлению: лоб, верхнее веко, подошва, спина, предплечье.

Задача №3

Расстояние между двумя волосками Фрея 20 мм. Чем будет отличаться ощущение от прикосновения такой парой волосков к коже спины и ладони?

Задача №4

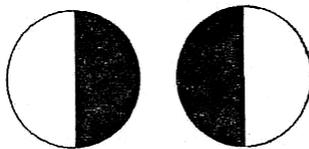
У двух людей при определении ближайшей точки ясного видения найдены следующие цифры: 12 и 30 см. Кто из этих людей старше? Можно ли приблизительно назвать их возраст?

Задача №5

Назовите основной симптом поражения поля 17 по Бродману в коре головного мозга.

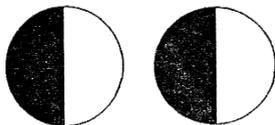
Задача №6

При исследовании полей зрения у больного обнаружена картина, изображенная на схеме. В каком месте поврежден зрительный тракт?



Задача №7

При исследовании полей зрения у человека обнаружена картина, изображенная на схеме. В каком месте зрительного тракта находится повреждение?



Задача №8

У больного имеется повреждение левого зрительного нерва. Нарисуйте картину изменения полей зрения.

Задача №9

У больного поврежден зрительный тракт справа после перекреста (хиазмы). Нарисуйте картину изменения полей зрения.

Задача №10

Может ли человек слышать звуки с частотой 40000 Гц и 5 Гц?

Задача №11

У больного повреждены полукружные каналы внутреннего уха. Может ли он дать отчет о положении головы в пространстве?

Задача №12

Почему под водой лучше видно в маске чем без нее?

Задача №13

Человек смотрит прямо перед собой. В каком случае он сможет раньше заметить движущийся мимо глаза на расстоянии 2 м предмет – когда он перемещается сверху вниз или справа налево?

Задача №14

На основании каких признаков человек судит о направлении и скорости движения предметов, удаляющихся от него?

Задача №15

На человека действует болевой раздражитель. Можно ли, не спрашивая о его ощущениях, узнать, чувствует ли он боль?

Задача №16

В чем принципиальное различие механизмов фокусировки изображения глаза и фотоаппарата?

Задача №17

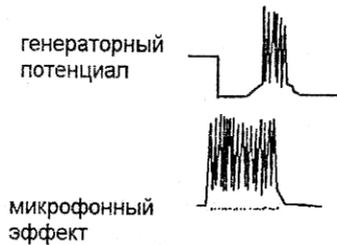
У человека наблюдаются обонятельные галлюцинации. С нарушениями функций какой области коры головного мозга могут быть связаны такие изменения восприятия?

Задача №18

Где легче определить направление источника звука – в воздухе или в воде?

Задача №19

Проверьте, правильно ли расставлены подписи рядом с рисунками.



Задача №20

В каком случае увеличение скорости пульсовой волны может сочетаться со снижением верхнего порога слышимых частот?

Задача №21

Почему мы не ощущаем кольцо, которое постоянно носим на пальце, но отчетливо чувствуем, что на этот палец села муха?

Задача №22

Если закрыть глаза и катать двумя соседними перекрещенными пальцами горошину, то возникает ощущение одной горошины. Если проделать то же самое перекрещенными пальцами, возникает ощущение двух горошин (опыт Аристотеля). Чем объясняется этот феномен?

Задача №23

Почему при сильном волнении вкусовые ощущения человека могут быть ослаблены?

Задача №24

Почему дальновзоркие люди для того, чтобы прочесть текст, отодвигают его от себя?

Задача №25

Два человека страдают дальновзоркостью и носят очки. Какой вопрос (один и тот же) нужно задать им, чтобы убедиться в том, что причина дальновзоркости у них одна и та же?

Задача №26

Как изменится слух, если овальное окно в костной капсуле улитки закрыть жесткой мембраной?

Задача №27

Вкусовые сосочки содержат большое количество холинэстеразы. К какому типу рецепторов они относятся – первично-чувствующих или вторично-чувствующих?

Задача №28

О чем свидетельствует сохранность восприятия звука при его костной передаче в случае нарушения воздушного звукопроведения?

Задача №29

Резкое погружение руки в горячую воду вызывает сначала ощущение холода и лишь потом горячего. Объясните причину.

Задача №30

В одном случае разрушена одна половина вестибулярного аппарата, а в другом – весь вестибулярный орган. Какие могут возникнуть нарушения? Какова степень их тяжести и последствия?

Задача №31

Объясните, как и почему изменится диаметр зрачка при сильном болевом воздействии?

Задача №32

Для коррекции миопии молодой человек постоянно использовал рассеивающие линзы – 2,5Д. Сможет ли он пользоваться такими линзами постоянно в возрасте 55 лет?

Задача №33

У пациента с воспалительным процессом носоглотки произошло закрытие евстахиевой трубы. Через двое суток он обратился к врачу с жалобой на снижение слуха. Обследование наружного уха показало втяжение барабанной перепонки в сторону барабанной полости. Атмосферное давление в течение этих суток не изменялось. Объясните причину смещения барабанной перепонки.

Задача №34

Почему людей, имеющих высокую чувствительность вестибулярного аппарата, укачивает при поездке в автомобиле, но, как правило, не укачивает при поездке в поезде?

Задача №35

Для исследования глазного дна врач капает на конъюнктиву глаза раствор атропина (блокатора М-холинорецепторов). Объясните, зачем применяют атропин и какое нарушение зрительного восприятия будет у пациента в течение действия атропина?

Задача №36

Для лучшего рассматривания предмет приближают к глазам. Почему при этом его можно рассмотреть более детально и в связи с чем его фокусировка происходит не за сетчаткой глаза?

Задача №37

Объясните, почему здоровый человек, стоящий на одной ноге с открытыми глазами, может более длительно сохранять равновесие, чем такой же человек с закрытыми глазами?

Задача №38

Замечено, что человек симптомы морской болезни переносит намного легче на палубе, чем в трюме. Объясните причину данного явления.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Дайте определение понятию «анализатор», назовите его синонимы.
2. Что такое информация?
3. Что называют органами чувств?
4. Как связаны понятия «органы чувств» и «анализаторы»?
5. Назовите три отдела анализатора, их локализацию и структурные элементы.
6. В каких значениях в физиологии употребляется термин «рецептор»?
7. Что собой представляет эффекторный рецептор? Сенсорный рецептор?
8. Каково назначение рецептора как периферического отдела анализатора?
9. Приведите классификацию рецепторов по качеству адекватного раздражителя.
10. Что представляют собой первично и вторично чувствующие рецепторы?
11. Перечислите вторично и первично чувствующие рецепторы.
12. Как называют местные потенциалы первично и вторично чувствующих рецепторов, назовите их особенности?
13. Где возникает ПД при возбуждении рецептора?
14. Перечислите последовательность процессов в первично- и вторично-чувствующих рецепторах, приводящих к возникновению ПД в афферентном нервном волокне.
15. Назовите рецепторы, обладающие фоновой активностью. Какое значение имеет спонтанная активность рецепторов?
16. Что такое функциональная мобильность рецепторов, каково происхождение этого явления?
17. Какое влияние оказывает ЦНС на активность сенсорных рецепторов? Приведите примеры.
18. Какое влияние оказывает на рецепторы симпатическая нервная система? Её гормоны?
19. Каково значение проводникового и коркового отделов анализатора?
20. Каково функциональное значение внешних анализаторов?
21. Перечислите свойства сенсорных систем.

22. Назовите критерии, характеризующие чувствительность сенсорных систем к адекватным раздражителям.
23. Что называют абсолютным порогом ощущения, дифференциальным порогом силы, пространственным порогом, порогом времени или движения?
24. Сформулируйте законы Вебера и Фехнера.
25. Что такое частота мельканий для зрительной системы?
26. Что понимают под инерционностью анализаторных систем? Приведите примеры.
27. Что такое адаптация анализаторов? Каким отделам анализатора она присуща?
28. Что понимают под доминантным взаимодействием анализаторов? Приведите примеры.
29. Опишите кратко механизмы регуляции деятельности анализаторов.
30. Какие особенности внешних анализаторов обеспечивают возможность тонкого приспособления организма к окружающей среде?
31. Назовите четыре основных вида сенсорных систем по их назначению, укажите их роль для организма.
32. Что такое кодирование информации? В каких отделах анализатора оно осуществляется?
33. Какие характеристики кодируются анализаторами?
34. Что является кодами в нервной системе?
35. Каким образом кодируется качество (вид) раздражителя в рецепторах?
36. За счет чего кодируется сила раздражителя в рецепторах? Время действия раздражителя?
37. Какой вид кодирования используется в рецепторах при изменении величины раздражаемой площади поверхности тела и при изменении расстояния между раздражаемыми точками? Объясните механизм.
38. С помощью какого механизма кодируется в рецепторах время действия раздражителя?
39. Какие характеристики раздражителя анализируются и кодируются в корковом отделе анализатора?
40. Кодируется ли информация в нервных волокнах? Какова их роль?

41. Какой тип кодирования информации имеет место в корковом конце сенсорной системы?
42. Какие особенности внешних анализаторов обеспечивают возможность тонкого приспособления организма к окружающей внешней среде?
43. Назовите четыре основных вида сенсорных систем по их назначению, укажите их роль для организма.
44. Дайте структурно-функциональную характеристику органа зрения (глаза) как периферического отдела анализатора.
45. Укажите состав и функции слезной жидкости.
46. Что понимают под рефракцией и аккомодацией глаза?
47. Перечислите преломляющие поверхности и среды глаза.
48. Перечислите аномалии рефракции глаза. Какое общее для этих аномалий явление мешает нормальному зрению?
49. Что называют миопией, гиперметропией? В чем заключается их сущность?
50. Что такое астигматизм, какова его причина?
51. В чем сущность компенсации дефектов оптической системы глаза?
52. Какие линзы используются в клинической практике при миопии, гиперметропии, астигматизме?
53. Какова роль зрачка в зрительном восприятии?
54. Что такое сферическая аберрация, и за счет чего глаз ее уменьшает?
55. Какова преломляющая сила глаза без осуществления аккомодации?
56. Каков диапазон аккомодации?
57. Назовите механизмы глаза, обеспечивающие ясное видение разноудаленных предметов.
58. Как изменяется состояние цилиарных мышц, цинновых связок и хрусталика при рассматривании близко и далеко расположенных предметов, т.е. при аккомодации глаза?
59. Какие механизмы глаза организм использует для ясного видения движущегося в поле зрения объекта?
60. Почему не возникает адаптация фоторецепторов при фиксации взора на неподвижном предмете, несмотря на то, что они достаточно быстро адаптируются?
61. Какие механизмы имеет глаз для ясного видения в условиях различной освещенности?

62. Охарактеризуйте рецепторный отдел зрительного анализатора (фоторецепторы).
63. Что собой представляют зрительные пигменты, что с ними происходит в темноте и на свету?
64. Как отражается недостаток витамина А на зрении, почему?
65. Что такое цветовое зрение?
66. Какая теория объясняет механизм восприятия цвета, в чем ее сущность?
67. Что называют желтым пятном на сетчатке?
68. Какой показатель используют для определения остроты зрения, чему равна его величина в норме?
69. Что называют слепым пятном на сетчатке глаза?
70. Назовите и опишите опыт (по автору), с помощью которого можно доказать наличие слепого пятна.
71. Почему острота зрения больше в центральной ямке, чем на периферии?
72. Опишите нейронную цепь распространения возбуждения в зрительном анализаторе от рецептора до коры большого мозга.
73. Назовите нейроны сетчатки, формирующие зрительный нерв.
74. Какие волокна зрительного нерва образуют частичный перекрест (хиазму), а какие прямо вливаются в зрительные тракты?
75. За счет чего мы можем видеть крупные объекты в целом и их детали?
76. Что является периферическим отделом системы слуха?
77. Каково назначение наружного и среднего уха? Охарактеризуйте их.
78. Назовите основные элементы внутреннего уха. Отметьте, где локализуется периферический отдел (кортиева орган) в слуховом анализаторе?
79. Опишите цепь событий, приводящих к возбуждению слуховых рецепторов.
80. Какие характеристики слухового раздражителя кодируются слуховым анализатором?
81. Назовите два пути передачи звука в системе слуха.
82. За счет чего усиливается звуковой сигнал в механической системе уха, воспринимающей звуковые колебания?
83. Каково значение барабанной перепонки?

84. Соответствует ли частота колебаний барабанной перепонки частоте звуковых колебаний?
85. Каково назначение овального и круглого окон улитки в деятельности слухового анализатора?
86. Каким образом кодируются низкочастотные (до 800–1000 Гц) и высокочастотные (свыше 1000 Гц) звуковые колебания?
87. Опишите механизм кодирования силы звука.
88. Каково значение биурального слуха?
89. С какой точностью (в градусах) человек способен определять направление источника звука в пространстве? Объясните механизм?
90. Назовите мышцы среднего уха и укажите их значение.
91. Каково значение барабанной полости и наличие воздуха в ней?
92. Когда открывается и закрывается евстахиева труба, и какое это имеет значение?
93. С помощью каких косточек передаются звуковые колебания в полость среднего уха?
94. Из каких структурно-функциональных элементов состоит вестибулярный аппарат?
95. Охарактеризуйте рецепторы вестибулярного аппарата.
96. Где расположены вестибулярные рецепторы, и как называют их скопление?
97. Какие рецепторы вестибулярного аппарата воспринимают вращательные движения? Играют роль в возникновении нистагма глаз и головы?
98. В чем заключаются вегетативные сдвиги, возникающие в организме при чрезмерном возбуждении вестибулоцепторов?
99. Какие нарушения возникают после одностороннего разрушения вестибулярного органа? Двухстороннего разрушения вестибулярного аппарата? Через какой промежуток времени они компенсируются?
100. Охарактеризуйте нейронную цепь распространения возбуждения в вестибулярном анализаторе от рецептора до коры большого мозга, где формируется ощущение равновесия?
101. Какие рецепторы вестибулярного аппарата сигнализируют в ЦНС об изменении положения головы и линейном ускорении? Какова роль этой импульсации и за счет чего она реализуется?

102. Охарактеризуйте периферический отдел проприоцептивной системы.
103. Опишите нейронную схему распространения возбуждения в проприоцептивной системе от рецептора до коры большого мозга?
104. Каковы функции проприорецепторов?
105. Что называют осязанием?
106. Что понимают под тактильной чувствительностью?
107. Опишите нейронную схему распространения возбуждения в тактильной системе от рецептора до коры большого мозга?
108. Перечислите области локализации терморецепторов.
109. Опишите нейронную схему распространения возбуждения в системе внешней температуры.
110. Назовите внутренние сенсорные системы по их назначению.
111. Опишите путь распространения возбуждения от висцероцепторов.
112. Дайте определение понятию «система боли».
113. Что обеспечивает более точную локализацию болевых ощущений, возникающих при раздражении кожи по сравнению с таковыми при раздражении внутренних органов?
114. Каково значение афферентной части системы боли?
115. Что такое боль? Каковы реакции организма на боль?
116. Что собой представляют болевые рецепторы (ноцицепторы)? Под влиянием каких раздражителей они возбуждаются?
117. В каких условиях возбуждение других рецепторов ведет к возникновению болевых ощущений?
118. Приведите классификацию боли по различным критериям, дайте соответствующие пояснения.
119. Что такое проекционная, иррадирующая, отраженная боль?
120. Что такое фантомные боли? Объясните механизм их образования.
121. Опишите нейронную схему распространения возбуждения афферентной части болевой системы от рецептора до коры большого мозга.
122. Что такое антиноцицептивная (обезболивающая) система организма?
123. Опишите сущность механизма действия обезболивающей системы.
124. Охарактеризуйте основные уровни обезболивающей системы.

125. Назовите основные медиаторы обезболивающей системы.
126. Перечислите основные пути и методы обезболивания, применяемые в клинике.
127. Какова роль вкусового анализатора в жизнедеятельности организма?
128. Перечислите виды вкусовых ощущений.
129. Какие химические изменения вызывают четыре основных вида вкусовых ощущений?
130. Где расположены вкусовые почки?
131. По каким нервам проводятся сигналы от вкусовых рецепторов, где находится первый нейрон системы вкуса?
132. Опишите нейронную схему распространения возбуждения в системе вкуса от рецептора до коры большого мозга.
133. Какова роль обонятельного анализатора?
134. Назовите семь групп основных различимых запахов.
135. Охарактеризуйте периферический отдел обонятельного анализатора.
136. Опишите нейронную схему распространения возбуждения в системе обоняния.

**Вопросы для самоконтроля по специальности
«Лечебное дело»: особенности сенсорных систем
стареющего организма**

1. В каком возрасте отмечается максимальная активность анализаторов и как она меняется в дальнейшем?
2. Как с возрастом изменяется аккомодационная способность глаза? Преломляющая сила сред глаза?
3. За счет каких возрастных процессов снижается чувствительность сетчатки?
4. Укажите, как изменяется восприятие высоких тонов с возрастом?
5. Как часто и в каком возрасте встречается старческая тугоухость (пресбикузия)?
6. С чем связаны возрастные изменения в звуковоспринимающей части слухового анализатора и центральных его отделах?
7. Когда начинаются возрастные изменения вестибулярного анализатора и в чем это выражается?

8. Укажите особенности возрастных изменений тактильной и болевой чувствительности.
9. Какие возрастные изменения отмечаются в системе вкуса и с чем они могут быть связаны?
10. В каком возрасте и почему снижается обонятельная чувствительность?

**Вопросы для самоконтроля по специальности
«Педиатрия»: особенности анализаторов
в детском возрасте**

1. В каком возрасте у ребенка начинает секретироваться защитная слезная жидкость?
2. В каком возрасте у ребенка начинается слезообразование при плаче?
3. Каковы особенности движения глаз и век новорожденного (при открывании глаз)?
4. В каком возрасте появляется у ребенка защитный мигательный рефлекс на внезапное световое раздражение и защитный рефлекс смыкания век?
5. В чем проявляется зрительное сосредоточение у ребенка, в каком возрасте оно появляется, сколько времени длится этот период?
6. Укажите основные особенности состояния зрачков и зрачкового рефлекса у новорожденного?
7. Как часто (в процентах) встречается у новорожденных гиперметропия, какова ее причина и к какому возрасту она проходит?
8. Как часто у детей развивается миопия, в каком возрасте это бывает и какова ее непосредственная причина?
9. Укажите остроту зрения у детей в возрасте 6 месяцев, 1 года и 4–5 лет.
10. У кого больше острота зрения: у детей старше 5 лет и подростков или у взрослого человека?
11. Какова особенность аккомодации у детей и ее причина?
12. Когда ребенок начинает различать все цвета и правильно их называть?
13. Возможно ли восприятие звука в период внутриутробного развития? Какие факты свидетельствуют об этом?

14. В каком возрасте значительно улучшается слух ребенка? Когда острота слуха наибольшая?
15. Какова реакция новорожденного на сильный звук?
16. В каком возрасте у ребенка тонкость различения звуков достигает нормы взрослого (0,75; 1,5 тона)?
17. Какую максимальную частоту звуковых колебаний воспринимает подросток 14–19 лет (сравните с нормами взрослого человека)?
18. На каком месяце внутриутробного развития у плода появляются вестибулярные тонические рефлексy?
19. Назовите рефлексy с рецепторов вестибулярного аппарата у новорожденного ребенка и в грудном возрасте.
20. Какую реакцию вызывает тактильное раздражение кожи у новорожденного ребенка?
21. Когда начинают появляться локальные ответы на движения рук, устраняющие эти раздражители?
22. Достаточно ли хорошо ребенок воспринимает холод и тепло? К чему он более чувствителен?
23. Что более тяжело переживает ребенок: холод или перегревание, с чем это связано?
24. Как ребенок грудного возраста реагирует на резкое охлаждение окружающей среды?
25. Какое влияние после охлаждения оказывают на ребенка теплая ванна, грелка?
26. Возникает ли реакция на болевое раздражение у плода?
27. У взрослого или новорожденного болевая чувствительность ниже?
28. В каком возрасте ребенок способен определить место болевого раздражения на коже и во внутренних органах?
29. Какова реакция плода в поздние сроки внутриутробного развития на вкусовые раздражители?
30. В каком возрасте ребенок начинает реагировать на сладкое, горькое, кислое и соленое?
31. Укажите, к какому сроку внутриутробного развития достигает достаточной зрелости обонятельный анализатор?
32. Как плод реагирует на летучие, пахучие вещества?
33. Во сколько раз острота обоняния новорожденного больше (меньше) по сравнению со взрослым?
34. В каком возрасте становится возможным различение обонятельных раздражителей?

35. Когда ребенок начинает отличать приятные запахи от неприятных?
36. К какому возрасту завершается формирование обонятельного анализатора?

**Вопросы для самоконтроля по специальности
«Стоматология»: сенсорная функция ротовой полости**

1. Какие виды чувствительности представлены в ротовой полости?
2. Какие заболевания могут вызвать нарушение вкусовой рецепции?
3. Назовите виды расстройства вкуса.
4. Как изменяется количество активных вкусовых рецепторов после приема пищи?
5. Какими рецепторами представлена тактильная чувствительность полости рта?
6. Какие функции выполняют нитевидные сосочки языка?
7. Где в челюстно-лицевой области наибольшее количество тактильных рецепторов? Какое это имеет значение?
8. Где обнаружена наименьшая тактильная чувствительность слизистой рта?
9. Какие особенности тепловой и холодной чувствительности полости рта?
10. Назовите пороги холодной и тепловой чувствительности для различных зубов.
11. Какие отделы слизистой десен обладают выраженной болевой чувствительностью, а какие наименьшей?
12. Сколько болевых рецепторов обнаружено в тканях зуба?
13. Охарактеризуйте зоны иррадиации боли при заболевании различных зубов.
14. Опишите три уровня эндогенной системы регуляции дентальной боли.

ОТВЕТЫ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ

1. б
2. б
3. а
4. в
5. а
6. а
7. в
8. в
9. б
10. а
11. б
12. а
13. в
14. в
15. б
16. а
17. а
18. г
19. б
20. а
21. в, г, д
22. б
23. в
24. в
25. а, б, д
26. б
27. б
28. г
29. в
30. а
31. б
32. в
33. д
34. г, д
35. а
36. а
37. а, б, д

- 38. а, б
- 39. д
- 40. в
- 41. г
- 42. г
- 43. а
- 44. а
- 45. в
- 46. а
- 47. в
- 48. б
- 49. а
- 50. в
- 51. б
- 52. а, б, г
- 53. а
- 54. а
- 55. а
- 56. а
- 57. а
- 58. а
- 59. а
- 60. а
- 61. б
- 62. а
- 63. а
- 64. а
- 65. в
- 66. б
- 67. а, б
- 68. в, г, д
- 69. а
- 70. а
- 71. в
- 72. а
- 73. а
- 74. а
- 75. а
- 76. а
- 77. в

- 78. Д
- 79. а
- 80. в
- 81. г
- 82. а
- 83. а
- 84. в
- 85. г
- 86. б
- 87. а
- 88. б
- 89. б
- 90. а3, б1, в5, г4, д2
- 91. а
- 92. б
- 93. а

Ответы к тестам «Особенности анализаторных систем стареющего организма»

- 1. а
- 2. б
- 3. в
- 4. а
- 5. б
- 6. в
- 7. г
- 8. в
- 9. б
- 10. в
- 11. а

Ответы к тестам «Особенности анализаторов в детском возрасте»

- 1. г
- 2. д

3. г
4. б
5. г
6. а
7. г
8. б
9. б
10. а
11. б
12. д
13. а
14. в
15. в
16. а
17. в
18. б
19. д
20. г

**Ответы к тестам «Сенсорная функция
ротовой полости»**

1. в
2. б
3. г
4. б
5. г
6. д
7. в
8. д
9. б
10. а
11. г
12. а1, б3
13. а2, б3, в4
14. а2, б1

ОТВЕТЫ К СИТУАЦИОННЫМ ЗАДАЧАМ

Задача №1

Подошва, спина, предплечье, лоб, нос, губы, кончики пальцев рук.

Задача №2

Подошва, спина, предплечье, лоб, верхнее веко.

Задача №3

Так как минимальное расстояние, на котором две точки прикосновения воспринимаются как два раздражителя, на спине равно 50 мм, а на ладони – 20 мм, то в данном случае испытуемый ощутит на спине прикосновение в одной точке, а на ладони – в двух.

Задача №4

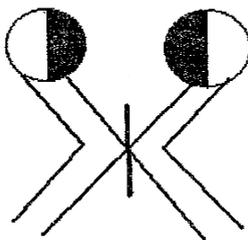
С возрастом ближайшая точка ясного видения удаляется от глаза. Значит, второй человек старше 40 лет, первому – около 25 лет.

Задача №5

Слепота. В 17 поле коры головного мозга у человека находится корковое ядро зрительного анализатора (на берегах шпорной борозды затылочной доли мозга).

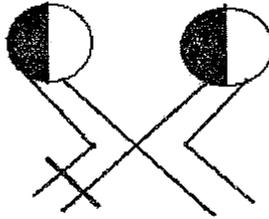
Задача №6

Такое изменение полей зрения называется битемпоральной гемианопсией. Оно бывает при фронтальном повреждении перекреста зрительных нервов (хиазмы).



Задача №7.

Подобная картина изменения поля зрения наблюдается при повреждении левого зрительного тракта после перекреста.



Задача №8

При повреждении левого зрительного нерва будет полное выпадение поля зрения левого глаза.



Задача №9

В этом случае будет наблюдаться правосторонняя гомонимная гемианопсия, т.е. выпадение правых половин поля зрения на обоих глазах.

Задача №10

Человек различает как звук частоты от 16 до 20000 Гц.

Задача №11

Может, так как рецепторы полукружных каналов внутреннего уха воспринимают изменение скорости движения тела. Положение головы в пространстве воспринимается рецепторами, расположенными в мешочках преддверия.

Задача №12

Показатели преломления воды, Роговицы и среды глаза примерно одинаковы. А глаз приспособлен для хода лучей в системе «воздух-роговица». Поэтому воздушная камера, помещенная перед глазами, улучшает зрение под водой.

Задача №13

Так как размер поля зрения в горизонтальной плоскости снаружи больше, чем в вертикальной сверху, то раньше в поле зрения человека окажется предмет, движущийся слева направо.

Задача №14

На основании скорости изменения величины изображения предмета на сетчатке и его четкости.

Задача №15

Можно. При болевом раздражении наблюдается рефлекторное расширение зрачков.

Задача №16

В фотоаппарате для наведения на резкость изменяется расстояние от линзы до световоспринимающего слоя фотопленки, а в глазу наведение на резкость связано с изменением кривизны хрусталика при неизменном расстоянии от узловой точки глаза до световоспринимающего слоя сетчатки.

Задача №17

Наблюдаемые галлюцинации могут быть связаны с нарушением функции нейронов грушевидной извилины, в которой находится корковый центр обонятельного анализатора.

Задача №18

Подписи под рисунком расставлены правильно.

Задача №19

Вода – более плотная среда, в ней звук распространяется быстрее. Поэтому разница во времени между приходом звука в левое и правое ухо будет меньше, чем в воздухе. Это затруднит определение источника звука в водной среде.

Задача №20

Это может наблюдаться у стариков при наличии склеротических явлений в стенках сосудов.

Задача №21

При постоянном воздействии тактильного раздражителя происходит адаптация рецепторов и раздражение перестает ощущаться. Поэтому кольцо на пальце перестает оказывать раздражающее действие.

Задача №22

В первом случае раздражаются внутренние, соприкасающиеся поверхности пальцев. Во втором – наружные, не соприкасающиеся. В естественных условиях наружные поверхности соседних пальцев одновременно могут раздражаться только двумя предметами. Поэтому в мозгу и возникает соответствующее ощущение. Этот опыт доказывает, что и в искусственно создаваемых условиях организм работает по сложившимся в ходе эволюции программам.

Задача №23

Вещества, вызывающие вкусовые ощущения, действуют в растворенном виде. При сильном волнении тормозится секреция слюнных желез. В сухой полости рта вкусовые ощущения будут ослаблены.

Задача №24

При этом достигается лучшее фокусирование изображения на сетчатку.

Задача №25

Следует задать вопрос: «Носили ли вы очки в молодости?». Дело в том, что причиной дальнозоркости может быть или слишком короткая продольная ось глаза, или ослабление аккомодации с возрастом. Если оба не носили очков ранее, то причина дальнозоркости одна – возрастные изменения глаза.

Задача №26

Овальное окно передает колебания слуховых косточек перилимфы. Если бы мембрана окна стала жесткой, не происходило бы восприятие звуков.

Задача №27

Холинэстераза расщепляет ацетилхолин, который является медиатором, в частности, и между рецепторными клетками вторично-чувствующих рецепторов. Наличие большого количества холинэстеразы во вкусовых сосочках доказывает, что вкусовые рецепторы вторично-чувствующие.

Задача №28

О том, что поврежден звукопроводящий аппарат, но не повреждены звуковоспринимающий кортиева орган и слуховой нерв.

Задача №29

Холодовые рецепторы расположены более поверхностно, чем тепловые, их в несколько раз больше по сравнению с тепловыми, они могут возбуждаться горячей водой (выше 40%).

Задача №30

Одностороннее нарушение вестибулярного аппарата вызывает насильственные вращательные движения, отклонения головы и падение в оперированную сторону. Двухстороннее – головокружение, тошноту, невозможность сохранять вертикальную позу. Более тяжело протекают односторонние нарушения, так как возникает дисбаланс афферентной импульсации, поступающей в ЦНС от вестибулярного аппарата. Компенсация нарушений возможна через несколько месяцев.

Задача №31

При болевой реакции возбуждение симпато-адреналовой системы приводит к сокращению радиальных мышц радужной оболочки, диаметр зрачка увеличивается.

Задача №32

При наблюдении за удаленными предметами, не напрягая аккомодацию, он должен будет использовать эти линзы. Однако для работы вблизи будет вынужден убирать линзы из-за развившейся возрастной пресбиопии (+2,5Д).

Задача №33

Причиной втяжения барабанной перепонки было снижение давления в барабанной полости в результате всасывания кислорода из ее воздуха в кровь сосудов слизистой оболочки полости.

Задача №34

При поездке в автомобиле и поезде раздражителями рецепторов отолитового аппарата являются линейные ускорения при вертикальных колебаниях, разгоне и торможении движущего средства. При движении в поезде вертикальные колебания, связанные со стыками рельс, имеют меньшую амплитуду, их частота превышает 0,5 Гц (что легко рассчитать, исходя из примерной длины рельса и скорости движения поезда), т.е. она находится за пределами диапазона частот, вызывающих укачивание. Действие горизонтальных ускорений, связанных с разгоном и торможением при движении поезда, также значительно меньше, чем при движении автомобиля.

Задача №35

Блокада М-холинорецепторов циркулярной мышцы радужной оболочки выключит парасимпатическое влияние на нее. Зрачок расширится, и исследование глазного дна будет облегчено. Однако при этом блокада М-холинорецепторов цилиарных мышц выключит и рефлекс аккомодации хрусталика, что нарушит восприятие близкорасположенных предметов.

Задача №36

Лучи света от предмета, близкорасположенного к глазам, имеют расходящееся направление, что увеличивает размер сфокусированного изображения предмета на сетчатке. Фокусировка изображения на сетчатке при этом сохраняется в результате рефлекса аккомодации хрусталика (его утолщение с увеличением преломляющей способности).

Задача №37

Для сохранения устойчивого равновесия тела в пространстве особенно в неестественном положении – стоя на одной ноге, необходимо взаимодействие вестибулярной и проприоцептивной систем со зрительным анализатором.

Задача №38

Причина кроется в степени согласованного взаимодействия двух анализаторных систем – вестибулярной и зрительной. В трюме зрительный анализатор человека не наблюдает горизонтальных смещений предметов, в то время как вестибулярный аппарат хорошо воспринимает укачивания. Это способствует быстрому развитию симптомов морской болезни. На палубе человек зрительно отмечает движения волн и колебания судна по отношению к линии горизонта. Информация поступает в нервные центры синхронно как от зрительных, так и от вестибулярных рецепторов. Координированная деятельность этих анализаторов более адекватна физиологическому состоянию организма.

ЛИТЕРАТУРА

Агаджанян Н.А., Гель Л.З., Циркин В.Н., Чеснокова С.А. Физиология человека: Учебник. – М.: Медицинская книга, 2001. – 516 с.

Агаджанян Н.А., Смирнов В.М. Нормальная физиология: Учебник. – М.: МИА, 2007. – 519 с.

Айзман Р.И., Великанова Л.К., Попова Е.Б. и др. Практические занятия по курсу «Физиология человека и животных»: Общие свойства возбудимых тканей, центральная нервная система, высшая нервная деятельность, анализаторы. – Новосибирск: Новосибирский педагогический институт, 1989. – 84 с.

Брагина И.И., Доброхотова Т.Ф. Функциональные асимметрии человека. – М.: Медицина, 1988. – 105 с.

Данияров С.Б., Калмамбетова А.И., Наумова Т.Н. и др. Физиология анализаторов: методическое пособие к практическим занятиям по нормальной физиологии. – Бишкек: КГМА, 1999. – 24 с.

Зарифьян А.Г., Наумова Т.Н. Нормальная физиология. – Ч. I. Курс лекций для студентов специальности «Стоматология». – Бишкек: КРСУ, 2008. – 213 с.

Лупинская З.А., Зарифьян А.Г. Общая физиология нервной системы: Учебное пособие. – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2005. – 221 с.

Нормальная физиология: Учебник / Под ред. В.Н. Яковлева. – М.: АCADEMIA, 2006. – Т. 3.

Полянец В.А. и др. Нормальная физиология: Учебное пособие для студентов стоматологических факультетов. – М.: Медицина, 1989. – 240 с.

Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика: Учебник. – М.: Дрофа, 2003. – 557 с.

Судаков К.В. Физиология: Основы и функциональные системы (курс лекций). – М.: Медицина, 2000. – 781 с.

Ткаченко Б.И. Основы физиологии человека: Учебник. – СПб.: Междунар. фонд истории науки, 1994. – Т. 1; 2.

Тыналиева Б.К. Межполушарная асимметрия и адаптация / Под ред. С.Б. Даниярова. – Бишкек, 2003. – 104 с.

Физиология человека: Учебник / Под ред. Г.И.Косицкого. – М.: Медицина, 1985. – 544 с.

Физиология челюстно-лицевой области: Учебник / Под ред. С.М. Будылиной., В.П. Дегтярева. – М.: Медицина, 2001. – 352 с.

Физиология человека: Учебник / Под ред. В.М. Смирнова. – М.: Медицина, 2002. – 608 с.

Физиология в рисунках и таблицах: Учебное пособие / Под ред. В.И. Смирнова. – М.: МИА, 2007. – 453 с.

Шмидт Р., Тевс Г. Физиология человека. Руководство: В 3-х томах. – М.: Мир, 1996.

Составители:
А.Г. Зарифьян, Т.Н. Наумова, В.П. Ильичев

ФИЗИОЛОГИЯ АНАЛИЗАТОРОВ
Учебное пособие

Редактор *Т.П. Вязьмина*
Компьютерная верстка *И.В. Пак*

Подписано в печать 25.12.09. Формат 60x84 ¹/₁₆
Офсетная печать Объем 9,5 п.л.
Тираж 100 экз. Заказ 225

Издательство КРСУ
720000, Бишкек, ул. Киевская, 44

Отпечатано в типографии КРСУ
720048, Бишкек, ул. Горького, 2

