

КАЗАХСКАЯ АКАДЕМИЯ СПОРТА И
ТУРИЗМА
КАФЕДРА АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ

Лекции по возрастной физиологии

ТЕМА ЛЕКЦИИ:

**«Возрастное развитие сенсорной
системы»**

АЛМАТЫ 2017

- **Цель лекции:** Ознакомиться с физиологией сенсорных систем. Изучить возрастные особенности сенсорных систем.
- **План лекции:** Особенности развития зрительного анализатора. Особенности развития слухового и вестибулярного анализаторов. Особенности развития осязательного анализатора. Возрастные особенности анализаторов.

Анализатором, или сенсорной системой, называют часть нервной системы, состоящую из специализированных воспринимающих раздражение клеток – рецепторов, а также нервных клеток и связывающих их нервных волокон.

Согласно представлению И.П.Павлова, все сенсорные системы построены по общему принципу и каждая из них имеет три отдела: периферический, проводниковый, центральный (корковый) отделы.

Основная часть **периферического отдела** является рецептор, назначение которого – это восприятие и первичный анализ раздражителей (изменений внешней и внутренней среды организма).

Основные свойства рецепторов:

- Очень высокая возбудимость. Например, для возбуждения фоторецептора сетчатки достаточно одного кванта света, для обонятельного рецептора – одной молекулы пахучего вещества;
- Адаптация рецепторов – это как правило, уменьшение их возбудимости при длительном действии раздражителя.

Проводниковый отдел представляет собой совокупность всех нервных элементов, по которым проходит сигнал от рецептора до коры большого мозга. Такими нервными элементами являются афферентные (периферические) и промежуточные нейроны спинного мозга, стволовых и подкорковых структур ЦНС. Проводниковый отдел обеспечивает проведение «возбуждения» от рецепторов до коры большого мозга. В нем происходит частичная переработка информации, при этом важную роль играет взаимодействие «возбуждений» различных сенсорных систем. Проведение «возбуждения» по проводниковому отделу осуществляется двумя афферентными путями – специфическими и неспецифическими.

- Специфический (проекционный) путь – это от рецептора по строго обозначенным специфическим путям с переключением на различных уровнях ЦНС: на уровне спинного и продолговатого мозга, в зрительных буграх и в соответствующей проекционной зоне и коры большого мозга (сенсорной области).
- Неспецифический путь формируется ретикулярной формацией (получает информацию от всех органов чувств, внутренних и других органов, оценивает ее, фильтрует и передает в лимбическую систему и кору большого мозга).

Согласно И.П.Павлову, в **КОРКОВОМ ОТДЕЛЕ** сенсорной системы выделяют две зоны – первичную, в которую поступают импульсы от рецепторов одного вида (зрительные, слуховые – от моносенсорных рецепторов к моносенсорным нейронам), их активация сопровождается ощущениями одной модальности (свет, звук), и вторичную, которая расположена в непосредственной близости от первичной. Нейроны вторичной зоны преимущественно бисенсорные: они возбуждаются при действии двух раздражителей. Например, нейроны вторичных зон зрительной и слуховой систем реагируют на свет и на звук.

На уровне коркового отдела осуществляются высший анализ и синтез афферентных возбуждений, обеспечивающих полное представление об окружающей среде.

- Анализ заключается в том, что с помощью возникающих ощущений организм различает действующие раздражители (свет, звук и т.д. – вид раздражителя, качественная характеристика) и определяют силу (количественная характеристика), время и место – пространство, на которое действует раздражитель (его локализацию: источник звука, света, запаха) – тонкие характеристики отдельных раздражителей и их свойств (например, высота звука, сила и др.).

- **Синтез** заключается в **восприятии** и формировании ответной реакции (избавление от раздражителя, стремление к нему и т.п.).

Восприятие – это формирование образа объекта или явления, действующих на органы чувств. При этом возможны два варианта. Первый вариант восприятия – узнавание объекта, явление в целом совокупности отдельных характеристик раздражителя. **Узнавание** достигается с помощью сличения поступающей в данный момент информации об объекте, явлении со следами памяти, с помощью которой закодирован образ. Без сличения ощущений со следами памяти узнавание невозможно. Известны случаи, когда у слепых от рождения зрение появлялось в подростковом возрасте. В описании одного из таких случаев сообщается, что девушка, обретшая зрение лишь в 16 лет, не могла с помощью зрения узнать предметы, которыми она многократно пользовалась ранее. Но стоило ей взять в руки какой-то из этих предметов, как она с радостью называла его.

Формирование образа объекта и явление, встретившихся впервые – это второй вариант восприятия. В данном случае формируется новый образ благодаря взаимодействию нескольких сенсорных систем. Но и при этом сличение поступающей информации со следами памяти о других подобных объектах или явлениях. Поступившая в виде нервных импульсов информация кодируется с помощью механизмов в долговременной памяти, поэтому при повторном наблюдении этого объекта или явления организм их узнает.

Выделяют следующие анализаторы: зрительный, слуховой, вестибулярный, вкусовой, обонятельный, хемосенсорный, соматосенсорный, двигательный, висцеральный.

Однако в реальной действительности анализаторов значительно больше. В частности чувство осязания включает ощущение прикосновения, чувство давления, вибрации, мышечное чувство, температурное чувство, щекотки. Есть ощущение положения тела в пространстве, голода, жажды, полового влечения (либидо), боли. Таким образом, сенсорных систем в реальной действительности значительно больше, чем принято считать. Существует несколько классификаций сенсорных систем по разным признакам. Предлагаем выделить четыре основных группы сенсорных систем по их роли (значению) в жизнедеятельности организма:

- *Сенсорные системы внешней среды*, которые воспринимают и анализируют изменения окружающей среды (зрительная, слуховая, тактильная, температурная, обонятельная и вкусовая системы);

- **Сенсорные системы внутренней среды**, которые воспринимают и анализируют изменения внутренней среды организма, показателей деятельности различных органов;
- **Сенсорные системы положения тела**, которые воспринимают и анализируют изменения положения тела в пространстве и частей тела относительно друг друга. Эти системы играют важную роль в регуляции мышечного тонуса и поддержании с его помощью естественной позы, в координации движений. К данным системам следует отнести вестибулярную и проприоцептивную.
- **Сенсорная система боли** выделяют, учитывают ее особую роль – информирование о повреждающих действиях на организм и патологических процессах. Она включает две части: сенсорную, формирующую болевые ощущения, и обезболивающую, угнетающую неприятные ощущения.

Несмотря на разное строение и выполняемую функцию, они имеют общие принципы строения:

- **Многослойность** обусловлена наличием нескольких слоев нервных клеток, первый из которых связан с рецепторами, а последний – с клетками коры. Между собой слои связаны проводящими путями. Такое строение дает возможность специализации различных слоев на переработку отдельных видов информации.
- **Многоканальность** означает наличие в каждом из слоев нервных элементов, связанных со множеством элементов следующего слоя. Наличие множества каналов обеспечивает надежность и точность анализа получаемой информации.
- **Наличие сенсорных воронок** (т.е. неодинаковое число элементов) в соседних слоях. Пример расширяющейся воронки: число нейронов в зрительной коре в несколько раз больше, чем в подкорке или на выходе сетчатки. Пример суживающейся воронки: число палочек и колбочек в сетчатке в десятки раз больше, чем в ганглиозных клетках. Физиологический смысл суживающихся воронок заключается в уменьшении информации, передаваемой в мозг, а расширяющихся – в обеспечении более подробного и сложного анализа сигналов.

- ***Дифференциация анализаторов*** по вертикали и горизонтали. Дифференциация анализаторов по вертикали заключается в образовании отделов: различают периферический, проводниковый и корковый отделы. Дифференциация по горизонтали заключается в различных свойствах рецепторов, нейронов и связей между ними в пределах каждого слоя.
- ***Принцип двойственной проекции*** заключается в наличии первичных и вторичных проекционных зон, которые окружены ассоциативными нейронами. Этот принцип связан с многоканальностью.
- ***Принцип обратной связи*** обусловлен наличием в сенсорных системах восходящих и нисходящих путей.
- ***Принцип фильтрации информации*** определяет поступление в кору лишь наиболее важной информации.

Анализаторы выполняют следующие функции:

- **обнаружение сигналов;**
- **различение сигналов;**
- **передача и преобразование сигналов;**
- **кодирование поступающей информации;**
- **детектирование признаков сигналов;**
- **опознание образов.**

По характеру взаимодействия раздражителей рецепторы делят на экстеро-, интеро- и проприорецепторы.

Наиболее удобна классификация рецепторов в зависимости от модальности воспринимаемых ими раздражителей:

- **Механорецепторы** приспособлены к восприятию механического стимула. Они делятся на рецепторы кожи, сердечнососудистой системы, внутренних органов, опорно-двигательного аппарата и акустической системы. Механорецепторы представляют периферические отделы соматосенсорного, мышечного, слухового и вестибулярного анализаторов.
- **Терморецепторы** воспринимают температурные раздражители. Они объединяют терморецепторы кожи и внутренних органов, а также центральные терморецепторы. Терморецепторы делятся на холодовые и тепловые.
- **Хеморецепторы** образуют периферические отделы обонятельного и вкусового анализаторов, а также входят в состав висцерального анализатора.
- **Фоторецепторы** воспринимают световую энергию и образуют периферическую часть зрительного анализатора.
- **Болевые, или ноцицептивные,** рецепторы воспринимают болевые раздражения, но наряду со специализированными окончаниями болевые стимулы могут восприниматься и другими рецепторными клетками.

Совокупность рецепторов, импульсы от которых поступают на данный нейрон, называют его рецептивным полем. Их можно рассматривать в макро- и микроаспектах организации. *Макрорецептивное поле* представляет собой чувствительную поверхность, где располагаются окончания всех афферентных волокон первого порядка какой-то одной сенсорной системы. *Микрорецептивные поля*, или просто периферические рецептивные поля, связаны как с одиночными нервными волокнами, так и отдельными нейронами в восходящих афферентных системах.

Рецептивные и проекционные поля часто перекрываются. Часть рецепторов, входящих в рецептивное поле данного нейрона, входит и в рецептивное поле соседней клетки, а часть нейронов, входящих в проекционное поле какого-либо рецептора, может входить и в проекционное поле соседнего рецептора. Такое сложное взаимодействие клеток приводит к образованию в анализаторе нервной сети, что повышает его чувствительность к слабым сигналам.

Из повседневного опыта, подкрепленного данными точных экспериментов, хорошо известно, что при длительном воздействии различных видов стимулов (светового, температурного, звукового и др.) ощущение постепенно уменьшается. Это явление, чрезвычайно характерное для различных сенсорных систем, носит название адаптация.

Адаптация анализаторов – это приспособление всех звеньев анализатора к длительно действующему раздражителю. Адаптация проявляется в снижении абсолютной чувствительности анализатора и в повышении его дифференциальной чувствительности к сходным раздражителям. Субъективно адаптация выражается в привыкании к действию постоянного раздражителя (прокуренное помещение, яркий свет, давление одежды).

Рассмотрим зрительную сенсорную систему.

Система зрения – это совокупность структур, обеспечивающих восприятие света (электромагнитных волн длиной 390-760 нм). Человек получает с ее помощью 80-90% осознаваемой информации об окружающем мире.

Человек относится к числу так называемых фронтальных млекопитающих, т.е. животных, у которых глаза расположены во фронтальной плоскости. Вследствие этого зрительные поля обоих глаз перекрываются. Это перекрытие зрительных полей является очень важным эволюционным приобретением, позволившим человеку выполнять точные манипуляции руками под контролем зрения, а также обеспечившим точность и глубину видения (бинокулярное зрение). Благодаря бинокулярному зрению появилась возможность совмещать образы объекта, возникающие в сетчатке обоих глаз, что резко улучшило восприятие глубины изображения, его пространственных признаков.

Зрительное восприятие – сложный многоступенчатый акт, который начинается формированием изображения на сетчатке и заканчивается возникновением зрительного образа в структурах головного мозга.

Зрительная система состоит из:

- **периферического отдела, в который входит глаз с его основными аппаратами – оптическим, глазодвигательным и сетчаточным. Этот отдел состоит из трех уровней: сетчатка глаза, зрительные нервы, область хиазмы (неполный перекрест зрительных нервов);**
- **подкоркового отдела, куда относят наружное коленчатое тело , верхние бугры четверохолмия и некоторые другие образования (4-ый уровень зрительной системы);**
- **зрительной коры (5 и 6 уровни зрительной системы).**

Все уровни зрительной системы соединены друг с другом проводящими путями.

Периферическим отделом зрительного анализатора является глазное яблоко. У детей оно имеет шаровидную форму, у взрослых немного вытянутую в длину. Глазное яблоко у новорожденного большое: диаметр – 17,5 мм, масса – 2,3 г. Зрительная ось проходит латеральнее, чем у взрослого. Растет глазное яблоко быстрее всего на первом году жизни, к 5 годам масса его увеличивается на 70 %, к 20 годам — в 3 раза. Глазное яблоко имеет ядро и три оболочки: наружную – фиброзную, среднюю – сосудистую и внутреннюю – сетчатку.

Ядро состоит из стекловидного тела, хрусталика и водянистой влаги. Эти образования также являются преломляющими средами глаза.

Хрусталик представляет собой плотное тело в виде двояковыпуклой линзы. Край хрусталика называется экватором. Хрусталик не имеет сосудов и нервов, прозрачный и покрыт сверху капсулой. Спереди он соприкасается с радужкой, а сзади вдаётся в стекловидное тело. Укрепляется хрусталик ресничным пояском, при сокращении или расслаблении ресничного тела натяжение пояска изменяется и хрусталик изменяет свою форму. Это способствует приспособлению глаза к ясному видению и называется аккомодацией. Аккомодацией называют приспособление глаза к ясному видению объектов, находящихся на различном расстоянии (аналог фокусировки в фотографии). Основная роль в аккомодации принадлежит хрусталику, способному изменять свою кривизну, а, следовательно, и преломляющую способность. Способность к аккомодации устанавливается к 10 годам.

Стекловидное тело заполняет пространство между сетчаткой и хрусталиком. Оно плотно прилегает к сетчатке и фиксирует хрусталик, состоит из прозрачного студенистого межклеточного вещества и не имеет сосудов.

Радужка имеет вид диска с отверстием посередине, стоящего позади прозрачной роговицы. Своим наружным краем она переходит в ресничное тело, а внутренним ограничивает зрачок. От количества и глубины залегания пигмента зависит ее окраска, которая бывает от светло-голубой до черной. Если пигмент полностью отсутствует (у альбиносов), то радужка имеет красноватый оттенок благодаря просвечивающимся кровеносным сосудам. У новорожденного радужка выпуклая спереди, пигмента в ней мало. К 2 годам ее толщина увеличивается и количество пигмента возрастает. Вокруг зрачка располагаются радиальные мышцы, расширяющие зрачок, и круговые мышцы, суживающие его. Таким образом, зрачок по функции является диафрагмой, регулирующей поступление света в глаз. После рождения диаметр зрачка составляет 2,0 мм, к 2 годам он достигает 2,5-3,5мм, т.е. размера взрослого человека. В возрасте 40-50 лет зрачок немного суживается.

Сетчатка прилежит к стекловидному телу и состоит из трех частей. Задняя часть получила название *зрительной*, в ней располагаются светочувствительные рецепторы глаза (фоторецепторы) – колбочки и палочки.

Зрительный нерв у новорожденного тонкий (0,8 мм) и короткий. К 20 годам диаметр его увеличивается вдвое. По выходе из глаза зрительный нерв делится на две половины. Внутренняя перекрещивается и вместе с наружной половиной зрительного нерва противоположной стороны направляется к латеральному коленчатому телу, где расположен следующий нейрон, заканчивающийся на клетках зрительной зоны коры в затылочной доле полушария. Часть волокон зрительного тракта направляется к клеткам ядер верхнего двуххолмия пластинки крыши среднего мозга. Эти ядра, так же как и ядра латеральных коленчатых тел, представляют собой первичные зрительные центры. От ядер верхнего двуххолмия начинается тектоспинальный путь, за счет которого осуществляются рефлекторные ориентировочные рефлексы, связанные со зрением. Ядра верхнего двуххолмия также имеют связи с парасимпатическим ядром глазодвигательного нерва, расположенным под дном водопровода мозга. От него начинаются волокна, входящие в состав глазодвигательного нерва, которые иннервируют сфинктер зрачка, обеспечивающий сужение зрачка при ярком свете (зрачковый рефлекс), и ресничную мышцу, осуществляющую аккомодацию глаза. Центральным отделом зрительного анализатора является затылочная доля коры полушарий переднего мозга.

Механизм образования зрительного образа.

Зрительный анализатор поставляет наибольшее количество информации в организм человека. Видимым светом называются волны длиной от 300 до 800 нм. Человек воспринимает волны длиной 400-750 нм. Анализ зрительной информации начинается с фотохимических реакций в сетчатке и заканчивается в коре.

В палочках содержится пигмент родопсин (зрительный пурпур). Он представляет собой высокомолекулярное соединение, состоящее из ретиналя (альдегида витамина А) и белка опсина. При действии кванта света происходит фотохимическое превращение родопсина: ретиналь отщепляется от опсина и переходит в витамин А. При затемнении происходит обратный процесс. Родопсин по-разному чувствителен к лучам с различной длиной волны (больше всего к сине-зеленой части спектра). В колбочках находится пигмент йодопсин, структура которого близка к строению родопсина. Йодопсин поглощает в большей степени желтый свет.

Для возникновения зрительного ощущения источник света должен обладать энергией. Минимальное число квантов света, которое необходимо для возбуждения рецепторов глаза, колеблется от 8 до 47. Одна палочка может быть возбуждена 1 квантом света. Одиночные палочки и колбочки по световой чувствительности практически не различаются. Но число колбочек в центре в 100 раз меньше количества палочек в периферическом поле. Соответственно и чувствительность палочковой системы на два порядка выше колбочковой.

При переходе от темноты к свету наступает временное ослепление, но постепенно чувствительность глаза снижается (световая адаптация). При переходе от света к темноте происходит обратное явление: человек ничего не видит из-за пониженной возбудимости фоторецепторов. Постепенно их чувствительность повышается, и человек начинает видеть (темновая адаптация). Чувствительность к видению в темноте повышается неравномерно: в первые 10 минут – в 50-80 раз, а в течение часа – во много десятков тысяч раз. В это время происходит восстановление зрительных пигментов. Йодопсин колбочек в темноте восстанавливается быстрее родопсина, поэтому первая фаза адаптации связана с колбочками. Но этот период не вызывает больших изменений чувствительности, так как чувствительность колбочкового аппарата невелика. Следующий период связан с процессом восстановления родопсина, который происходит медленно и заканчивается к концу первого часа. Он сопровождается резким повышением чувствительности палочек к свету. Так как в темноте максимально чувствительны палочки, то слабоосвещенные предметы видны лишь в том случае, если они находятся не в центре поля зрения, а когда их изображения падают на периферию сетчатки. Кроме того, в темноте осуществляется пространственная суммация вследствие того, что к одной биполярной клетке подключается большое число фоторецепторов.

Для глаза характерна контрастная чувствительность, проявляющаяся во взаимном торможении нейронов. Например, серая полоска на светлом фоне кажется темнее такой же полоски бумаги, лежащей на темном фоне. Светлый тон возбуждает большую часть нейронов сетчатки, а они оказывают торможение на клетки, активируемые сигналами от рецепторов, на которые проецируется бумажная полоска. Поэтому бумажка на светлом фоне вызывает более слабое возбуждение и кажется темной. Наиболее сильное торможение обнаруживается между близко расположенными нейронами. Это так называемый локальный контраст, проявляющийся при восприятии двух поверхностей с разной освещенностью.

Слепящая яркость – неприятное ощущение ослепления. Чем больше адаптирован глаз к темноте, тем ниже граница, которая ослепляет. Например, водителя машины ослепляют фары, при чтении нельзя использовать открытый источник света – свет должен быть рассеянным.

Латентный период возникновения зрительного образа составляет 0,1 с. Но и исчезает ощущение не сразу после прекращения действия раздражителя: оно держится еще некоторое время (если в темноте водить угольком или свечкой, то наблюдается не точка, а сплошная линия). При вращении круга с черными и белыми секторами он кажется серым. Минимальная частота следования стимулов, при которой происходит слияние отдельных ощущений, называется *критической частотой слияния* (основа для кинематографии).

Ощущения, продолжающиеся после прекращения раздражения, называются *последовательными образами* (смотрим на лампу, закрываем глаза, еще некоторое время видим свет). Отрицательный последовательный образ – если долго смотреть на предмет и перевести взгляд на светлый фон, то имеет место негативное изображение. Объясняется это следующим: когда мы смотрим на освещенный предмет, активируются определенные участки нейронов, а при переводе взгляда на равномерно освещенный экран отраженный свет оказывает более сильное возбуждение на те клетки, которые не были возбуждены.

В процессе формирования зрительного образа роль движений глаза очень велика и определяется тем, что для получения зрительной информации необходимо движение изображения на сетчатке. Импульсы в зрительном нерве возникают на включение и выключение светового изображения. При непрерывном воздействии света на зрительные рецепторы импульсация в нерве быстро прекращается и зрительное ощущение исчезает (если источник света укреплен на роговице и движется вместе с глазом, то через 1-2 с глаз перестает видеть свет). Таким образом, было обнаружено, что глаз при рассматривании предмета производит неощущаемые человеком непрерывные скачки. Вследствие этого изображение на сетчатке непрерывно смещается с одной точки на другую, раздражая все новые и новые фоторецепторы и вызывая вновь импульсацию в ганглиозных клетках. Продолжительность каждого скачка равна сотым долям секунды. Длительность интервалов между скачками 0,2-0,5 с. Это продолжительность фиксации взора на рассматриваемом предмете. Чем сложнее предмет, тем сложнее кривая движения глаза. Кроме скачков глаз непрерывно мелко дрожит.

Оптическая система глаза.

На пути к сетчатке лучи света проходят через несколько прозрачных поверхностей: роговицу, хрусталик и стекловидное тело. Преломляющая сила оптической системы выражается в диоптриях. Одна диоптрия равна преломляющей силе линзы с фокусным расстоянием 100 см. Преломляющая сила глаза равна 59 дптр при рассматривании далеких предметов и 70 дптр при рассматривании близких предметов.

При *дальнозоркости (гиперметропии)* продольная ось глаза короткая и изображение остается за сетчаткой, а на ней – расплывчатое пятно. Для лучшего видения надо увеличить выпуклость хрусталика, для чего необходима двояковыпуклая линза. Такой вид дальнозоркости отличается от старческой механизмом возникновения.

Аномалией глаза является также и *астигматизм* – неодинаковое преломление лучей в разных направлениях. Это объясняется тем, что роговая оболочка глаза не является строго сферой и в разных направлениях преломляет неодинаково. Для коррекции зрения в данном случае необходимы фасеточные линзы.

Цветовое зрение.

Существует две теории цветоощущения. Согласно трехкомпонентной теории, в сетчатке существует три вида колбочек. В основе ее лежат работы М.В. Ломоносова, в дальнейшем дополненные Т. Юнгом и Г. Гельмгольцем. Колбочки отличаются наличием в них различных светочувствительных веществ: одно из них чувствительно к красному цвету, другое – к зеленому, третье – к фиолетовому. Любой цвет влияет на все три вида колбочек, но в разной степени. Эти возбуждения суммируются зрительными нейронами и, дойдя до коры, дают то или иное ощущение цвета. Согласно другой теории (теории К. Геринга), в колбочках сетчатки существуют три светочувствительных вещества: бело-черное, красно-зеленое, зелено-синее. Под действием света эти вещества распадаются и дают ощущение белого, красного или желтого цвета.

В настоящее время подтверждение получила трехкомпонентная теория цветового зрения. Установлено, что часть нейронов активизируется лучами любой длины, такие клетки названы доминаторами. В других же ганглиозных клетках (модуляторах) импульсы возникают лишь при освещении лучами определенной длины. Выяснено, что одни колбочки максимально поглощают красно-оранжевые лучи, другие – зеленые, третьи – синие. Трехкомпонентная теория также объясняет такие факты, как последовательные цветовые образы и цветовая слепота.

Последовательные цветовые образы возникают при длительном рассматривании окрашенных предметов, а затем фиксации взгляда на белом листе. В этом случае предмет окрашивается в дополнительные цвета. При длительном действии лучей определенной длины волны в колбочках расщепляется соответствующее светочувствительное вещество. Когда же на глаз действует белый цвет, входящие в его состав лучи той длины, которые ранее действовали на глаз, воспринимаются хуже, возникает ощущение дополнительного цвета.

Цветовая слепота, или дальтонизм, была открыта в XVIII в. физиком Дальтоном, который сам страдал этим заболеванием. Оно отмечается у 8 % мужчин и 0,5 % женщин. Это генное заболевание, связанное с отсутствием определенных генов в непарной X-хромосоме. Дальтоники определяют с помощью цветковых таблиц, так как цветовая слепота важна для людей некоторых профессий.

Существует три разновидности цветовой слепоты: протанопия – «краснослепые», человек не воспринимает красного цвета, сине-голубые лучи кажутся ему бесцветными; дейтеранопия – «зеленослепые», человек не отличает зеленого цвета от темно-красного и голубого; тританопия – человек не воспринимает лучи синего и фиолетового цвета (встречается редко).

Все эти аномалии хорошо объясняются трехкомпонентной теорией. Каждая из них является результатом отсутствия одного из трех цветовоспринимающих веществ, располагающихся в колбочках. Иногда имеет место и полная цветовая слепота, развивающаяся в результате повреждения всего колбочкового аппарата. При этом человек видит все предметы черно-белыми.

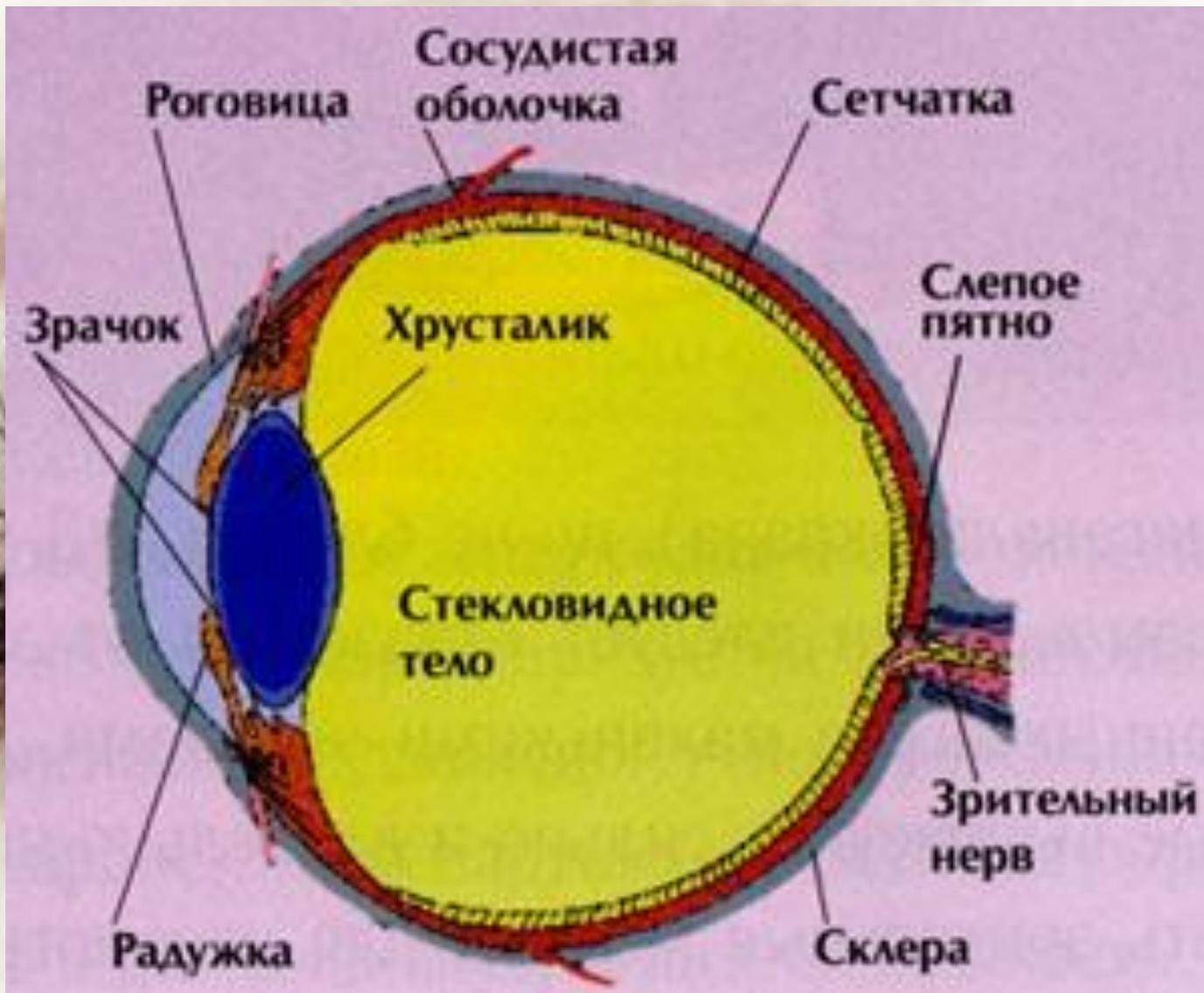
Зрение в онтогенезе.

Эмбриональное развитие зрительного анализатора начинается сравнительно рано – на 3-й неделе внутриутробного периода. К моменту рождения ребенка он в основном сформирован, однако совершенствование его заканчивается к 8-10 годам. Развитие сетчатки завершается к концу года. Зрительные нервные пути заканчивают формироваться к 3-4-му месяцу после рождения. Созревание и дифференцировка коркового отдела анализатора завершается лишь к 7 годам. В первые дни жизни новорожденного движения глаз не координированы, один глаз может двигаться независимо от другого. Новорожденные не могут фиксировать взгляд при рассматривании предметов. Эта способность формируется в возрасте от 5 дней до 3-5 месяцев (в конце первого месяца жизни она устойчива в течение 1-1,5 мин, а к трем месяцам – 7-10 мин) и совершенствуется в возрасте от 3 до 7 лет.

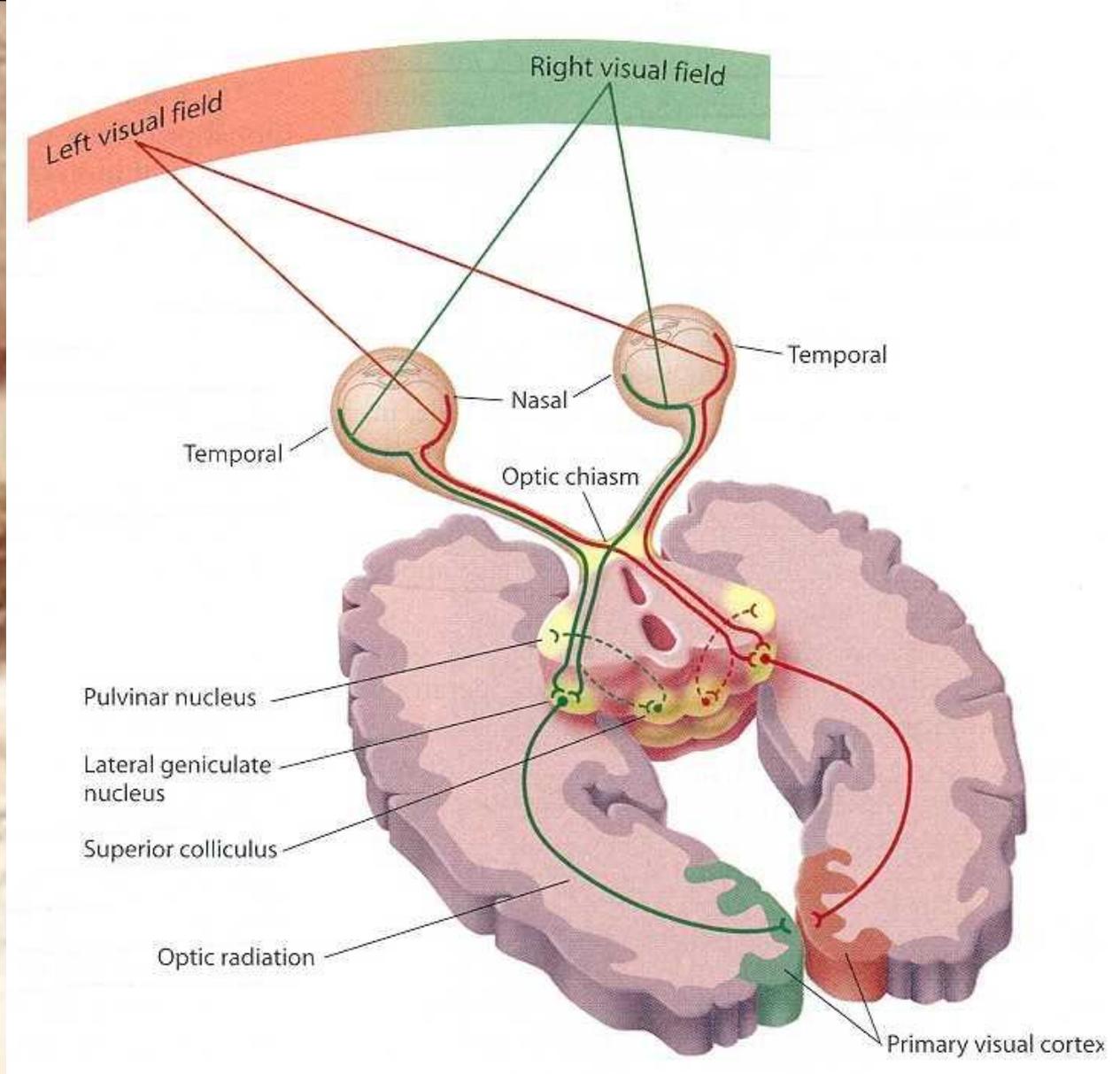
Изображение на сетчатке получается действительным, уменьшенным и обратным. То обстоятельство, что человек видит предметы не в перевернутом, а в естественном виде, объясняется жизненным опытом и взаимодействием анализаторов. Ребенок же в первые месяцы после рождения путает верх и низ предмета. Если показать ему горящую свечу, то он, чтобы схватить пламя, протянет руку к нижнему концу свечи.

Что касается цветового зрения, то дети начинают различать желтый, зеленый и красные цвета уже с 3-месячного возраста. Распознавание цветов в столь раннем возрасте обусловлено их яркостью, а не спектральной характеристикой глаза. Полностью различать цвета дети начинают с конца 3-го года жизни. В школьном возрасте цветовая чувствительность глаза повышается.

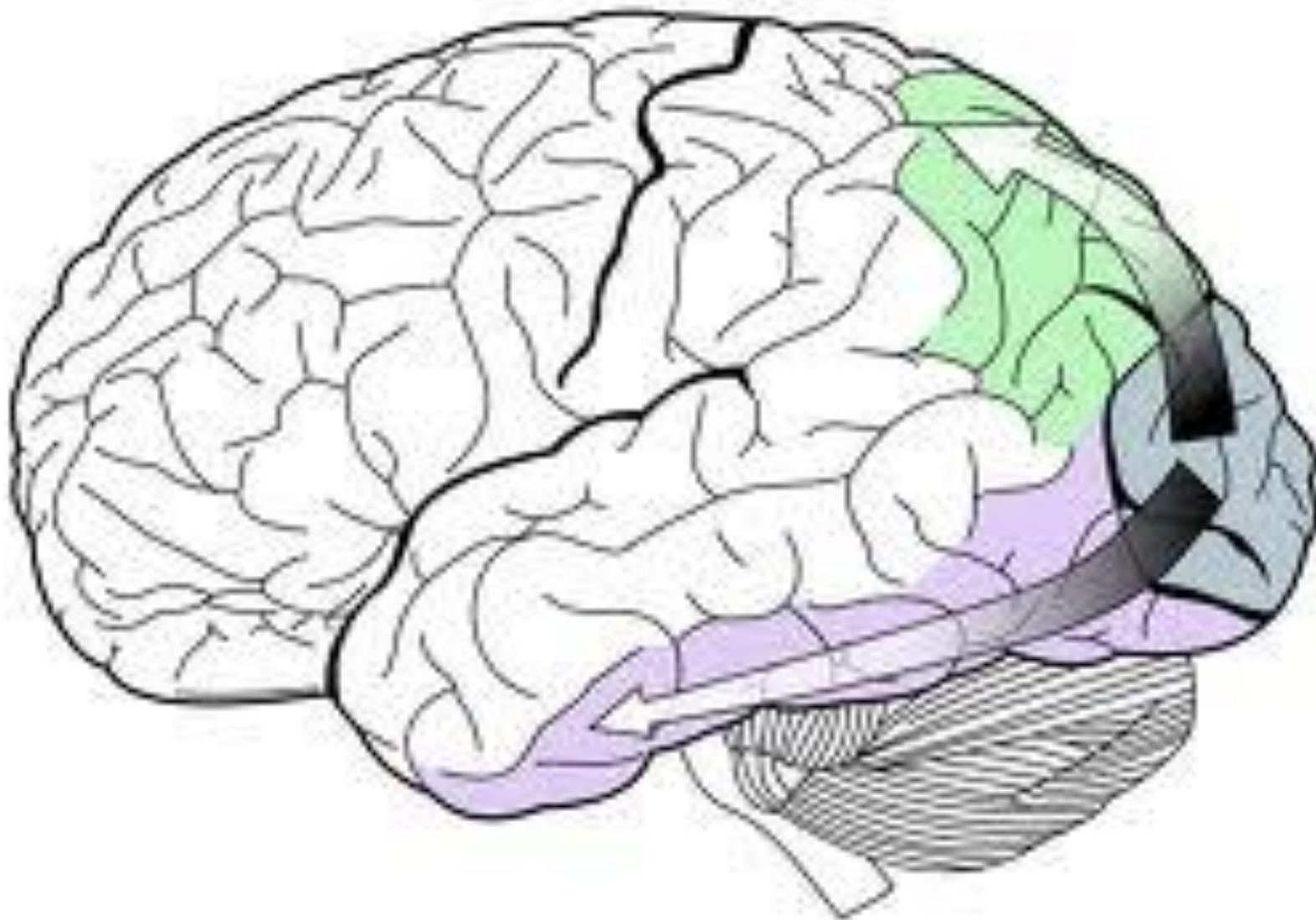
В 1,5-2 месяца появляются мигательные рефлекс при быстром приближении предмета. Зрительные условные рефлекс вырабатываются с первых месяцев жизни ребенка, однако чем меньше возраст ребенка, тем нужно большее число сочетаний условного зрительного сигнала и безусловного раздражителя для выработки устойчивого зрительного рефлекса.



Зрительная система



Зрительный анализатор



Зрительная кора

Рассмотрим слуховую сенсорную систему.

Чувство слуха – одно из главных в жизни человека. Эта сенсорная система воспринимает звук – механические колебания среды в диапазоне от 20 до 20000 Гц (диапазон 10-11 октав). Колебания ниже 20 Гц (инфразвуки) и выше 20000 Гц (ультразвуки) человеком не ощущаются.

Слуховая система или слуховой анализатор человека – совокупность нервных структур, воспринимающих и дифференцирующих звуковые раздражения и определяющих направление и степень удаленности источника звука, т.е. осуществляющих слуховую ориентировку в пространстве.

С помощью восприятия звуков слуховым анализатором человек ориентируется в окружающей среде, формирует соответствующие поведенческие реакции, например, оборонительные или пищеварительные. Слуховой анализатор является необходимым компонентом средств общения, познания, приспособления к окружающей среде. При полном исключении звукового раздражения в сурдокамере у слышащего человека через 6-7 дней могут развиваться расстройства психической деятельности, галлюцинации.

Звук, или звуковая волна – это чередующиеся разряжения и сгущение воздуха, распространяющиеся во все стороны от источника звука. А источником звука может быть любое колеблющееся тело. Звуковые колебания воспринимаются нашим органом слуха, который составляет периферический отдел слухового анализатора (наружное, среднее и внутренняя уха).

Воспринимаются следующие характеристики звука:

- **высота звука (частота звука)** – определяется частотой колебаний. Колебания в гармонической (синусоидальной) звуковой волне воспринимаются человеческим ухом как музыкальный тон. Колебания высокой частоты – это звуки высокого тона, колебания низкой частоты – звуки низкого тона. Звуки, издаваемые музыкальными инструментами, а также звуки человеческого голоса могут сильно различаться по высоте тона и по диапазону частот. Так, например, диапазон наиболее низкого мужского голоса (баса) составляет 80-400 Гц, а диапазон высокого женского голоса (сопрано) – 250-1050 Гц;

- **громкость звука** – определяется давлением на барабанную перепонку. Порог слышимости около – 10^{-10} атм, болевого порог – 10^{-4} атм. Единицей измерения громкости звука является бел (в практике обычно используется децибел – дБ, т.е. 0,1 бела). Ощущения громкости определяется взаимоотношением силы и высоты звука. Максимальная чувствительность слухового анализатора соответствует диапазону 1-3 тыс. Гц – «речевая зона»;
- **тембр звука** – зависит от спектра, т.е. от состава, дополнительных частот (обертонов), которые сопровождают основной тон. По тембру можно различить звуки одинаковой высоты и громкости, на чем основано узнавание людей по голосу.

Как и все анализаторные системы, звуковой анализатор имеет уровневое строение. Основные уровни организации:

- **рецептор (кортиева орган улитки);**
- **слуховой нерв (8 пара);**
- **ядра продолговатого мозга;**
- **мозжечок;**
- **средний мозг (нижние бугры четверохолмия);**
- **медиальное или внутренне коленчатое тело (МКТ, ВКТ);**
- **слуховое сияние (пути, идущие от МКТ в кору больших полушарий);**
- **первичное поле коры.**

Только из перечисления уровней слуховой системы уже видно, что она в отличие от зрительной системы характеризуется большим количеством звеньев. Это существенный факт, определяющий особенности работы слуховой системы.

Слуховая система очень древняя. Она сформировалась первоначально как система анализа вестибулярных раздражений, и только постепенно из нее выделилась специальная подсистема, занимающаяся анализом звуков (поэтому орган слуха и равновесия – парный). Однако принцип работы вестибулярной и слуховой систем в целом остался одним и тем же. Он основан на превращении механического колебания в нервный импульс путем воздействия эндолимфы на нервные окончания клеток, расположенных в лабиринте (часть внутреннего уха).

Механизм образования звука.

Кортиев орган, расположенный на основной мембране, содержит рецепторы, которые превращают механические колебания в электрические потенциалы, возбуждающие волокна слухового нерва. При действии звука основная мембрана начинает колебаться, волоски рецепторных клеток деформируются, что вызывает генерацию электрических потенциалов, которые через синапсы достигают волокон слухового нерва. Частота этих потенциалов соответствует частоте звуков, а амплитуда зависит от интенсивности звука.

В результате возникновения электрических потенциалов происходит возбуждение волокон слухового нерва, для которых характерна спонтанная активность даже в тишине (100 имп./с). При звуке частота импульсации в волокнах нарастает в течение всего времени действия раздражителя. Для каждого волокна нерва существует оптимальная частота звука, которая дает наибольшую частоту разрядов и минимальный порог реакции. Эта оптимальная частота определяется местом на основной мембране, где расположены рецепторы, связанные с данным волокном. Таким образом, для волокон слухового нерва характерна частотная избирательность, обусловленная возбуждением разных клеток спирального органа. При повреждении спирального органа у основания выпадают высокие тона, у вершины — низкие тона. Разрушение среднего завитка приводит к выпадению тонов средней частоты диапазона.

Существует два механизма различения высоты тона: пространственное и временное кодирование. Пространственное кодирование основано на неодинаковом расположении возбужденных рецепторных клеток на основной мембране. При низких и средних тонах осуществляется и временное кодирование. Информация в этом случае передается в определенные группы волокон слухового нерва, частота соответствует частоте воспринимаемых улиткой звуковых колебаний.

Для всех слуховых нейронов характерно наличие частотно-пороговых показателей. Эти показатели отражают зависимость порогового звука, необходимого для возбуждения клетки, от его частоты. В обе стороны от оптимальной частоты порог реакции нейрона возрастает, т. е. нейрон оказывается настроенным на звуки лишь определенной частоты.

Все это подтвердило гипотезу Г. Гельмгольца (1863) о механизме различения в кортиевом органе звуков по их высоте. Согласно этой гипотезе, поперечные волокна основной мембраны короткие в ее узкой части – у основания улитки и в 3-4 раза длиннее в ее широкой части – у вершины. Они настроены как струны музыкальных инструментов. Колебание отдельных групп волокон вызывает на соответствующих участках основной мембраны раздражение соответствующих рецепторных клеток. Эти предположения Г. Гельмгольца подтвердились и были частично модифицированы и развиты в работах американского физиолога Д. Бекеша (1968).

Сила звука кодируется числом возбужденных нейронов. При слабых раздражителях в реакцию вовлекается лишь небольшое число наиболее чувствительных нейронов, а при усилении звука возбуждается все больше дополнительных нейронов. Это связано с тем, что нейроны слухового анализатора резко отличаются друг от друга по порогу возбуждения. Порог различен у внутренних и наружных клеток (для внутренних клеток он значительно выше), поэтому в зависимости от силы звука изменяется соотношение числа возбужденных наружных и внутренних клеток.

Человек воспринимает звуки с частотой от 20 до 20000 Гц. Этот диапазон соответствует 10-11 октавам. Границы слуха зависят от возраста: чем человек старше, тем чаще он не слышит высоких тонов. Различение частоты звуков характеризуется той минимальной разницей по частоте двух звуков, которую человек улавливает. Человек способен заметить разницу в 1-2 Гц.

Абсолютная слуховая чувствительность – это минимальная сила звука, слышимого человеком в половине случаев его звучания. В области от 1000 до 4000 Гц слух человека обладает максимальной чувствительностью. В этой зоне лежат и речевые поля. Верхний предел слышимости возникает, когда увеличение силы звука неизменной частоты вызывает неприятное чувство давления и боли в ухе. Единицей громкости звука является бел. В быту обычно используют в качестве единицы громкости децибел, т.е. 0,1 бела. Максимальный уровень громкости, когда звук вызывает боль, равен 130-140 дБ над порогом слышимости.

Если на ухо долго действует тот или иной звук, то чувствительность слуха падает, т.е. наступает *адаптация*. Механизм адаптации связан с сокращением мышц, идущих к барабанной перепонке и стремени (при их сокращении изменяется интенсивность звуковой энергии, передающейся на улитку), и с нисходящим влиянием ретикулярной формации среднего мозга.

Слуховой анализатор обладает двумя симметричными половинами (бинауральный слух), т.е. для человека характерен пространственный слух – способность определять положение источника звука в пространстве. Острота такого слуха велика. Человек может определить расположение источника звука с точностью до 1°. Это связано с тем, что, если источник звука находится в стороне от средней линии головы, звуковая волна приходит на одно ухо раньше и с большей силой, чем на другое. Кроме того, на уровне задних холмов четверохолмия найдены нейроны, реагирующие лишь на определенное направление движения источника звука в пространстве.

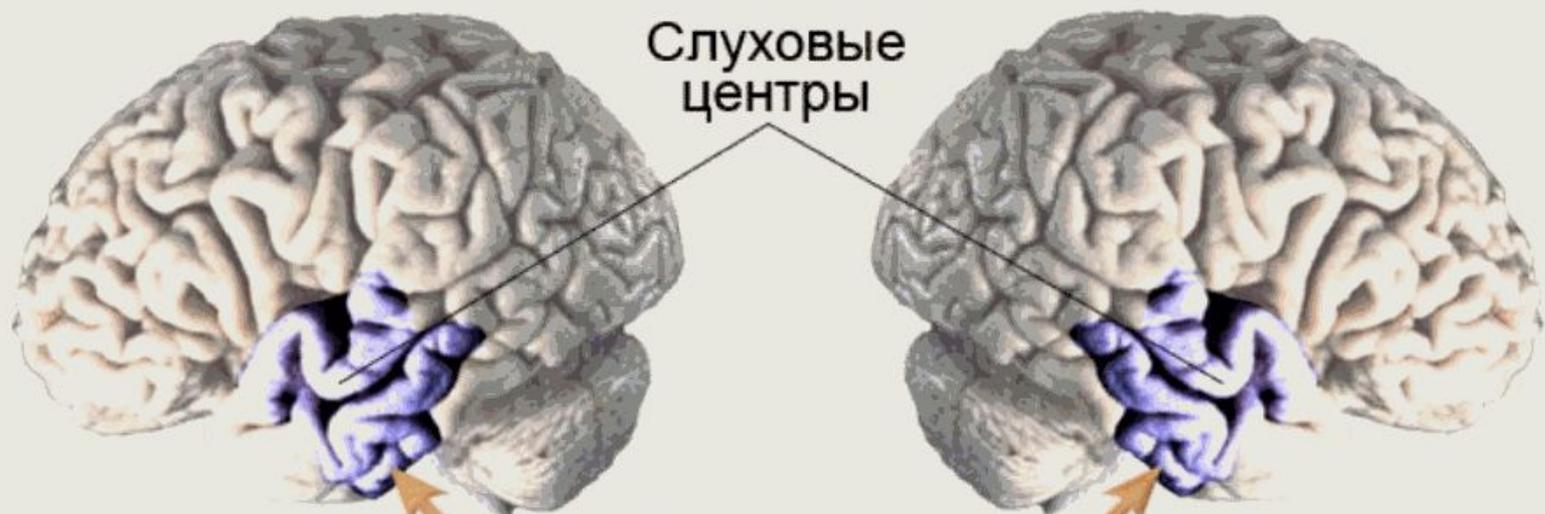
Слух в онтогенезе.

Несмотря на раннее развитие слухового анализатора, орган слуха у новорожденного еще не вполне сформирован. У него имеет место относительная глухота, которая связана с особенностями строения уха. Полость среднего уха у новорожденных заполнена амниотической жидкостью, что затрудняет колебание слуховых косточек. Амниотическая жидкость постепенно рассасывается, и в полость уха из носоглотки через евстахиеву трубу проникает воздух.

Новорожденный реагирует на громкие звуки вздрагиванием, прекращением плача, изменением дыхания. Вполне отчетливым слух у детей становится к концу 2-го-началу 3-го месяца. На 2-м месяце жизни ребенок дифференцирует качественно различные звуки, в 3-4 месяца различает высоту в пределах от 1 до 4 октав, в 4-5 месяцев звуки становятся условными раздражителями, хотя условные пищевые и оборонительные рефлексы на звуковые раздражители вырабатываются уже с 3-5-недельного возраста. К 1-2 годам дети дифференцируют звуки, разница между которыми составляет 1 тон, а к 4 годам – даже $3/4$ и $1/2$ тона.

Острота слуха определяется наименьшей силой звука, которая может вызвать звуковое ощущение (порог слышимости). У взрослого человека порог слышимости лежит в пределах 10-12 дБ, у детей 6-9 лет – 17-24 дБ, 10-12-лет – 14-19 дБ. Наибольшая острота звука достигается к среднему и старшему школьному возрасту. Низкие тоны дети воспринимают лучше, чем высокие. В развитии слуха у детей большое значение имеет общение со взрослыми. Развивает слух у детей слушание музыки, обучение игре на музыкальных инструментах.

Системы положения тела включают – вестибулярную и проприоцептивную системы. Их Вам придется самим изучать.



Слуховые
центры

Проводящие
пути



Рецепторы

Слуховой анализатор.

звуковые волны

ушная раковина

колебания звуковых волн

цепь маленьких костей

передача звука в мозг

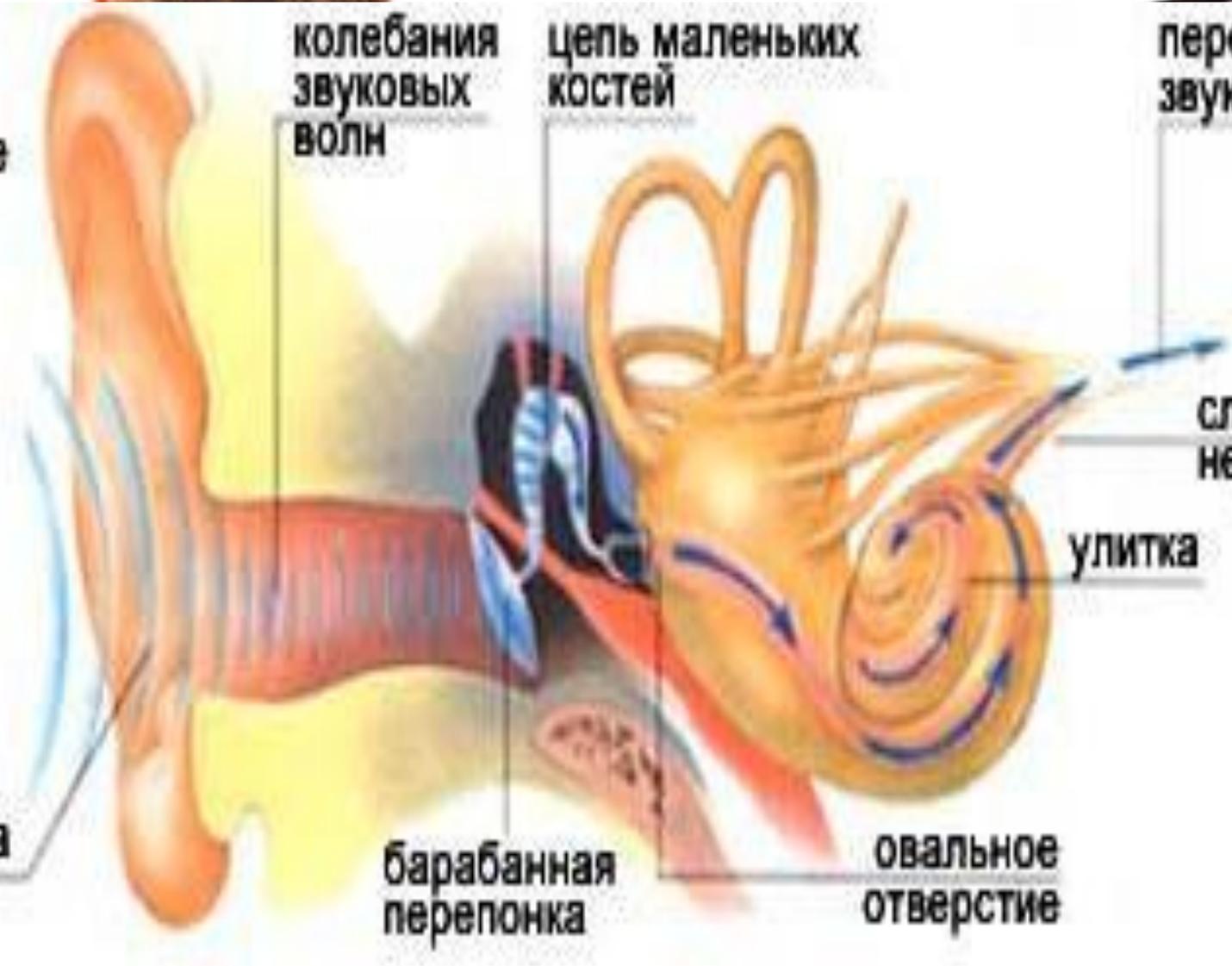
слуховой нерв

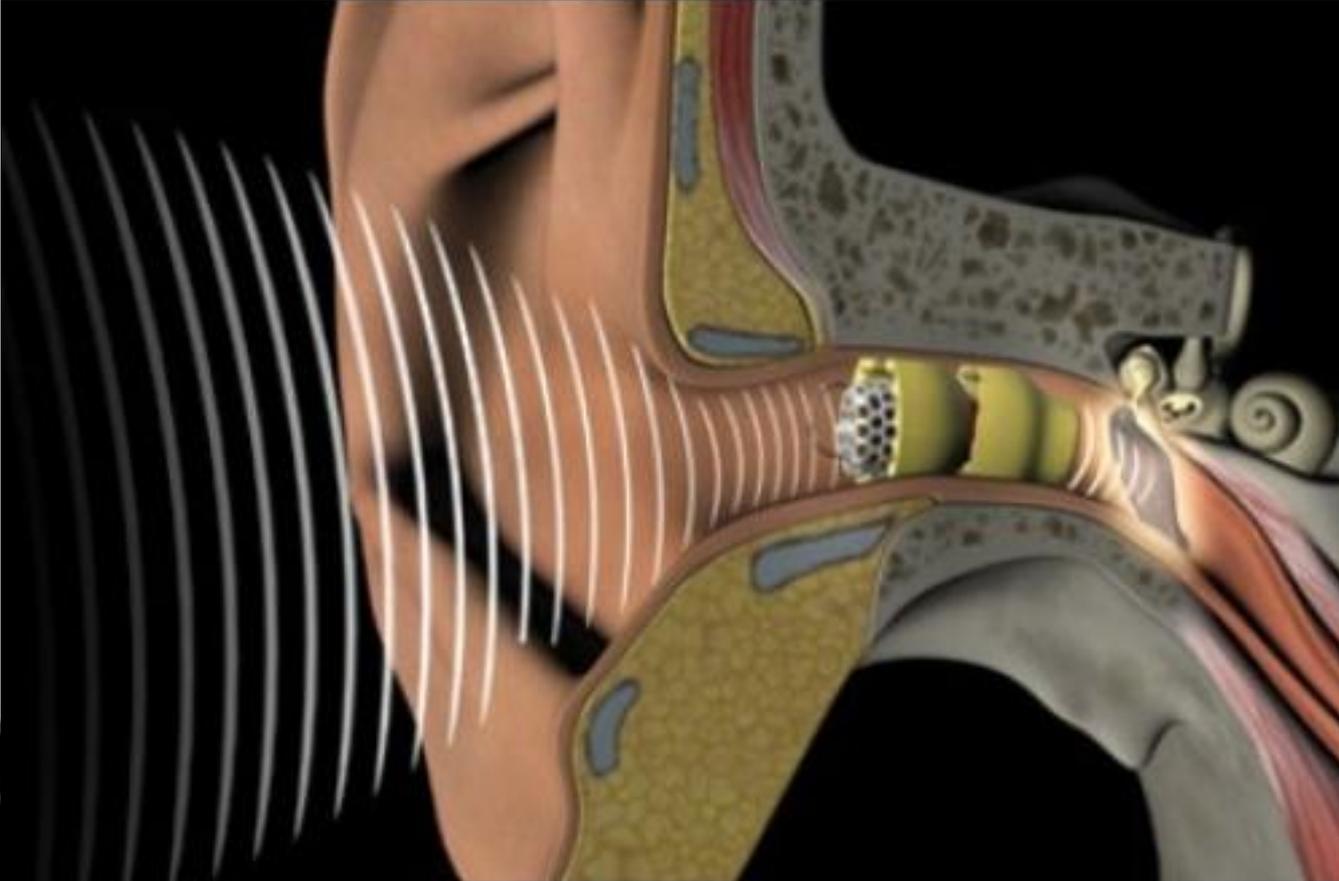
улитка

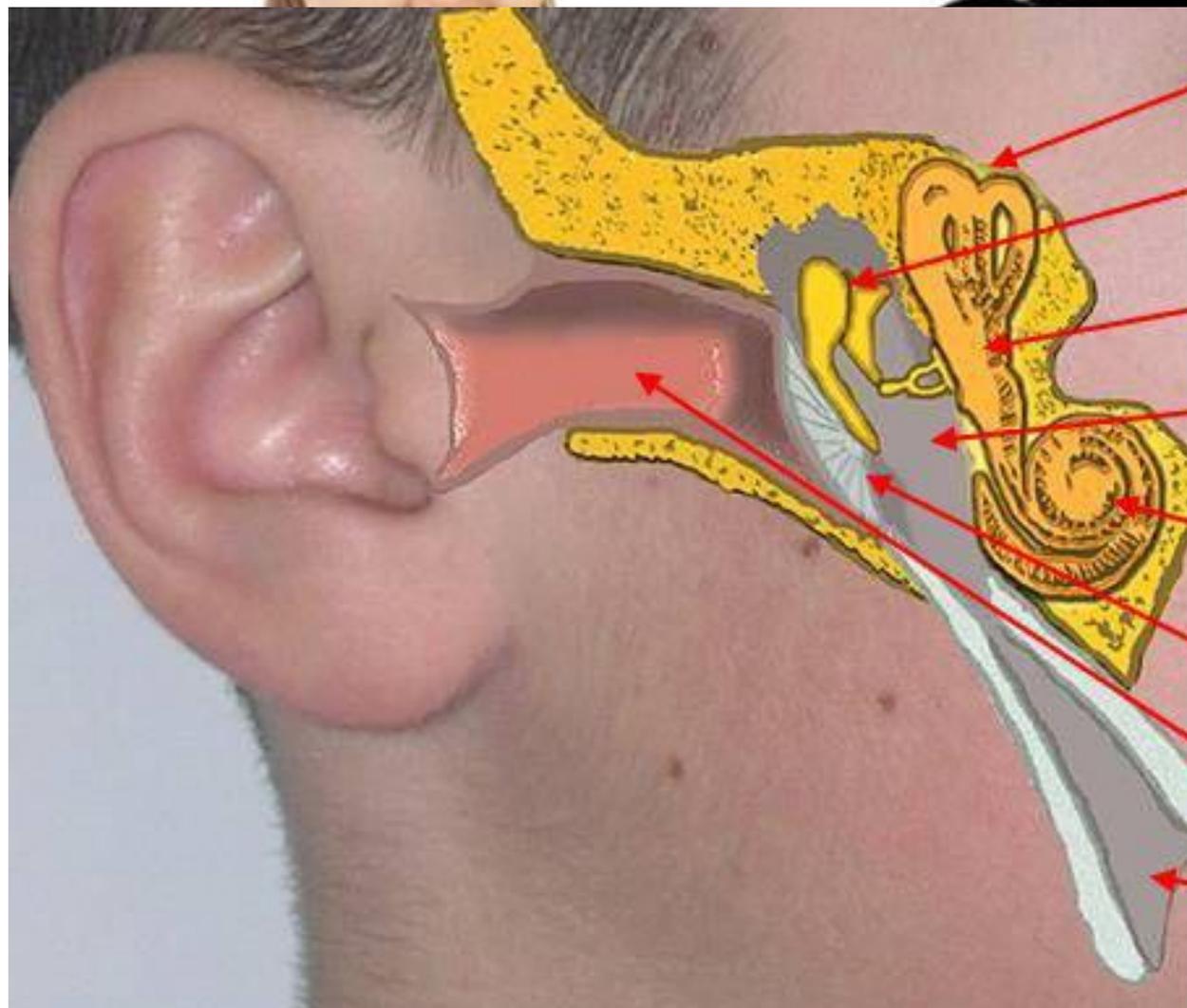
барабанная перепонка

овальное отверстие

Слуховой анализатор

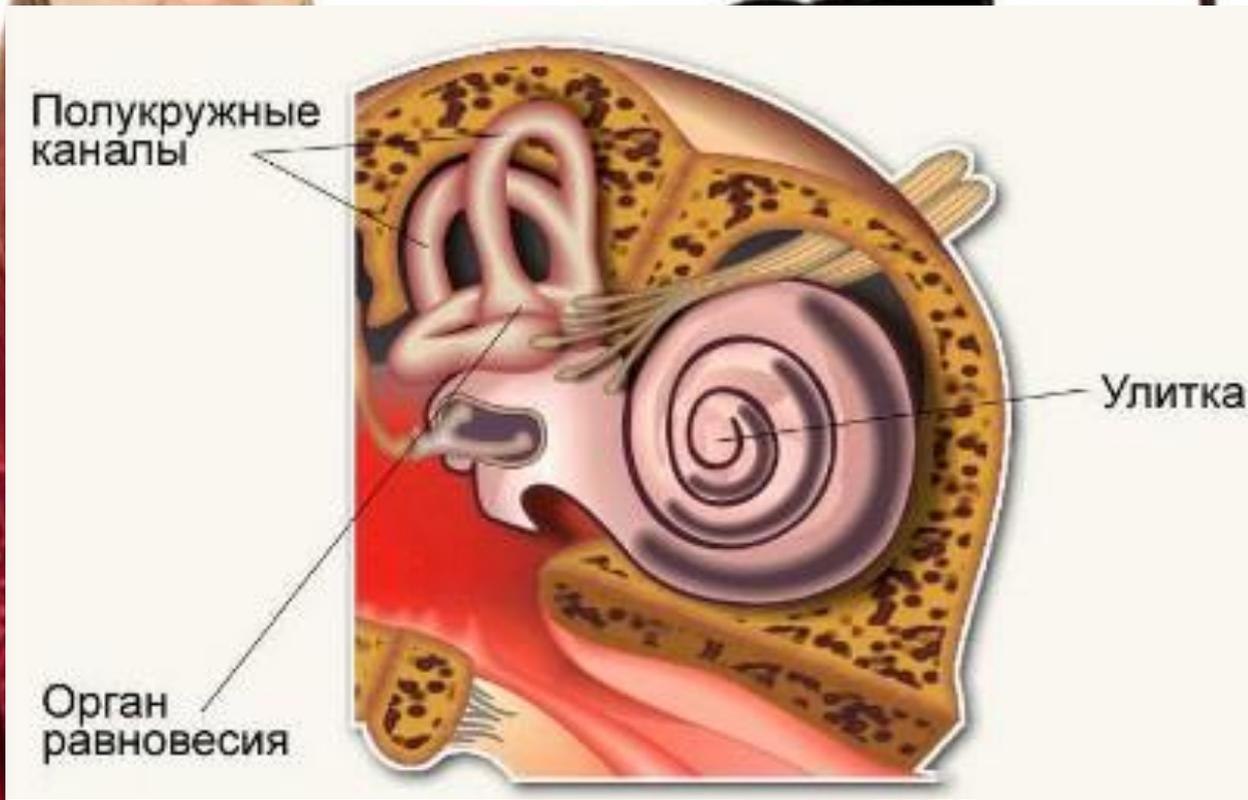






- Полукружные каналы
- Слуховые косточки
- Внутреннее ухо
- Барабанная полость
- Улитка
- Барабанная перепонка
- Наружный слуховой проход
- Слуховая (евстахиева) труба

Слуховой анализатор



Орган равновесия

Рассмотрим вкусовую и обонятельную сенсорные системы.

Вкус – ощущение сложное. Оно, как правило, возникает при восприятии пищи одновременно с запахом.

Ощущения от вкуса и запаха связаны с действием химических веществ на специальные чувствительные клетки органов вкуса и обоняния. Восприятие вкуса и различных запахов играет важную роль в жизни человека. Вкус и запахи дают ценную информацию о качестве пищи, окружающей среде, влияют на эмоциональное состояние человека и на его поведение.

Известно 13 типов хеморецепторов вкусовых клеток, чувствительны к различным веществам (натрий, калий, хлор, ионы водорода, аденозин, инозин и др.) активация этих рецепторов вызывает 4 типа первичных вкусовых ощущений – сладкого, горького, кислого и соленого.

Периферический отдел вкусового анализатора расположен в слизистой оболочке ротовой полости и представлен вкусовыми рецепторными клетками. Они собраны во вкусовые почки, находящиеся в сосочках на поверхности языка. Во вкусовую почку входят три вида клеток: *рецепторные, опорные и базальные*. Первые два вида клеток занимают всю длину вкусовой почки, выполняют рецепторную функцию и живут всего около 10 дней. Восстанавливаются они за счет митотического деления базальных клеток. Человек различает четыре основных вкуса (сладкий, соленый, горький, кислый) и несколько дополнительных (металлический, щелочной и др.). Рецепция возможна лишь при растворении веществ, проникновении их во вкусовую пору и достижении апикальной мембраны рецепторных клеток.

Проводниковый отдел вкусового анализатора представлен языкоглоточным, лицевым, блуждающим и тройничным нервами.

Механизм образования вкуса.

Вкус ощущается теми участками языка, где находятся сосочки, поэтому при действии каких-либо веществ на середину языка вкусовых ощущений не возникает. Имеется четыре вида вкусовых сосочков: нитевидные, грибовидные, желобоватые и листовидные, их верхние и боковые поверхности покрыты вкусовыми почками. Для того чтобы вещество могло подействовать на вкусовой рецептор, необходимо растворить его в жидкости. В обычных условиях таким растворителем является слюна. Если фильтровальной бумагой хорошо просушить язык и на высушенный участок положить кусочек сахара, то человек не будет ощущать сладкого вкуса до тех пор, пока сахар не будет смочен слюной.

Для восприятия вкусового ощущения важное значение имеет температура. Горячая и холодная пища понижает вкусовые ощущения. Горячий сладкий чай кажется совсем безвкусным, и только по мере остывания он становится все более сладким. Если взять в рот кусочек сахара и запить его холодной водой, то сладкого также почти не ощущается. Поэтому пробу вкусовых качеств пищи производят только при определенной температуре. Вкус пищи становится наиболее острым при температуре 24 °С. Именно при такой температуре специалисты оценивают вкусовые качества различных сортов вин и сыра.

Вкусовые рецепторы имеют большое значение в жизни человека. С их помощью происходит опробование пищи. При попадании в рот испорченных продуктов они рефлекторно удаляются изо рта выплевыванием, и наоборот, вкусные продукты вызывают ряд явлений, которые способствуют нормальному пищеварению.

Определение вкусовых порогов показало, что пороги вкусового раздражения для разных веществ различны. Так, горечь хинина обнаруживается при его разведении в миллион раз больше, чем разведение сахара до минимальной его концентрации, дающей ощущение сладкого. На примере кислого и горького вкуса выявлена такая закономерность: эффективность действия вещества тем больше, чем выше его молекулярная масса. Порог вкусовой чувствительности у человека зависит от физиологического состояния и может понижаться до полной «вкусовой слепоты». При изменении вкусовой чувствительности возможны две ее оценки: во-первых, возникновение неопределенного вкусового ощущения, отличающегося от вкуса дистиллированной воды, и, во-вторых, возникновение определенного вкусового ощущения.

При действии вкусовых веществ наблюдается адаптация, зависящая от концентрации вещества. Адаптация к сладкому и соленому развивается быстрее, чем к горькому и кислому. Обнаружена и перекрестная адаптация, т.е. изменение чувствительности к одному веществу при действии другого. Например, адаптация к горькому повышает чувствительность к кислому и соленому, адаптация к сладкому обостряет восприятие всех других вкусовых ощущений.

Для органа вкуса характерны следующие явления:

- **адаптация**, когда после соленого следующее блюдо кажется пресным;
- **последовательный контраст**: сладкое повышает чувствительность к кислому, соленое – к сладкому, а горечи обладают стимулирующим вкус действием;
- **слияние ощущений**, возникающее при наличии двух вкусовых веществ: кислое и сладкое создают специфический кисло-сладкий вкус некоторых сортов яблок;
- **компенсация**: соленое и кислое взаимно уничтожают друг друга.

Профессиональная тренировка обуславливает обострение всех видов вкуса, но у работников кондитерской фабрики значительно снижается чувствительность к сладкому, вероятно, в результате избыточного потребления сахара.

Мы уже знаем, что все вкусовые ощущения возникают в результате смешения четырех вкусов: кислого, горького, сладкого и соленого, а также их взаимодействия с тактильными, болевыми и обонятельными ощущениями. Этим объясняется такой вкус, как «едкий», связанный с раздражением болевых рецепторов полости рта, «острый», зависящий от примеси обонятельных ощущений, «кисловатый», возникающий при вяжущем действии дубильных веществ тактильной модальности.

Существует зависимость между строением вещества и его вкусом. Так, соленым вкусом обладают все соли, хотя с разным привкусом; кислым – все кислоты, неорганические и органические, имеющие свободные водородные ионы. Однако некоторые кислоты не подчиняются этому правилу: например, салициловая кислота сладкая, пикриновая – горькая. Сладкий же вкус имеют не только сахара, но и многие вещества разной химической природы, которые содержат или не содержат дульциногенные (создающие сладость) группы. Еще менее ясна химическая основа горького вкуса, который имеют основания, алкалоиды, амиды, сульфиды, йодистые соединения и другие вещества.

Вкус в онтогенезе.

Вкусовые луковицы созревают на 3-м месяце внутриутробной жизни. В поздние сроки внутриутробного развития плод реагирует мимическими движениями на вкусовые вещества. Это наблюдается у недоношенных детей. Новорожденные различают сладкое, соленое и горькое. Сладкие вещества вызывают сосательные движения, оказывают успокаивающее действие. На горькие и соленые вещества дети реагируют отрицательно: общим возбуждением, закрыванием глаз, искривлением рта, выпячиванием губ и языка. Порог вкусовой чувствительности у новорожденных значительно выше, чем у взрослых. Уже в 3-месячном возрасте наблюдается способность дифференцировать концентрацию вкусовых раздражителей.

Особенно хорошо вызываются у детей врожденные двигательные рефлексy при действии растворов, дающих ощущение сладкого и горького. Латентный период этих двигательных рефлексов через 1-3 дня после рождения – 2,3 с, к 9-10 годам он доходит до 0,3 с.

С первого месяца жизни условный сосательный рефлекс легче всего образуется на сладкие растворы, а с 1,5 месяца можно выработать условный мигательный рефлекс на воду. Уже в первые месяцы жизни у детей образуются дифференцировочные тормозные условные рефлексы на вкусовые раздражения. С 2 до 6 лет вкусовая чувствительность повышается, у школьников она мало отличается от таковой у взрослых, к старости уменьшается. С возрастом в нормальных гигиенических условиях вкус тренируется и улучшается. Нарушение питания и болезни понижают вкусовые ощущения у детей.

Система обоняния позволяет определять присутствие в воздухе пахучих веществ. Значение этой системы заключается в том, что она помогает организму избежать попадания вредных веществ благодаря его способности различать их, способствует ориентации организма в окружающей среде и процессу познания внешнего мира, оказывает влияние на деятельность желудочно-кишечного тракта. Известно более 100 первичных обонятельных ощущений, которые объединены в семь групп основных запахов:

- камфорный;
- мускусный;
- цветочный;
- мятный;
- эфирный;
- едкий;
- гнилостный.

По другой классификации запахов, различают шесть основных запахов: цветочный, гнилостный, фруктовый, горелый, пряный, смолистый.

Однако проблема классификации и механизма восприятия запахов на сегодня является еще не решенной.

Периферическим отделом этого анализатора является обонятельный нейроэпителий. Он имеет желтоватый цвет и занимает площадь 2,5-5 см² в верхней носовой раковине и на носовой перегородке. Срок жизни обонятельных рецепторов 60 дней, после чего они заменяются за счет деления клеток обонятельной выстилки. Закладка обонятельных клеток происходит на 11-й неделе внутриутробной жизни, и к 8-му месяцу они уже полностью сформированы. Рецепторы обоняния могут воспринимать раздражение сразу же после рождения. У новорожденных реакция на запах ослабевает быстрее, чем у взрослого, вследствие более быстрой адаптации обонятельных рецепторов. Начиная со 2-го месяца у ребенка можно выработать условный рефлекс на запах, но стойким он становится лишь к 4-му месяцу. В это же время можно выработать дифференцировку.

Проводниковый отдел обонятельного анализатора представлен обонятельным нервом, волокна которого проходят через отверстия решетчатой кости в полость черепа, где они заканчиваются на клетках обонятельной луковицы.

Центральный отдел обонятельного анализатора начинается в обонятельной луковице.

Высшим интегративным центром обонятельной системы является лобная область коры. Обонятельные центры имеют многочисленные связи с лимбической системой, ядрами тройничного, лицевого и подъязычного нервов продолговатого мозга, отчего возникают ответные реакции в виде гримас, отдергивания головы, покраснения кожи лица, слюноотделения. Обонятельные ощущения влияют на формирование влечений и определяют эмоциональное состояние и поведение человека.

Адаптация в обонятельном анализаторе происходит медленно (до 1 мин) и зависит от скорости потока воздуха и концентрации пахучего вещества. Обоняние – исключительно острое и тонкое чувство. Человек ощущает запах вещества при самом незначительном его содержании в воздухе, даже тогда, когда ни химический, ни спектральный анализ не может его обнаружить. Чувствительность обонятельного анализатора велика: первая обонятельная рецепторная клетка может быть возбуждена одной молекулой пахучего вещества. Если в 1 л воздуха содержится всего одна миллионная часть грамма эфира, человек уже ощущает его запах. Еще более чувствителен орган обоняния к запаху сероводорода, наличие которого в 1 л воздуха в количестве одной миллиардной грамма вызывает ощущение запаха. Запах мускуса ощущается при его концентрации в количестве одной десятиmillionной грамма в 1 л воздуха.

Каждый обонятельный рецептор отвечает не на один, а на многие пахучие вещества, однако отдает предпочтение некоторым из них, т.е. рецепторы обладают различной настройкой на разные группы веществ. На этом основано кодирование запахов и их опознание в центрах обонятельного анализатора.

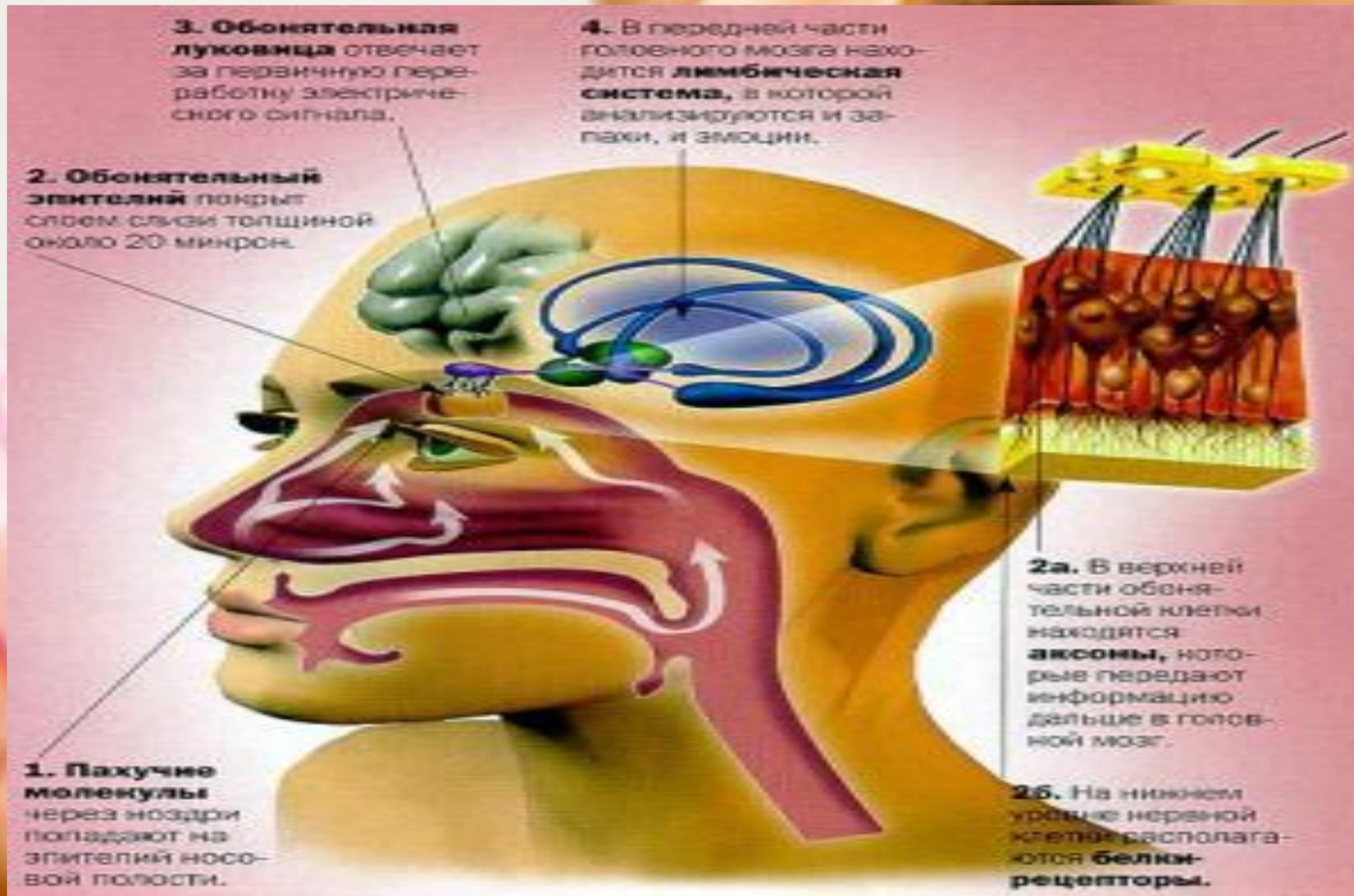
Нюхание одних пахучих веществ, таких как, например, ванилин, дает только ощущение запаха, многих других, кроме того, вызывает вкусовые, тактильные, температурные и даже болевые ощущения. Так, наряду с запахом хлороформа возникает ощущение сладкого, ментола – холода, формальдегида – «покалывания» в носу и т.д. Поэтому различают вещества чисто ольфактивные, сигналы о действии которых поступают по обонятельному нерву, и вещества смешанного действия, раздражающие в верхних дыхательных путях и ротовой полости также и другие рецепторы, которые иннервируются тройничным нервом.

У здорового человека роль обонятельного анализатора сравнительно невелика. Однако в некоторых случаях она получает специальное профессиональное развитие, например у парфюмеров и дегустаторов. Велика его роль в дистантном получении информации людьми, потерявшими зрение и слух. Значение обоняния у здорового человека выявляется при его временном выключении, как это бывает при насморке. При этом человек в значительной степени теряет способность определять вкус пищевых веществ, хотя вкусовые рецепторы не повреждены.

Обоняние в онтогенезе.

Закладка обонятельных клеток происходит на 11-й неделе внутриутробной жизни, и к 8-му месяцу они уже полностью сформированы. Рецепторы обоняния могут воспринимать раздражение сразу же после рождения. У новорожденного реакция на запах ослабевает быстрее, чем у взрослого, вследствие более быстрой адаптации обонятельных рецепторов. Начиная со 2-го месяца у ребенка можно выработать условный рефлекс на запах, но стойким он становится лишь к 4-му месяцу. В это же время можно выработать дифференцировку.

Острота обоняния у новорожденных в 20-100 раз ниже, чем у взрослых. Различение обонятельных раздражителей наблюдается на 2-3-м месяце постнатальной жизни и хорошо выражено на 4-м. В это время ребенок уже отличает приятные запахи от неприятных. Обонятельный анализатор быстро созревает и функционально готов к 6 годам. У дошкольников и школьников обоняние развито лучше, чем у взрослого. Острота обоняния достигает максимума в период полового созревания, а затем постепенно снижается. Порог различения запахов с возрастом повышается. Систематические упражнения значительно обостряют обоняние, воспаление слизистой оболочки носа и курение — снижают. Иногда возникают влечения к определенным запахам. У детей резкие запахи могут вызывать чувство эйфории и приводить к развитию пагубных привычек (токсикомания). Утрата обоняния называется аносмией. Она может быть временной (при насморке) или постоянной (при травме).



Обонятельный анализатор



Обонятельный анализатор

Митральные клетки посылают нервный импульс в головной мозг.

Обонятельная луковица

Решетчатая кость

Для того чтобы пересечь решетчатую кость, **аксоны** обонятельных клеток группируются в пучки.

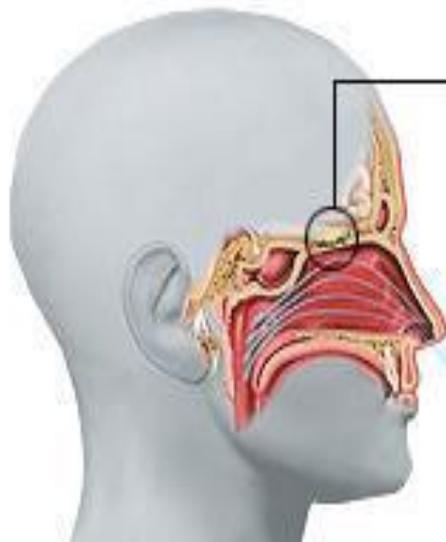
Соединительная ткань

Обонятельный эпителий

Базальные клетки непрерывно производят новые обонятельные клетки.

Обонятельная клетка

Поддерживающие клетки формируют содержимое обонятельного эпителия и не выполняют сенсорную функцию.



Обонятельный анализатор



Обонятельный анализатор

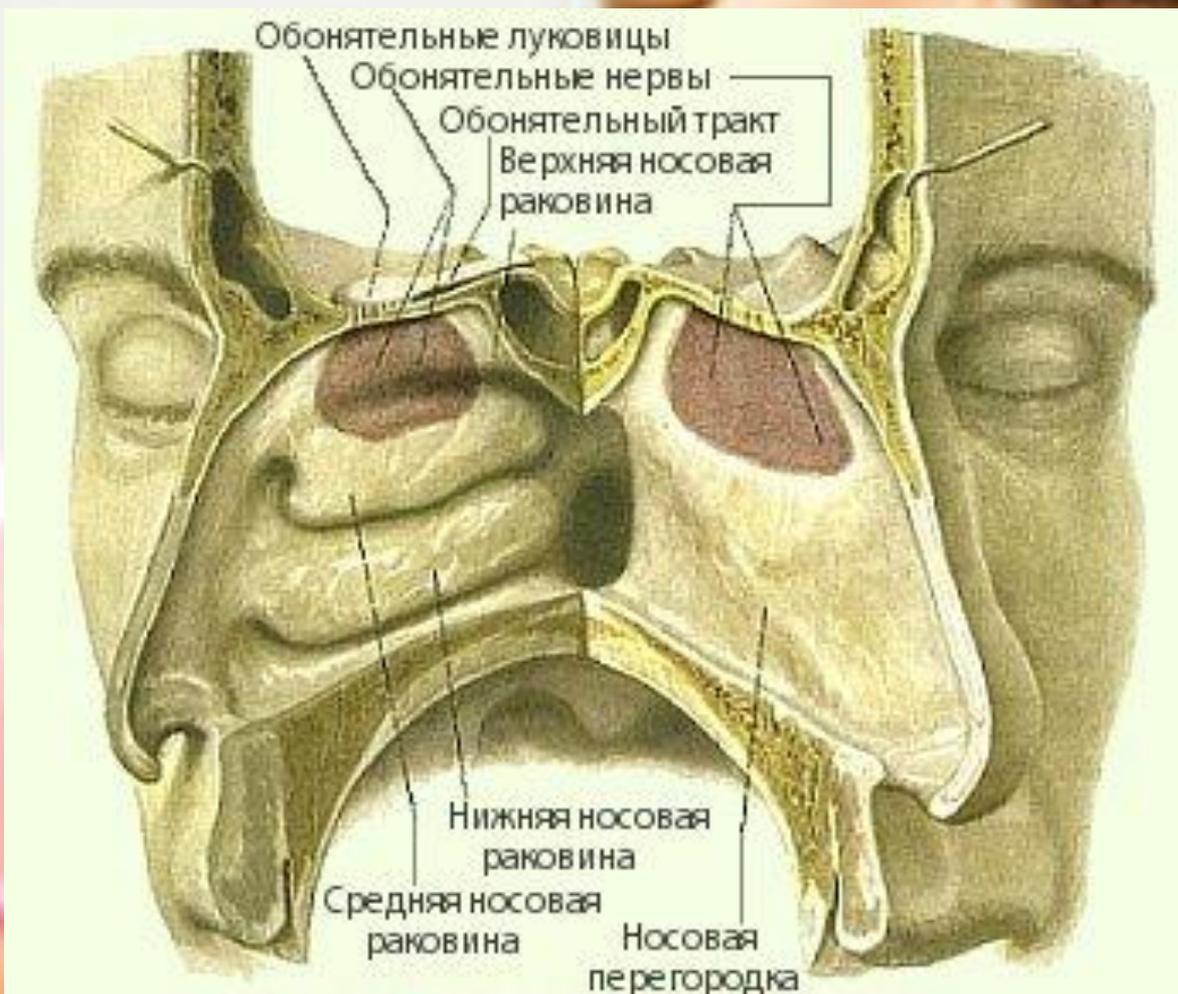
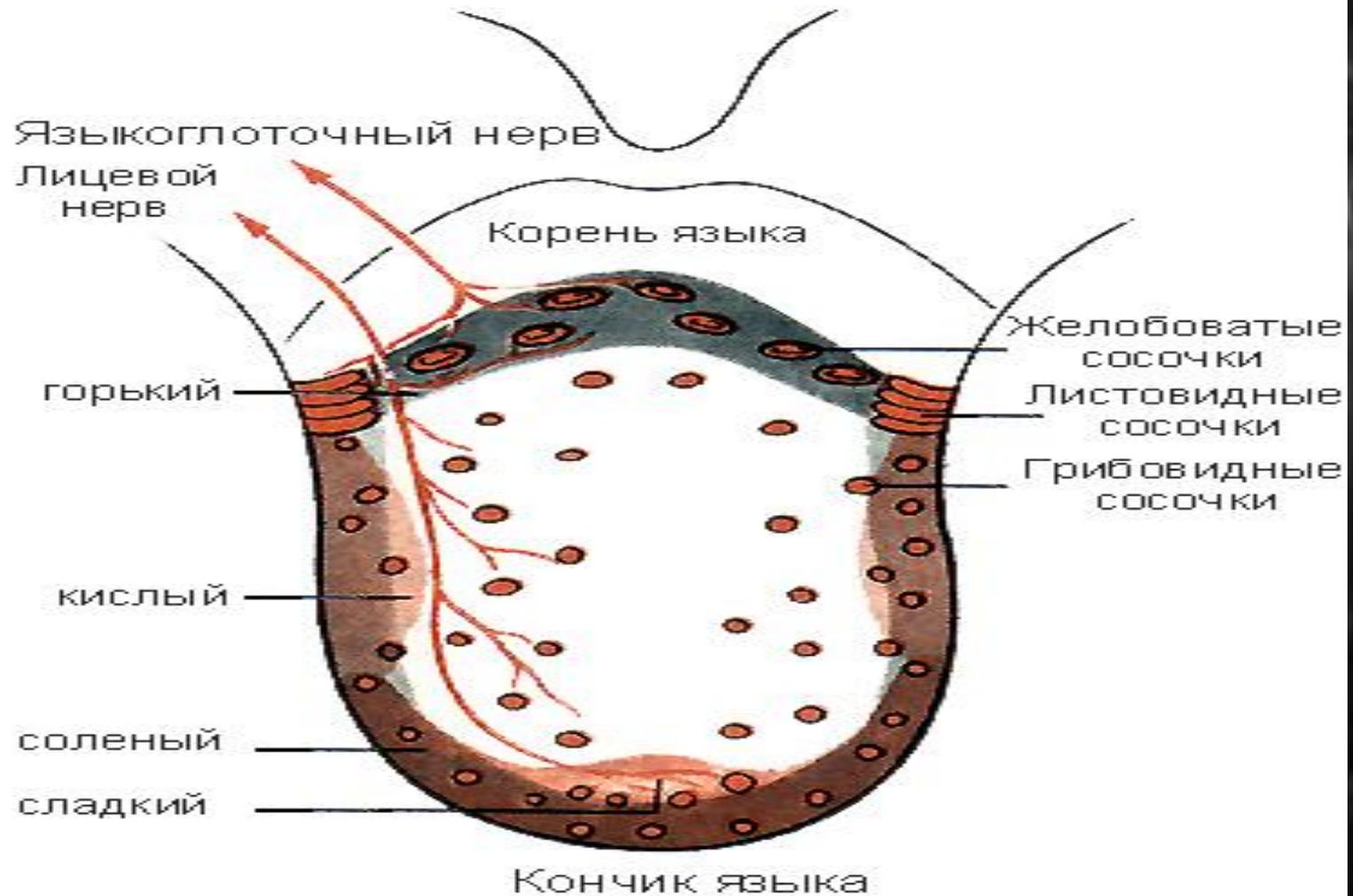


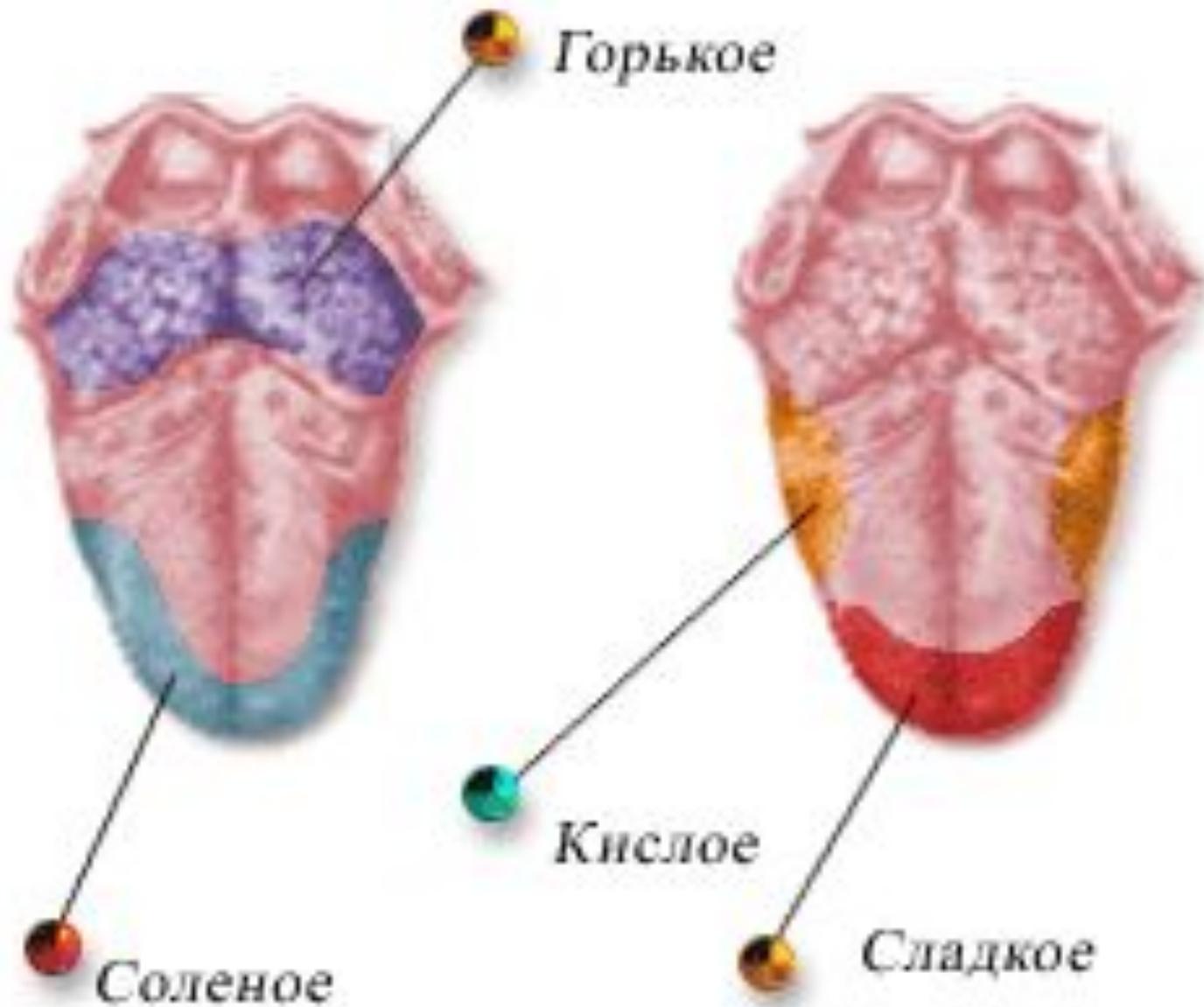
Рис. 1. Обонятельная область

(окрашенный участок слизистой оболочки боковой стенки правой половины полости носа и правой поверхности перегородки носа)

Обонятельный анализатор



Вкусовой анализатор



Вкусовой анализатор

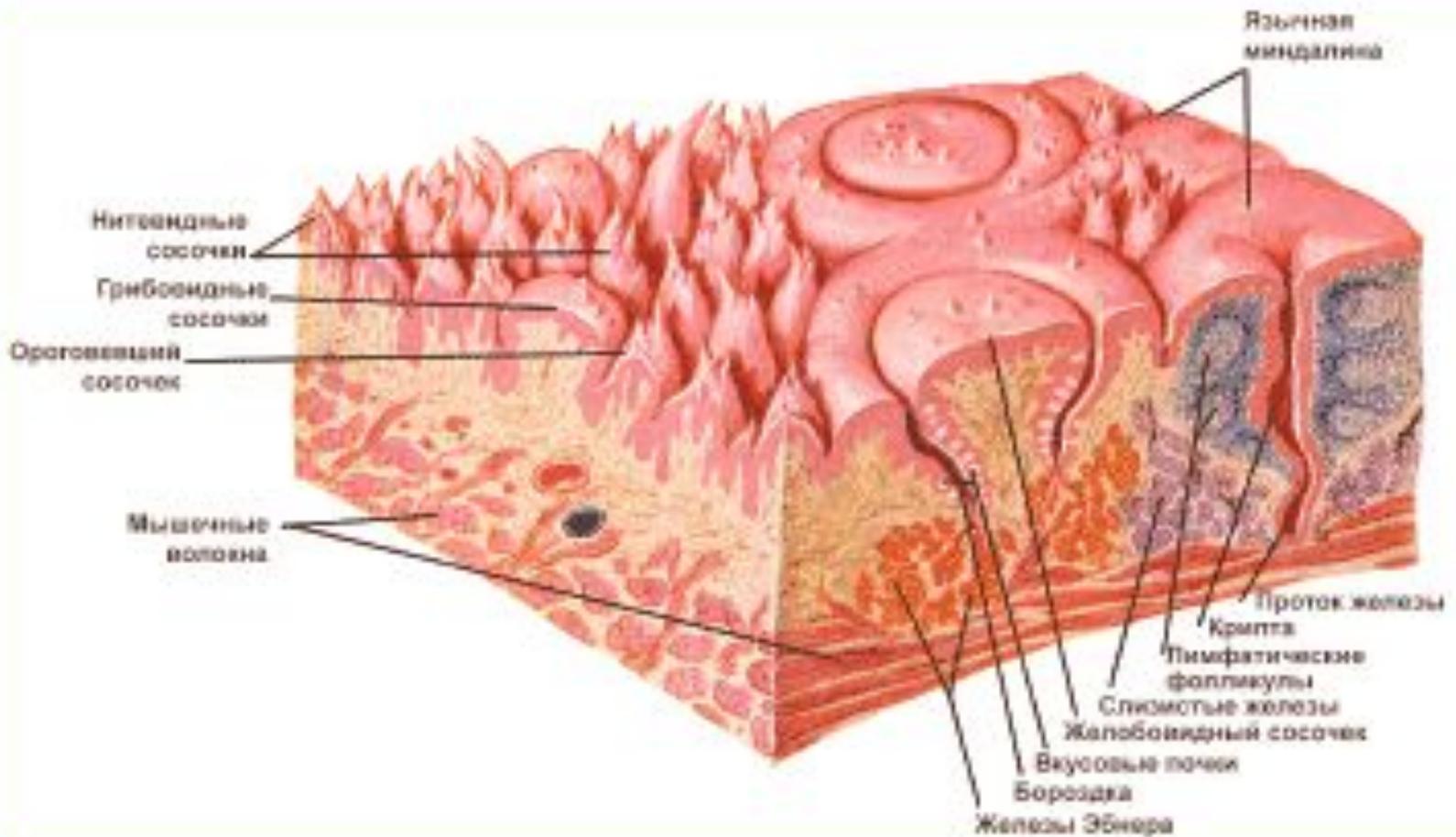


Рисунок 2. Схематическая стереограмма строения языка (по F. Netter, 2001)

Вкусовой анализатор



Вкусовой анализатор

Рассмотрим хемотрецепторный анализатор.

Хемотрецепция — один из древнейших видов чувствительности. Она представляет собой восприятие химических стимулов из окружающей среды. Химическую чувствительность разделяют на общую химическую чувствительность, вкус и обоняние.

***Обонятельные хемотрецепторы* обладают очень высокой чувствительностью и специфичностью, способны к возбуждению даже при контакте с несколькими молекулами веществ, являются дистантными.**

***Вкусовые хемотрецепторы* контактные, являются рецепторами средней чувствительности и возбуждаются небольшим количеством растворенных веществ.**

Рецепторы *общего химического чувства* представляют собой малочувствительные и малоспецифичные рецепторные окончания, раздражение которых вызывает защитные реакции. Они располагаются в кровеносных сосудах, стенке пищеварительного тракта и других внутренних органах.

Хемотрецепция представляет человеку информацию об окружающей среде, пище, наличии токсических веществ, влияет на его эмоциональное состояние и поведение.

Остальные анализаторы – соматосенсорный, двигательный и висцеральный – Вам придется самим изучать



*Благодарю за Ваше
внимание!!!*