

возбудимых структур
периферической нервной
системы и ЦНС,
осуществляющих восприятие и
анализ воздействий
окружающей и внутренней
среды, все структуры относятся
к афферентным, высший
анализ и синтез воздействий
осуществляют клетки коры
больших полушарий

Анализаторы в системной организации поведения

- Различают потоки афферентных возбуждений: обстановочная афферентация, пусковая афферентация и обратная.
- Обстановочная-воздействия на организм совокупности внешних факторов (нравственные, культурные), составляющих конкретную обстановку на фоне которой формируется поведенческий акт
- Пусковая афферентация-афф.возбуждения, возникающие при воздействии на организм стимулов (условные раздражители и время), развертывающих поведенческий акт
- Обратная афф.-информация поступающая в структуры головного мозга о возникшей потребности и об успешности достижения результатов целенаправленного поведения.

Общие принципы строения и функции анализаторов с позиции учения И.П. Павлова

- Периферический отдел –рецепторы, дополнительного аппарата и первичного афферентного нейрона;
- Проводниковый отдел –чувствительных нервов и специфических афферентных путей спинного мозга и ствола мозга;
- Центральный –участки сенсорной коры к которым поступает информация от сенсорной модальности.

Рецепторы-специализированные нервные окончания, которые преобразуют энергию внешнего раздражителя в энергию электрического потенциала

- По природе: механо-, фото-, терморецепторы;
- По количеству: моно-, би, три и полимодальные;
- По расположению: экстро- и интерорецепторы;
- По уровню чувствительности: низко-высокопороговые;
- По скорости адаптации: адаптирующиеся (тельца Пачини), медленно адаптирующиеся (проприорецепторы) и неадаптирующиеся (вестибулярные);
- По механизму работы: первично и вторичночувствующие;
- Совокупность рецепторов иннервируемых одним чувствит.нервом-рецептивное поле.

Механизм работы рецепторов

- В первичночувствующем рецепторе (н-р тельца Пачини) раздражитель оказывает действие на мембрану нервного окончания (повышение проницаемости, для ионов натрия)-вызывает возникновение рецепторного потенциала-изменения структуры белка тубулина-возникновение ПД в сенсорном нейроне-распространяется по структурам ЦНС
- Вторичночувствующий рецептор (волосковые клетки органа Корти)-возбужденная рецепторная клетка выделяет медиатор –воздействует на постсинаптическую мембрану чувствительного волокна вызывает возникновение генераторного потенциала с изменением структуры белка тубулина-изменяет возбудимость

клеток
распр
ЦНС

потенциала с быстрыми изменениями структуры белка тубулина. Изменения структуры тубулина в электрогенных участках сенсорного нейрона приводят к изменению возбудимости клеточной мембраны и генерации потенциала действия, распространяющегося по нервному волокну к структурам ЦНС (см. рис. 6.1).

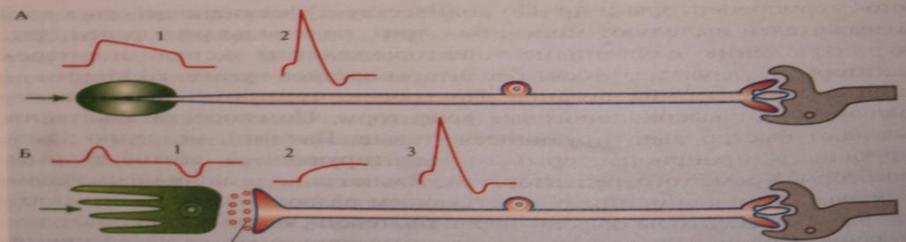


Рис. 6.1. Процессы, протекающие в первичночувствующих и вторичночувствующих рецепторах: А. 1 — рецепторный потенциал, возникающий в инкапсулированном окончании (первичночувствующий рецептор); 2 — распространяющийся потенциал (вторичночувствующий рецептор); 3 — потенциал действия, распространяющийся по нервному волокну к структурам ЦНС.

уктурам

Свойства рецепторов

- Специфичность;
- Способность к кодированию;
- Адаптация к действию раздражителя;
- Функциональная мобильность;
- Надежность;

Рецептивное поле

- Совокупность рецепторов, сигналы от которых поступают к одному нейрону
- *Представительство в коре соматотопическое – соответствует количеству рецептивных полей, а не рецепторов*

Особенности организации проводникового, центрального отделов сенсорной системы

- Проводниковый-состоит из периферических чувствительных нервов и проводящих путей ЦНС (сенсорно-специфических через ядра таламуса, неспецифические через структуры ретикулярной формации и ассоциативные идущие к ассоциативной коре).
- Центральный-состоит из ядра и рассеянных элементов, которые образуют первичные, вторичные и третичные зоны. Идут процессы анализа сигнала путем декодирования поступившей информации с синтезом психического образа и его распознавания гностическими нейронами коры мозга. Вместе со специфическими афферентными возбуждениями в кору поступают неспецифические восходящие возбуждения, формируются на уровне подкорковых активирующих структур головного мозга-ретикулярной формации, гипоталамуса и др. лимбическим образованиям формируя эмоциональное восприятие.
- Свойства анализаторов: скрытый период ощущения; абсолютный порог возникновения ощущения; дифференциальный порог возникновения ощущения; инерционность возникновения ощущения; активный характер восприятия; межанализаторные взаимодействия; пластичность процессов анализа и синтеза.



Функция центрального отдела

- Высший анализ и синтез – опознание образа и формирование ощущений

Принципы организации анализаторов:

- 1. **Многоуровненность** – обеспечивает возможность специализации разных уровней и слоев ЦНС по переработке отдельных видов информации. Это позволяет организму более быстро реагировать на простые сигналы, анализируемые уже на отдельных промежуточных уровнях.
-
- 2. **Многоканальность** – проявляется в наличии параллельный нейронных каналов, т.е. в наличии в каждом из слоев и уровней множества нервных элементов, связанных со множеством нервных элементов следующего слоя и уровня, которые, в свою очередь, передают нервные импульсы к элементам более высокого уровня => надежность и точность анализа воздействующего фактора.
-
- 3. **Иерархический** – создает условия для точного регулирования процессов восприятия посредством влияния из более высоких уровней на более низкие.

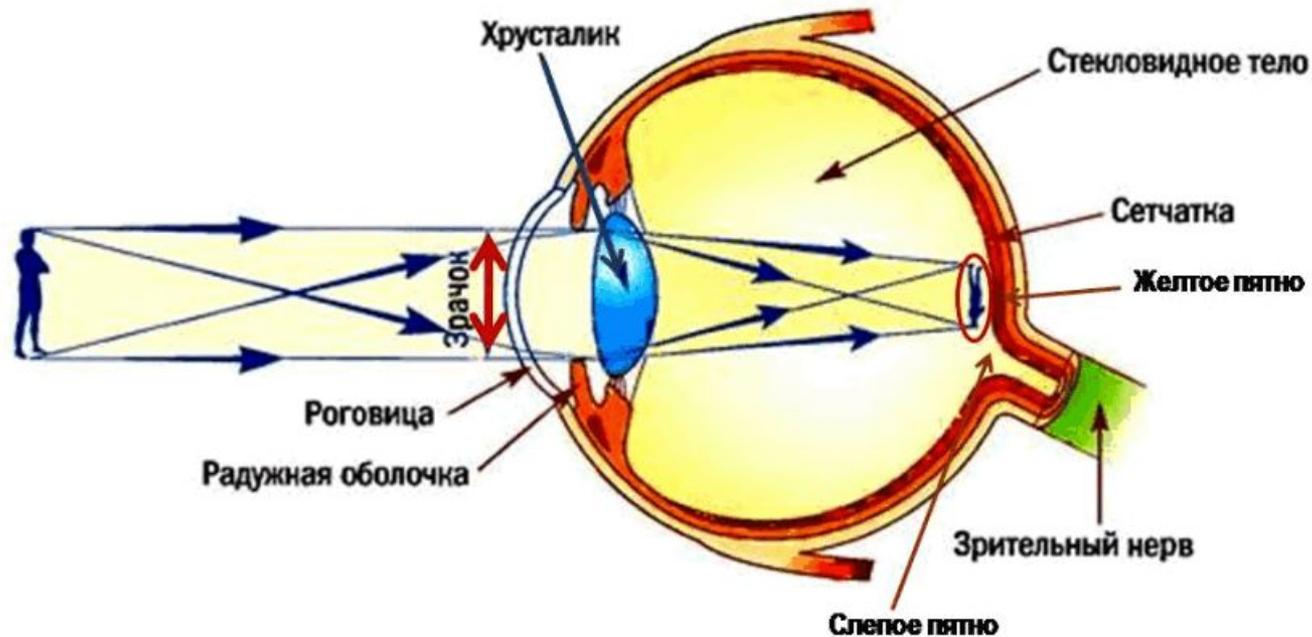
Свойства анализаторов

- Скрытый период ощущения;
- Абсолютный порог возникновения ощущения;
- Дифференциальный порог возникновения ощущения закон Э. Вебера (от силы раздражителя зависит ощущение); закон Г.Фехнера (ощущение пропорционально силе раздражителя)

зрительный анализатор

- Анатомически состоит: периферического отдела (фоторецепторный аппарат сетчатки глаза, зрительный нерв, зрительный тракт); центрального отдела (подкорковые и стволые центры – латеральное коленчатое тело, подушка таламуса и верхнее двуххолмие, зрительную лихистость, цитоархитектонические поля 17,18,19.

ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГЛАЗА

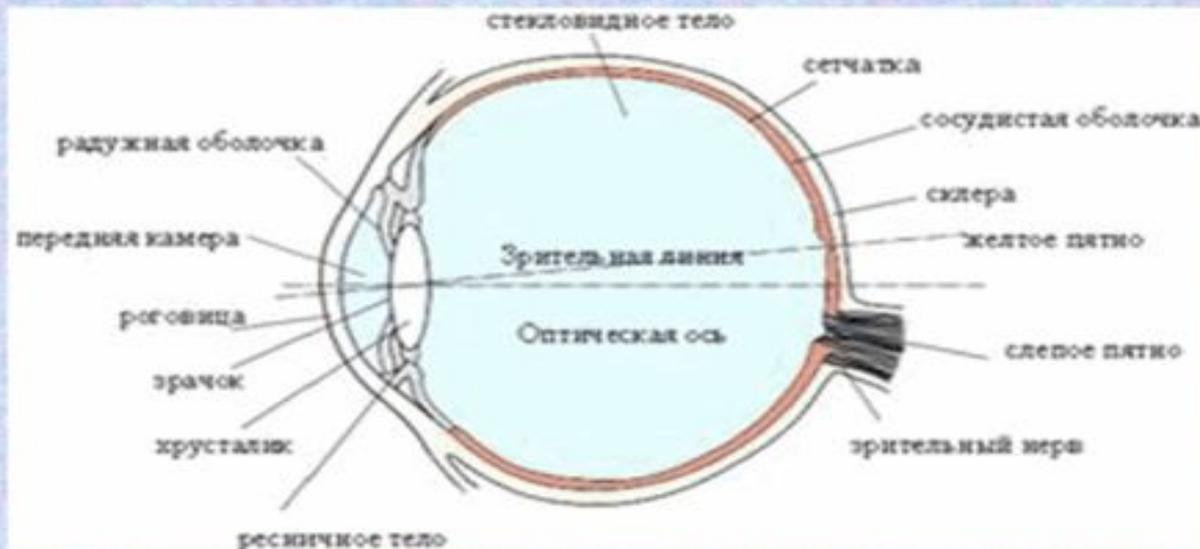


Глазное яблоко- состоит из 3 оболочек (наружная-фиброзная включает роговицу и склеру; средняя –сосудистая включает радужку, ресничное тело и собственно сосудистую; внутренняя – сетчатка)

Аккомодация – приспособление глаза к ясному видению объектов, находящихся на разных расстояниях

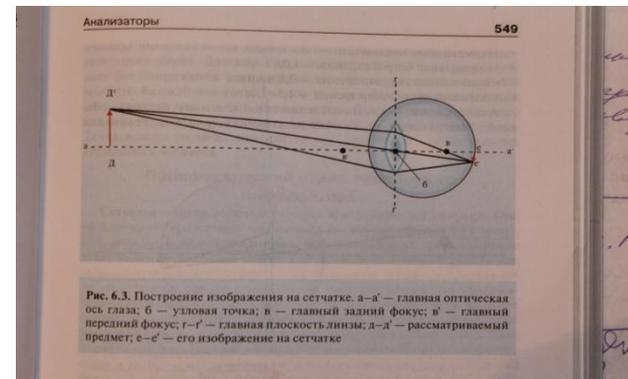
Глаз как оптический прибор

Глаз представляет собой оптическую систему, дающую уменьшенное, обратное, действительное изображение на светочувствительной сетчатой оболочке глазного яблока. Основным элементом оптической системы глаза, хрусталик - это двояковыпуклая **ЛИНЗА**. Кривизна поверхности хрусталика может меняться. Этот процесс называется аккомодацией глаза.

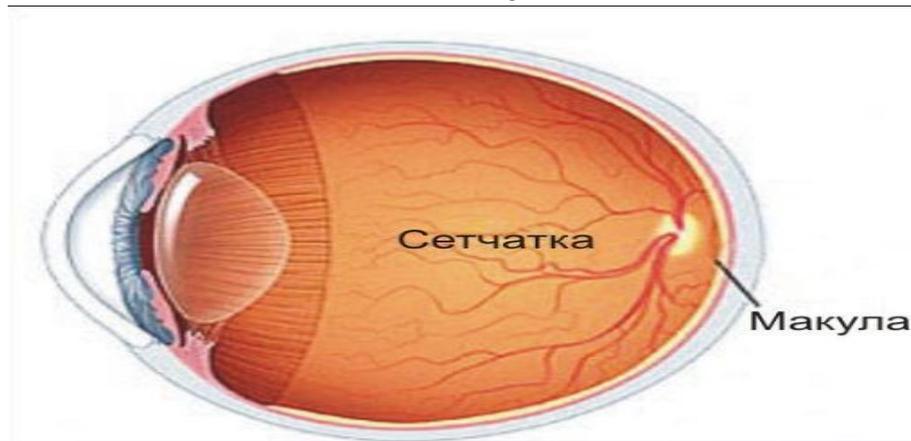


Расчет величины изображения

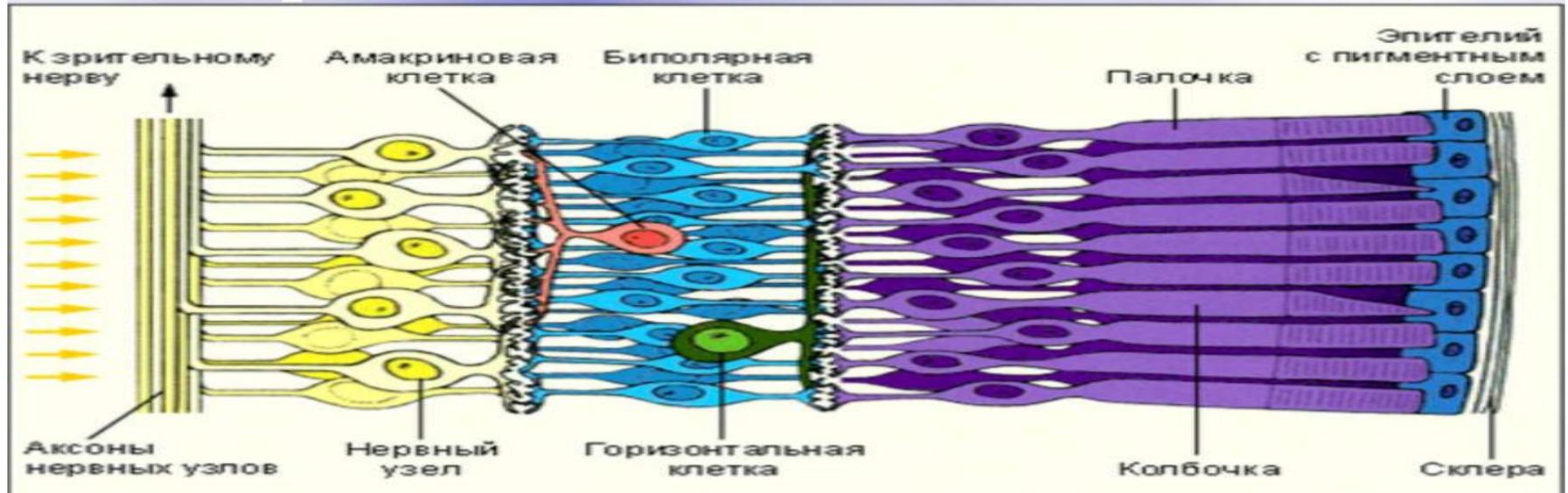
- На основании правила треугольников, вершины которых лежат в узловой точке:
- $X = J \cdot a / b$, где X -величина изображения предмета на сетчатке; J - величина предмета; a - расстояние от узловой точки до сетчатки; b - расстояние от предмета до роговицы глаза плюс расстояние от передней поверхности роговицы до узловой точки.
- Определение остроты зрения (способность глаза дифференцировать детали изображения):
- $V = d / D$, где V -острота зрения; d - расстояние испытуемого до таблицы; D - расстояние с которого читается правильно строка. Угловой предел $0,62^\circ$
- Нормальная острота -1,0
- Пониженная -0,8
- Повышенная -1,5-2,0



Периферический отдел зрительного анализатора –сетчатка, фоторецепторы представлены палочками содержат пигмент родопсин (сумеречное зрение) и колбочками содержат пигмент иодопсин, эритролаб, хлоролаб,



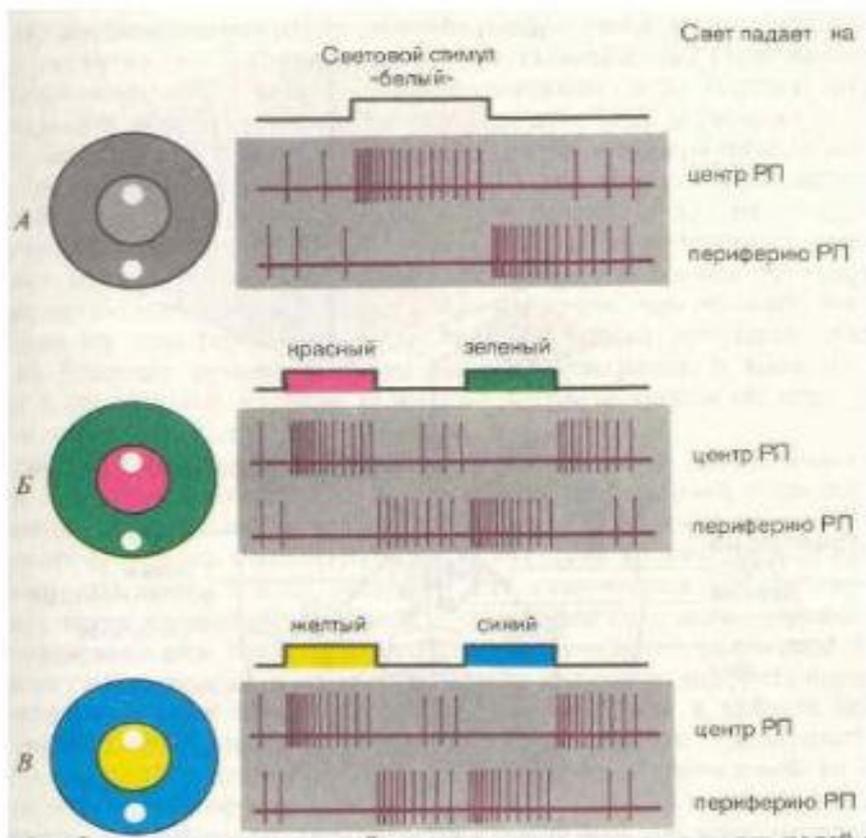
Строение сетчатки.



Изомеризация хромофорной части зрительного нерва

- При поглощении света в палочках происходит изомеризация хромофорной части зрительных рецепторов: – 11-цис-ретиаль превращается в трансретиаль, происходит изменение в белковой опсиновой части рецепторов, обесцвечивание родопсина и переход в метародопсин II. метародопсин II взаимодействует с белком трансдуцином и обменивает в темноте ГДФ (гуанозиндифосфат) на ГТФ. Это приводит к закрытию ионных каналов, уменьшению входа ионов Na- гиперполяризация мембраны ганглиозных клеток.
- При действие света- выделение глутамата из пресинаптической мембраны ганглиозных клеток.

Цветовосприятие



Нейроны, обеспечивающие цветовосприятие организованы в *глобулы* и имеют РГ круглой формы.

Как видно из рисунка существует два типа цветоопонентных клеток зрительной коры: нейроны 1 типа реагируют на красный и зеленый цвета, а нейроны 2 типа – синий и желтый цвета. Таким образом, для зрительной коры справедлива **двухкомпонентная теория цветового зрения Геринга**, в отличие от сетчатки, в которой имеются 3 типа цветовых рецепторов, чувствительных в красной, желто-зеленой и синей частях спектра. Таким образом, для сетчатки справедлива 3-х компонентная теория цветового зрения Гельмгольца-Ломоносова.

Проводниковый отдел з.а. состоит из оптического нерва, ядер верхних бугров четверохолмия, латерального коленчатого тела

- Осуществляется первый уровень анализа зрительной информации: сетчатка и наружное коленчатое тело, нейроны которых выделяют сигналы из шума, подчеркивая контуры объекта, его цвет и границы.
- Нейроны наружного коленчатого тела содержат ретинотопическую карту (похожая на карту своего рода проекция сетчатки в латеральном коленчатом теле и в других отделах мозга). В латер. Коленчатых телах начинается бинокулярное взаимодействие от сетчатки пр. и лев. Глаза.
- Нейроны верхних бугорков четверохолмия реагируют на движущиеся световые стимулы и имеют бинокулярные входы.

Корковый отдел з.а.

- Второй уровень зрительной информации – стриарная кора (17 поле) (нейроны формируют все зрительное поле на отдельные квадранты с последующей оценкой положения объекта в поле зрения);
- Третий уровень-престриарная кора (18 и 19 поля) нейроны создают объемное мобильное изображение, обладающее свойствами узнаваемости;
- Четвертый уровень (нижневисочной и верхнетеменной коры) выполняют процессы зрительного опознания.

Движение глаз в пространственном зрении:

- Монокулярный стереокинетический механизм (оценка расстояния до предмета на основе механизма аккомодации при участии проприорецепторов циркулярной мышцы хрусталика);
- Бинокулярный конвергентный (обеспечивает оценку расстояния до предмета по степени конвергенции глазных яблок и уровню напряжения проприорецепторов наружных прямых мышц глазного яблока);
- Объемное изображение основано на бинокулярной диспарации глаз
- Психофизика зрительного восприятия связано с двигательной активностью глазных яблок выделяют движения: саккады, медленные следящие, конвергирующие, вестибулярные



Центры находятся в верхних бугорках четверохолмия и ретикулярной формации среднего мозга

Бинокулярное зрение

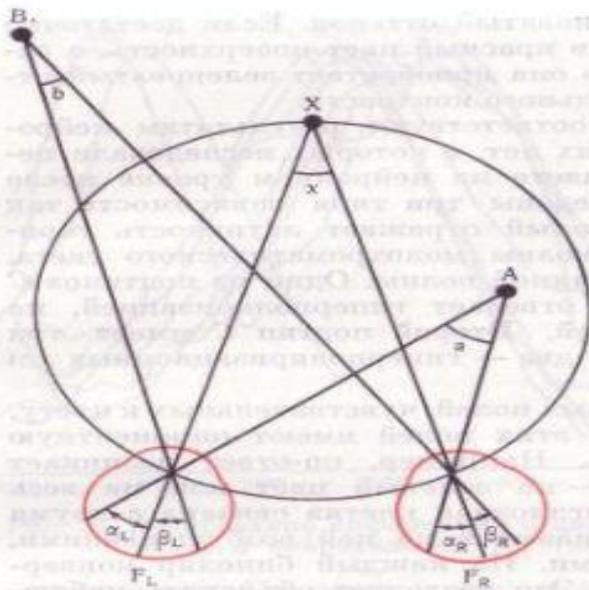
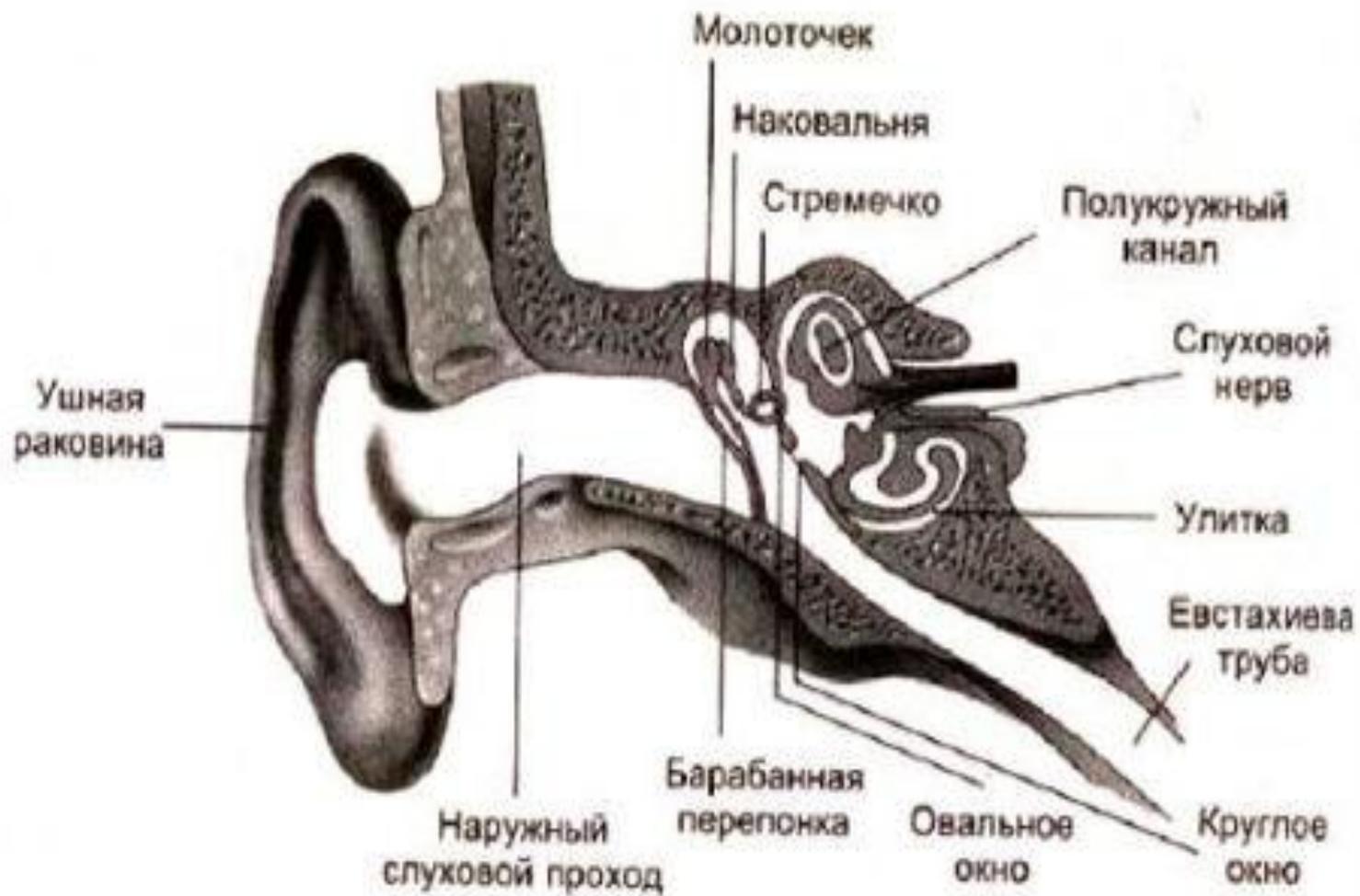


Рис. 51. Бинокулярный параллакс.
Объяснение в тексте.

Поскольку два глаза находятся между собой на определенном расстоянии, то они видят объекты по разным углами (*бинокулярный параллакс*). Когда глаза фиксируют точку X, расположенную на поверхности окружности, на которой располагаются точки четкого видения (*гороптер*), то ее изображение попадает на идентичные точки сетчатки (F_L, F_R). Если зрительные объекты лежат ближе (A) или дальше (B) гороптера, то их изображение попадает на *диспаратные* (неидентичные) точки сетчатки. Если объект расположен ближе гороптера диспаратность отрицательная, а если дальше – положительная.

слуховой анализатор

- Совокупность органа слуха с рецепторами, слухового нерва с проводящими путями и участка слуховой коры, обеспечивающие анализ звукового раздражителя и синтеза на основе звукового образа.



Периферический отдел с.а.

- Механорецепторы расположенные во внутреннем ухе
- В среднем канале на основной мембране лежит орган Корти состоящий из одного ряда внутренних и трех рядов внешних рецепторных волосковых клеток

Кортиев орган строение



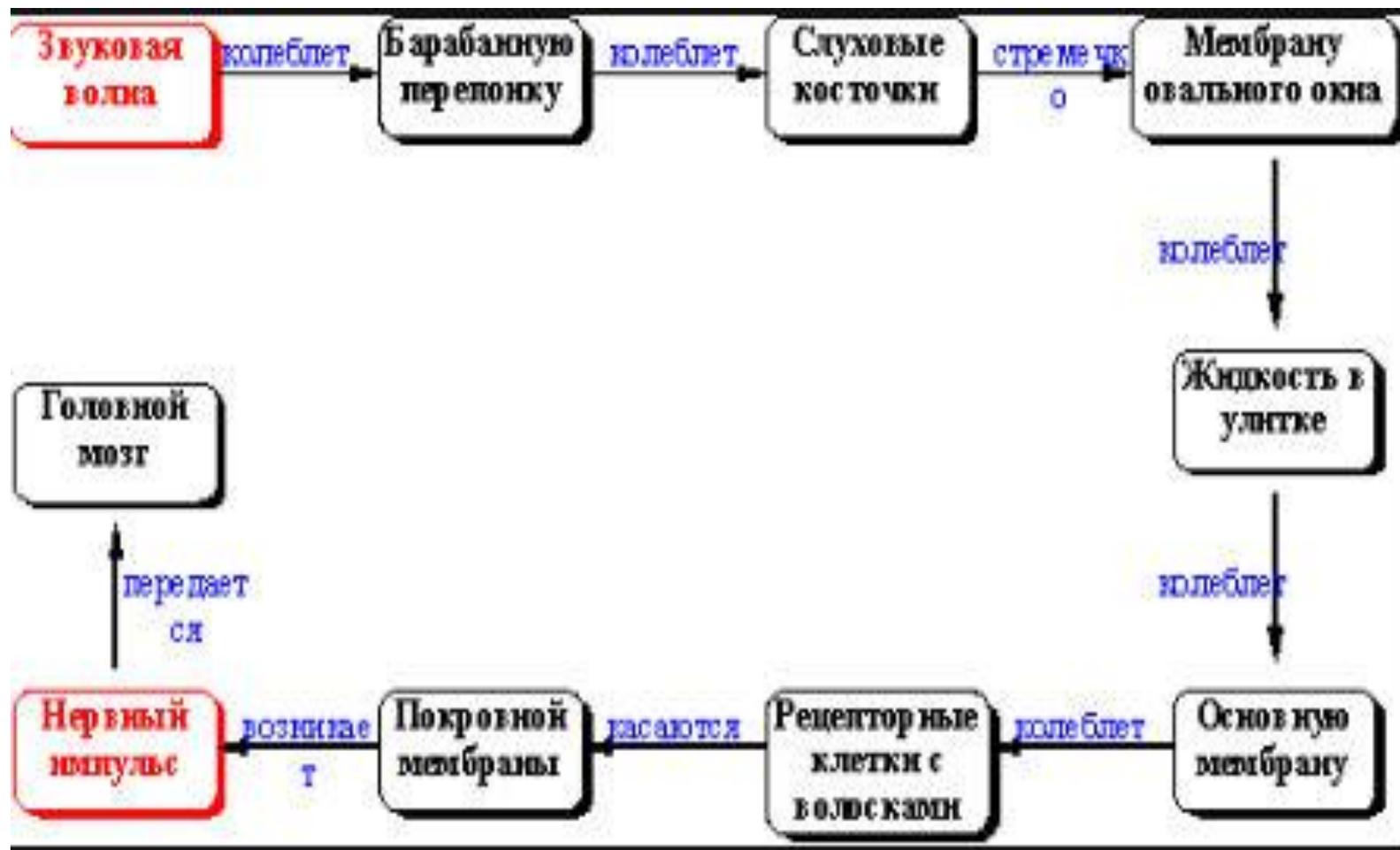
Кортиев орган строение



Теории слуха

- Т.Гельмгольца – каждое волокно основной мембраны резонирует со звуком определенной частоты – низкой частоты колебания мембраны у верхушки улитки, высокой -основание;
- Опыт Андреева – разрушение основания улитки нарушало рефлекс на звуки высокой частоты, верхушки улитки-звуки низкой частоты;
- Теория Д.Бекеша «бегущей волны» – высокочастотные колебания звуков проходят по мембране короткое расстояние, длинные волны распространяются по всей мембране;

Механизм слухового восприятия: период, частота и амплитуда, дополнительные гармоники-создающие тембр звука



Проводниковый отдел с.а.

- Представлен слуховым нервом информация по рецепторам передается к кохлеарным ядрам, нижним бугоркам четверохолмия и внутреннему коленчатому телу, а также имеются нейроны отвечающие за включение и выключение звукового раздражителя.
- При бинауральном восприятии нейроны верхних олив реагируют по разному на информацию от того уха какое получило информацию раньше

Корковый отдел с.а.

- Находится в слуховой области коры, нейроны которой обладают функциональной тонотопической организацией (наименьший порог возбуждения при определенной интенсивности звука), смысловая оценка фразы.
- Психофизика слухового восприятия зависит от интенсивности и частоты звука. Интенсивность звука выражается в беллах. 1 бел- десятичный логарифм действующей интенсивности звука к его пороговому значению. На практике используется $1\text{дБ}=0,1\text{белл}$. Единица высоты тона-мел. Громкость звука в сонах.
- Человек слышит в диапазоне частот от 16Гц до 20 кГц с максимальной слуховой чувствительностью в зоне 300-3000Гц.
- Определение остроты слуха –с помощью камертона
- Звуки делятся на тоны и шумы. Тоны имеют основную частоту определяющую их высоту. Шумы состоят из частот не находящихся в гармонических отношениях.

Бинауральный слух

- Нейрональный механизм оценки временного различия прихода звуковой волны в левое и правое ухо.

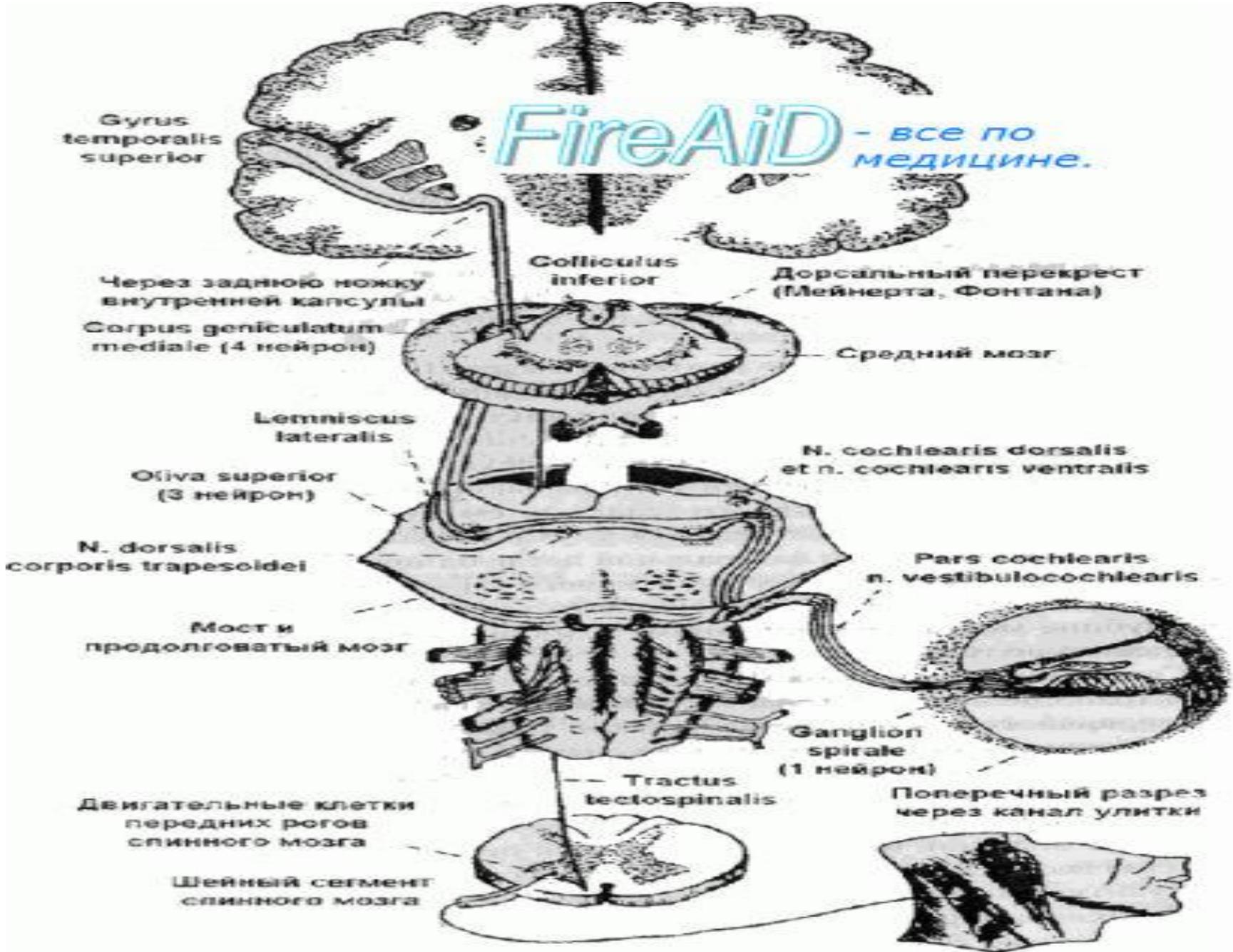


Рис. 2. Проводящие пути слухового анализатора.

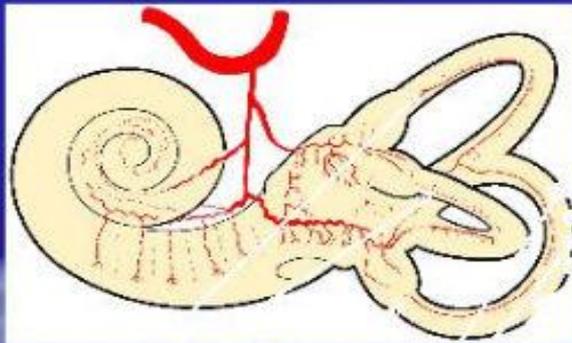
вестибулярный анализатор

- Оценивает информацию об ускорениях или замедлениях, возникающих в процессе прямолинейных и вращательных движениях тела, а также при изменениях положения головы в пространстве.
- Участвуют вестибулорецепторы, проприорецепторы мышц.
- Представляет собой совокупность органа чувств с рецепторами, вестибулярного нерва с проводящими путями и участка задней постцентральной извилины коры, которые обеспечивают анализ вестибулярных раздражителей и синтез на его основе ощущений равновесия и положения тела в пространстве.

Периферический отдел в.а. представлен механорецепторами расположенные в перепончатом лабиринте

Вестибулярный анализатор

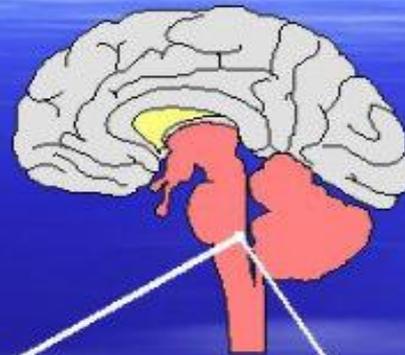
Внутреннее ухо
/лабиринт/



Полукружные каналы

Периферические нейроны

Вестибулярный нерв



1. Червь мозжечка
2. Глазодвигательные нервы
3. Кора височной доли
4. Передние рога спинного мозга
5. Ядро блуждающего нерва

- вестибулорецепторы расположены в двух статолитовых органах-утрикулусе и саккулусе и макулах трех полукружных каналов
- Адекватными раздражителями для рецепторов саккулуса и утрикулуса является сила тяжести и линейные ускорения, которые возникают при прямолинейном движении
- Адекватным раздражителем для рецепторов полукружных каналов является движения с угловым ускорением (вращения)

Проводниковый отдел в.а.

- Первично чувственные волокна, заканчивающиеся в вестибулярных ядрах Дейтерса, Швальба, Роллера, Бехтерева и проводящие пути ЦНС – импульсы в мозжечек, ядрам глазодвигательного нерва, гипоталамуса, структурам ретикулярной формации, по средствам вестибуло-спинального пути к γ -мотонейронам мышц разгибателей. Эти связи обеспечивают вестибулярные рефлекс, поддержание равновесия (статические и статокINETические реакции).
- Вторые афферентные нейроны от вестибулярных ядер идут к таламусу и от вентрального постлатерального ядра поступают к задней постцентральной извилине коры больших полушарий

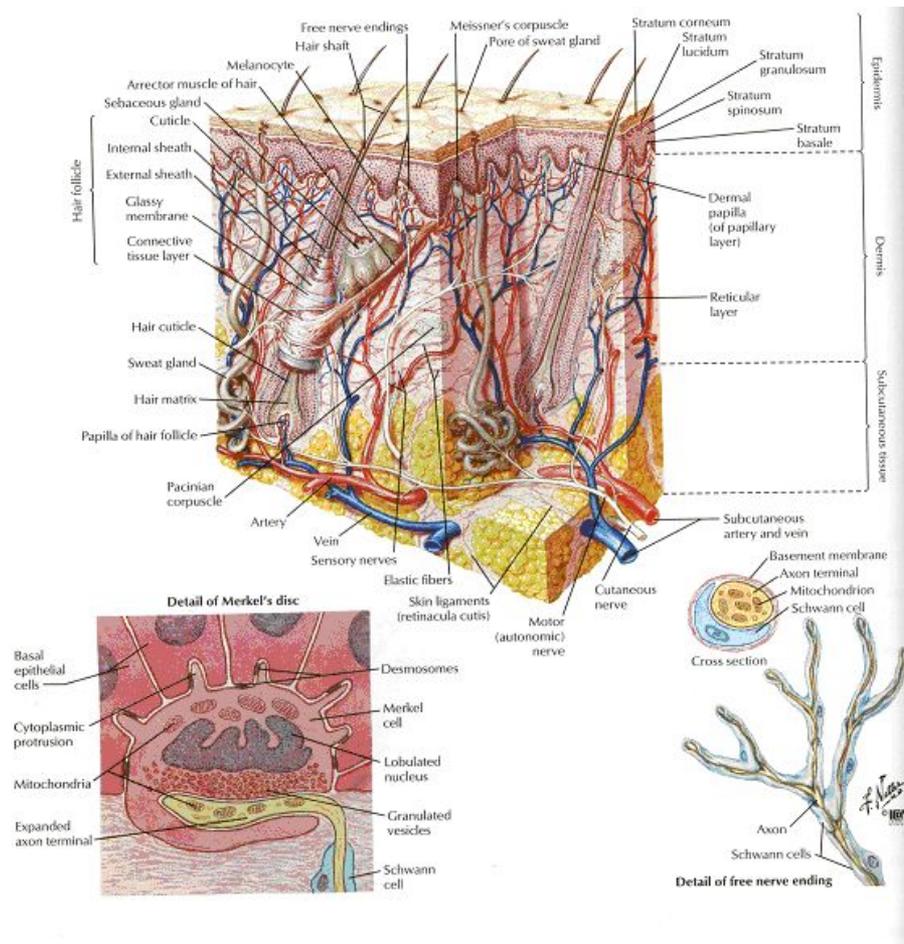
Корковый отдел в.а.

- 21-22 поля по Бродману- избирательно реагирующие на повороты тела в 3-х перпендикулярных плоскостях.
- Психофизика в.а. строится на поддержание равновесия, выполнение целенаправленного движения в условиях гравитации. Действие в.а. влияет на соматическую мускулатуру и внутренние органы через вегетативную нервную систему вызывая укачивание.

Кожный анализаторы – совокупность органов чувств с рецепторами, кожных нервов с центральными проводящими путями и участками постцентральной извилины коры обеспечивающие анализ раздражителей и синтез соответствующего кожного ощущения

- Периферический отдел-разнообразные рецепторы расположенные в разных участках и слоях кожной поверхности
- Проводниковый – состоит из периферических нервов, афферентных путей и переключающих ядер. Лемнискового и спиноталамического путей.
- Кортикальный анализатор-расположен в постцентральной извилине, где в соматосенсорных зонах SI и SII заканчиваются таламо-кортикальные пути противоположной половины спинного мозга.
- Психофизика кожного ощущения: осязание, восприятие тепла, холода, боли, зуда.

Кожный анализаторы – совокупность органов чувства с рецепторами, кожных нервов с центральными проводящими путями и участками постцентральной извилины коры обеспечивающие анализ раздражителей и синтез соответствующего кожного ощущения



А Безволосая кожа

Б Оволосенная кожа

Роговой
слой

Эпидермис

Кориум

Подкожная
клетчатка

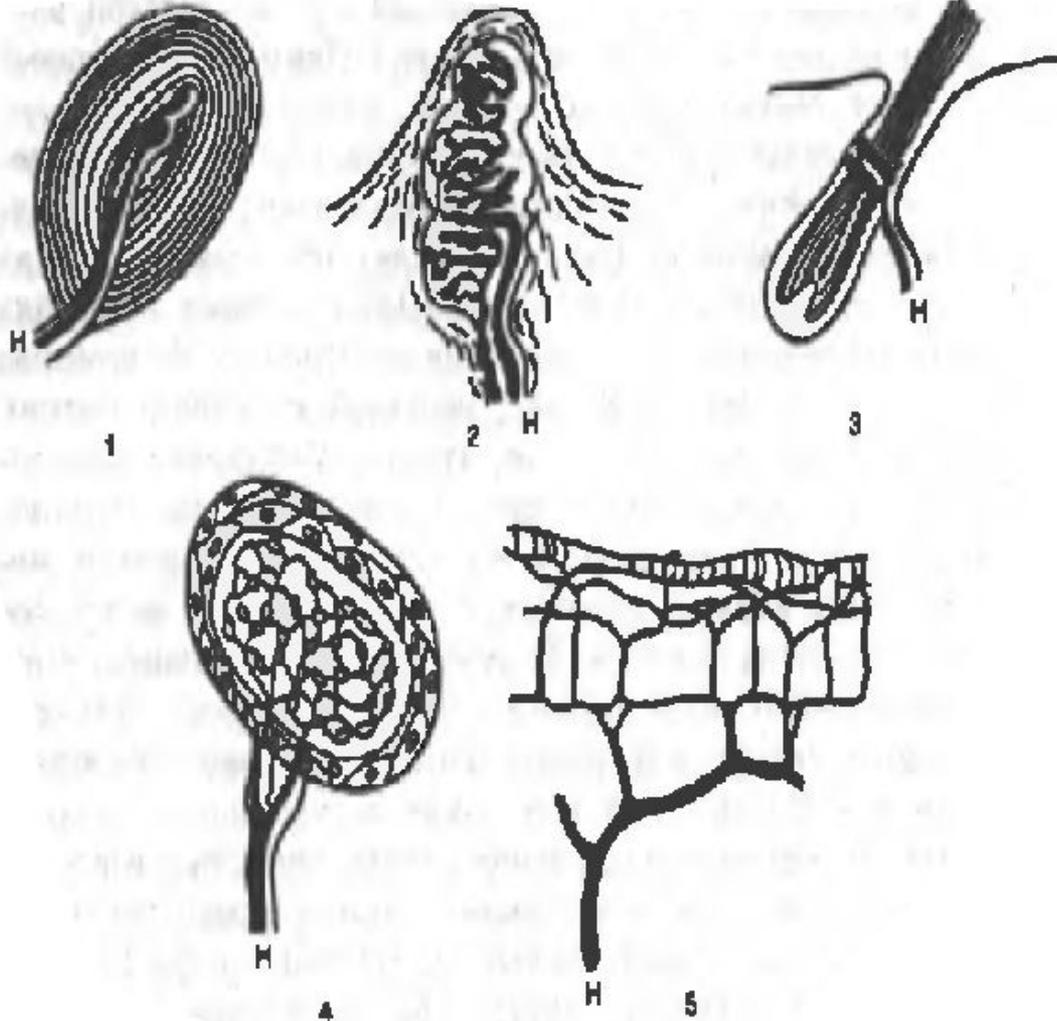


Периферический отдел к.а.

- Разнообразные рецепторы расположенные в различных участках и слоях кожной поверхности



Рецепторы кожи



- 1 тельце Паччини
- 2 тельце Мейснера
- 3 рецептор волосяного фолликула
- 4 колба Краузе
- 5 сплетения в роговой оболочке

Таблица 6.1. Характеристики рецепторов кожи и проприоцепторов

Рецептор	Место	Стимул	Ощущение	Фон	Адаптация
Тельца Пачини	Кожа, сухожилия, слизистые оболочки	Ускорение смещения	Прикосновение, вибрация 250–300 Гц	Нет	Быстрая
Тельца Мейснера	Кожа, слизистые оболочки	Скорость смещения	Прикосновение, вибрация 30–40 Гц	Небольшая 5 имп./с	
Тельца Гольджи	Кожа, слизистые оболочки, связки, суставы	Скорость смещения, положение	Прикосновение, давление, сокращение	Небольшая	Медленная
Тельца Меркеля	Кожа, слизистые оболочки		Прикосновение, давление		
Аппарат волосяного мешочка	Волосистая часть кожи	Скорость смещения	Прикосновение, вибрация 35 Гц	Нет	Быстрая
Голые окончания	Кожа, слизистые оболочки, суставы	Терморепцепция	Тепло, холод, покалывание, боль	Небольшая	Медленная
Мышечные веретена	Мышцы	Растяжение	Движение, положение	Высокая	

на кончиках пальцев и губах. Ощущение легкого прикосновения возникает при механическом раздражении особых нервных сплетений основания волоса — волосяных фолликулов. Повреждение эпидермиса сопровождается нарушениями ощущения. Абсолютная тактильная чувствительность колеблется от 50 мг до 10 г в различных частях кожи и появляется при вдавливании кожи на ладони на 0,01 мм. Пространственные пороги одновременного пространственного различения сильно отличаются в различных участках: от 0,5 мм на слизистой языка до 65 мм на коже спины и связаны с размерами рецептивных полей — от 0,5 мм² до 3 см² соответственно.

Рецепторная поверхность кожи

1,4-2,1 м²

- Прикосновение
- Давление
- Вибрация
- Тепло-холод
- Боль

*Тактильная
чувствительность*

Абсолютный порог от 50мг до 10г

Рецептивные поля – от 0,5мм² до 3 см²

Терморецепторы кожи

- Холодовые рецепторы – *колбочки Краузе* - свободные нервные окончания в базальном (ростковом) слое эпидермиса.
- *Играют важную роль в защите организма от переохлаждения.*

Терморепцепторы кожи

- Тепловые рецепторы – *тельца Руффини* – свободные нервные окончания в сосочковом слое дермы.
- Холодовых рецепторов больше, чем тепловых

Терморепцепторы кожи

- Холодовой диапазон –
от 10 до 41⁰С
- Тепловой диапазон –
от 20 до 50⁰С

Глубокая тактильная и проприо- цептивная чувствительность

рецепторы

Тельца Мейснера
и Паччини,
проприорецепторы

Сп.мозг

Пучки Голля
и Бурдаха

Прод.мозг

Ядра Голля
и Бурдаха

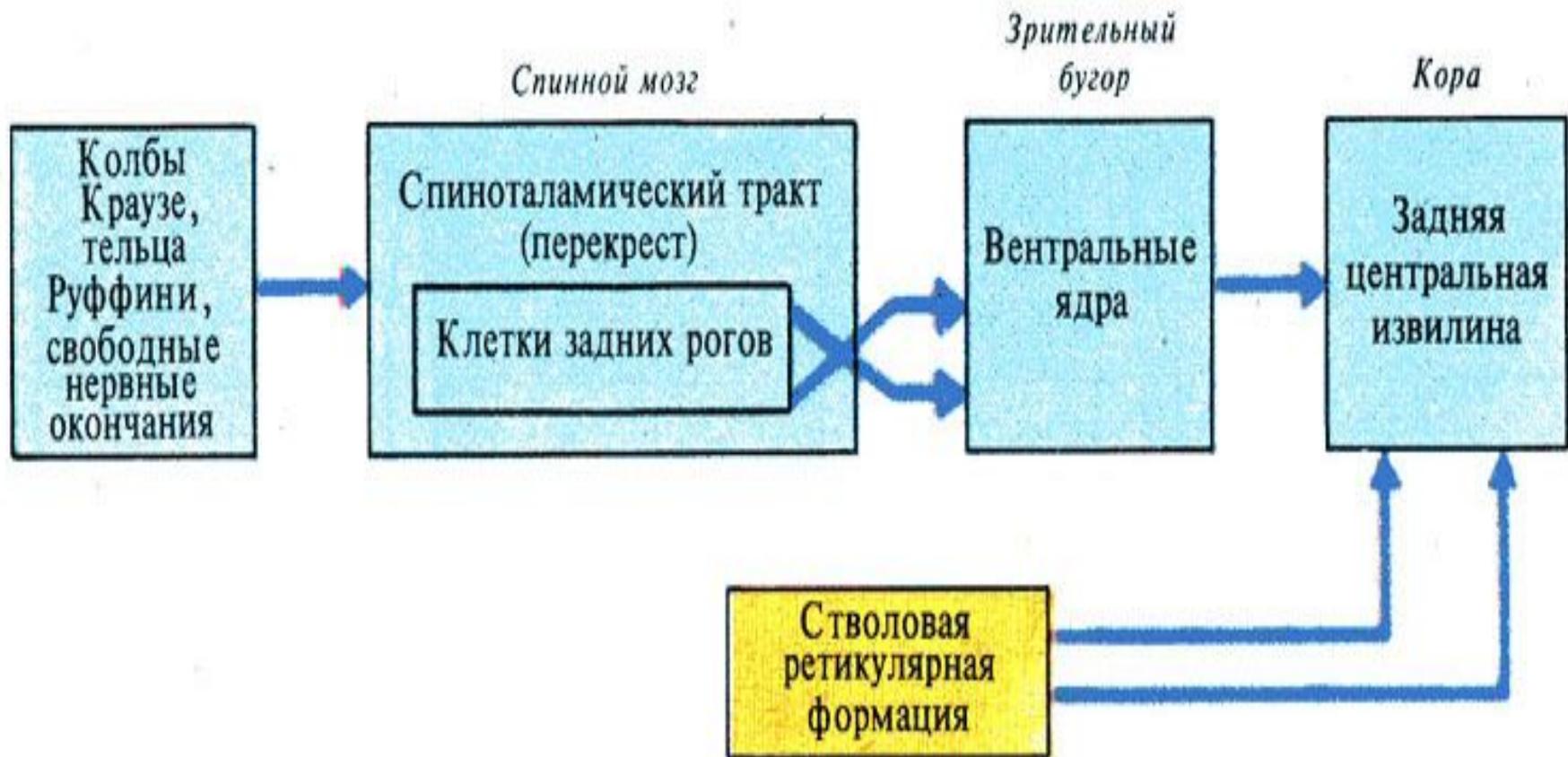
Кора б.п.

Задняя
центральная
извилина

таламус

Вентральные
ядра

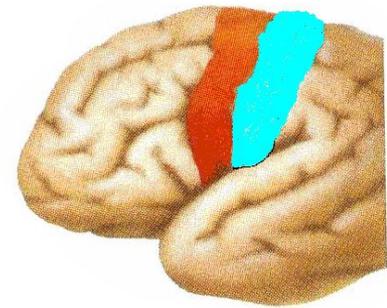
перекрест



Проводниковый отдел к.а.

- Состоит из периферических нервов, содержащих волокна А и С, афферентных путей и переключающих ядер.
- Основные пути: лемнисковый и спиноталамический.

Корковый анализатор



- Корковый анализатор-расположены в постцентральной извилине, где в соматосенсорных зонах SI и SII заканчиваются таламо-кортикальные пути противоположной половины спинного мозга.
- Психофизика кожного ощущения: осязание, восприятие тепла, холода, боли, зуда.

Обонятельный анализатор

- Совокупность органа чувств –носа- с рецепторами, чувствительного нерва с обонятельным трактом и участка коры, обеспечивающих анализ раздражителя и синтез ощущения обонятельного образа

Обонятельная луковица

Обонятельный нерв

Обонятельные
клетки

Нос

Верхняя
губа

Внутренняя
полость
носа

Твердое
небо

Слизистый
слой

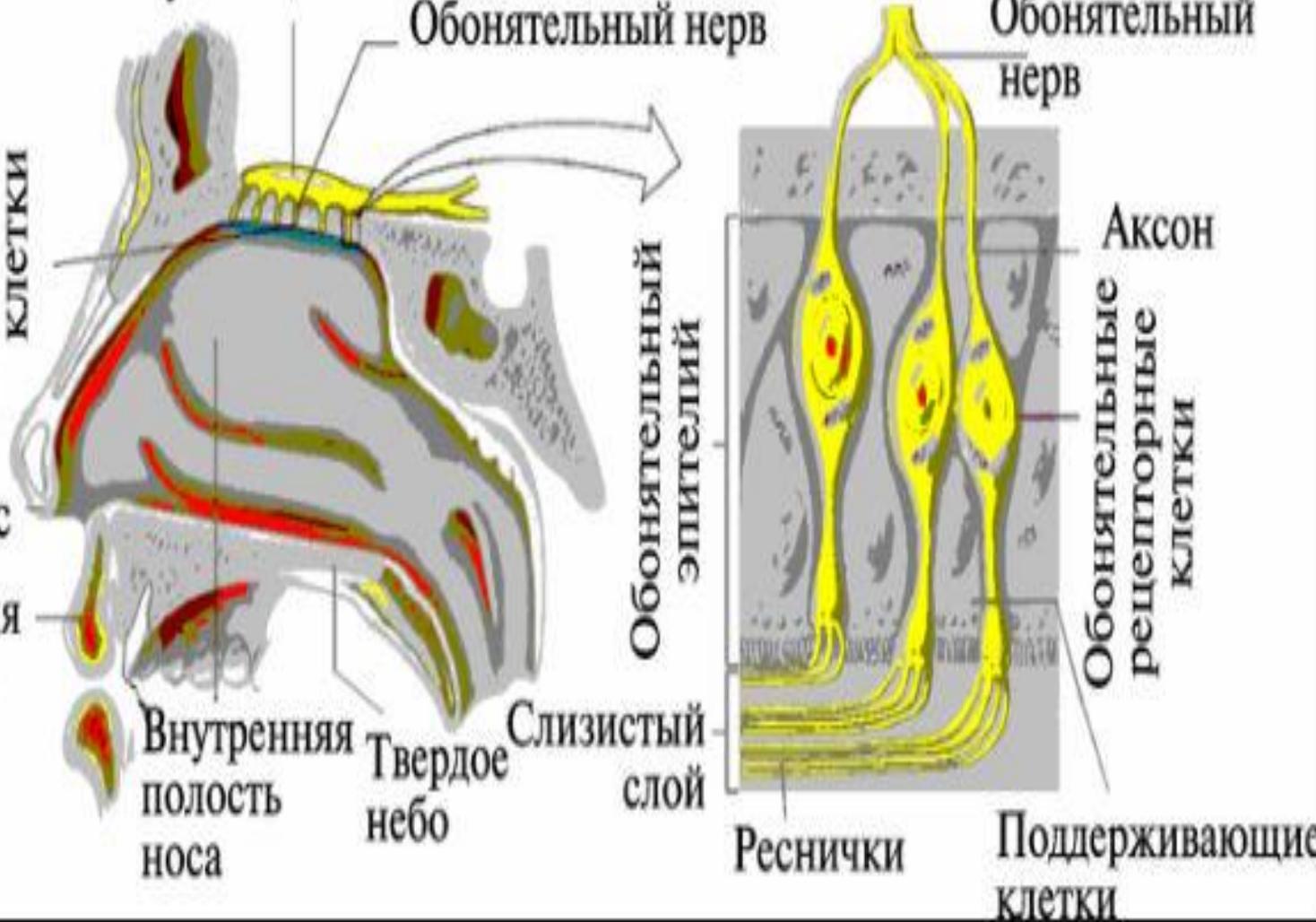
Обонятельный
эпителий

Обонятельный
нерв

Аксон
Обонятельные
рецепторные
клетки

Реснички

Поддерживающие
клетки



Периферический отдел о.а.

- Рецепторы обонятельной области в верхней носовой раковине

Проводниковый отдел о.а.

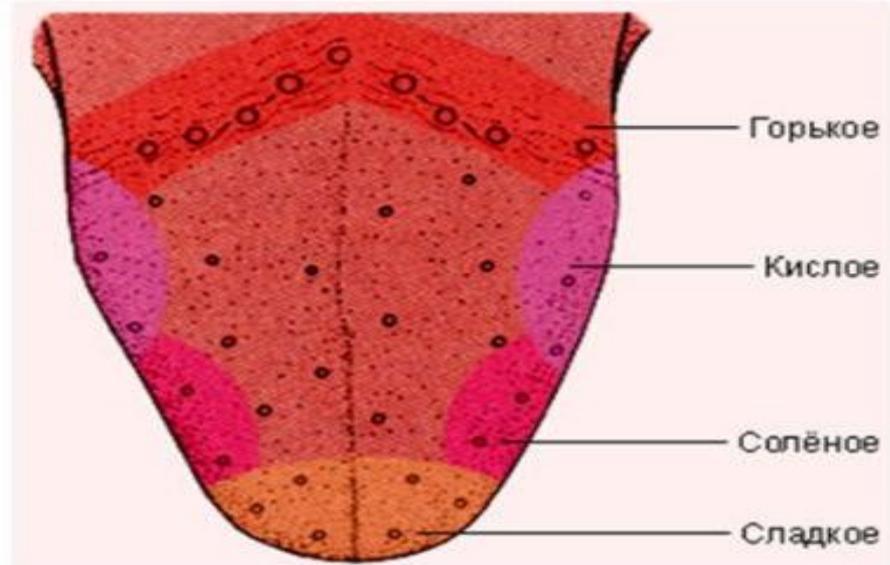
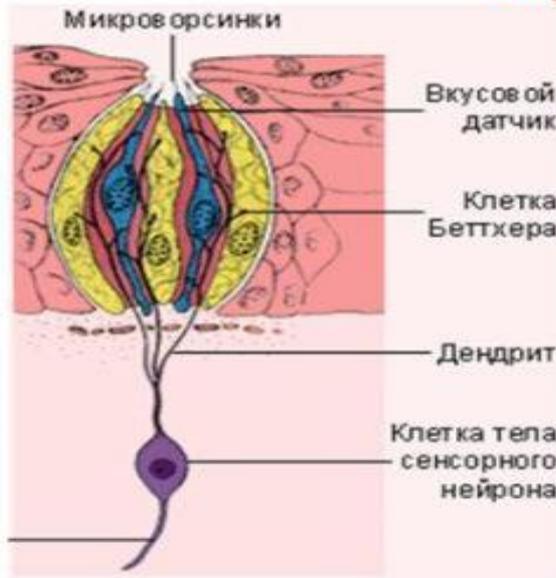
- Состоит из аксонов биполярных клеток, направляющихся в составе обонятельного нерва в обонятельную луковицу (первичный центральный анализатор содержит нейроны второго порядка митральные клетки на которые конвергируют импульсы от 100 волокон)

Корковый отдел о.а.

- В префронтальной и орбитофронтальной коре, куда направляются аксоны митральных клеток, составляющие латеральный обонятельный тракт связанный с гипоталамусом, ретикулярной формацией, миндалиной и др. структурами лимбической системы.
- Психофизика восприятия запахов-индентификация веществ. Выделяют запахи: камфарный, цветочный, мускусный, мятный, эфирный, едкий гнилостный.

Вкусовой анализатор представляет совокупность органа чувств-языка-с рецепторами, чувствительного нерва с промежуточными ядрами и участка коры, обеспечивающих анализ раздражителя и синтез ощущений вкусового образа

Вкусовой анализатор



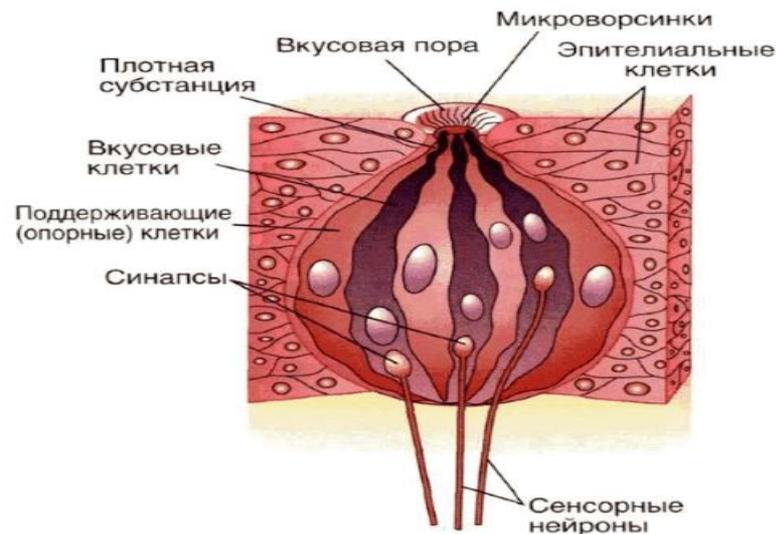
С каждой рецепторной клеткой контактируют с помощью синапсов до 30 волокон.

Рецепторы на сладкое расположены на кончике языка, на горькое – у корня, на кислое и соленое – по бокам языка.

Центральные отделы вкусового анализатора – на внутренней поверхности височных и лобных долей.

Периферический отдел в.а.

- Вкусовые рецепторы, образующие с базальными и вкусовыми клетками вкусовую почку



Проводниковый отдел в.а.

- Вкусовая почка-тактильными и болевыми, температурными волокнами входят в состав языкоглоточного и лицевого нерва-продолговатый мозг(в ядрах солитарного тракта образуют синапсы с 2 нейронами)-перекрест – вентральные ядра таламуса

Корковый отдел в.а.

- Постцентральной извилина в области проекции языка поступают импульсы от таламических ядер. (волокна не перекрещиваются с волокнами идущими с противоположной стороны)

Проводниковый отдел к.а.

- Состоит из периферических нервов, содержащих волокна А и С, афферентных путей и переключающих ядер.
- Основные пути: лемнисковый и спиноталамический.