

Лекция № 7

Тема лекции: Органы чувств.

1.1. Цель лекции: Изучение микроскопического и ультрамикроскопического строения и морфофункциональных особенностей органов зрения и обоняния.

1.2. Задачи лекции: Необходимый уровень знаний для студентов заключается в следующем:

1. Развитие органа зрения и органа обоняния.

2. Микроскопическое и ультрамикроскопическое строение и гистофизиология его компонентов.

План лекций:

1. Понятие об анализаторах.
2. Классификация органов чувств.
3. Орган зрения, источники развития, гистологическое строение.
4. Орган обоняния. Источники развития.
5. Строение, функции.
6. Орган слуха и равновесия.
7. Источники развития, строение и цитофизиология органа слуха и равновесия.

СРС: Гистофизиология органов зрения и обоняния.

Человеческий организм, как любая живая открытая система, постоянно обменивается веществами с окружающей средой. В организм поступают необходимые для жизнедеятельности питательные вещества, кислород, а из организма выводятся шлаки метаболизма в тканях. Но для нормального функционирования живой системы этого недостаточно. Необходимо еще постоянное поступление в систему информации о состоянии окружающей среды, а также о состоянии внутренней среды. Живой организм эту информацию получает при помощи органов чувств. Для дальнейшей переработки, анализа и использования полученной информации органы чувств входят в состав системы анализаторов. **Анализаторы** - это сложные структурно-функциональные системы, осуществляющие связь ЦНС с внешней и внутренней средой. В каждом анализаторе различают:

1. **Периферическая часть** - где происходит рецепция, восприятие. Периферическая часть анализаторов представлена как раз органами чувств.
2. **Промежуточная часть** - проводящие пути, подкорковая часть ЦНС.
3. **Центральная часть** - представлена корковыми центрами анализаторов. Обеспечивает анализ полученной информации, синтез воспринятых ощущений, выработку адекватных условиям окружающей и внутренней среды ответных реакций.

По генетическим и морфо-функциональным признакам органы чувств можно сгруппировать следующим образом: I группа - органы чувств, развивающиеся из нервной пластинки и имеющие в своем составе первично чувствительные нейросенсорные рецепторные клетки. Первичночувствительные - раздражитель оказывает воздействие непосредственно на рецепторную клетку, которая реагирует на это генерированием нервного импульса. К этой группе относятся орган зрения и орган обоняния. II группа - органы чувств, развивающиеся из утолщений эктодермы (плакоды) и имеющие в своем составе в качестве рецепторных элементов сенсоэпителиальные клетки, отвечающие на воздействие раздражителя переходом в состояние возбуждения (изменение разности электрического потенциала между внутренней и наружной

поверхностью цитолеммы). Возбуждение сенсоэпителиальных клеток улавливается контактирующими с ней дендритами нейроцитов, и эти нейроциты генерируют нервный импульс. Эти нейроциты вторичночувствительные - раздражитель действует на них через посредника - сенсоэпителиоцита. К II группе относятся орган вкуса, слуха и равновесия. III группа - группа рецепторных инкапсулированных и неинкапсулированных телец и образований. Особенностью III группы является отсутствие четко выраженной органной обособленности. Они входят в состав различных органов - кожи, мышц, сухожилий, внутренних органов и т.д. К III группе относятся органы осязания и мышечно-кинетической чувствительности.

ОРГАН ЗРЕНИЯ.

Источники развития: нервная трубка, мезенхима (с добавлением выселившихся из ганглиозной пластинки клеток нейроэктодермального происхождения), эктодерма. Закладка начинается в начале 3-й недели эмбрионального развития в виде глазных ямок в стенке еще незамкнутой в нервной трубки, в дальнейшем из зоны этой ямки выпячиваются 2 глазных пузырька из стенки промежуточного мозга. Глазные пузырьки соединены с промежуточным мозгом при помощи глазного стебелька. Передняя стенка пузырьков впячивается, и пузырьки превращаются в двухстенные глазные бокалы. Одновременно с этим эктодерма напротив глазных пузырьков впячиваясь, образует хрусталиковые пузырьки. Эпителиоциты задней полусферы хрусталикового пузырька удлиняются и превращаются в длинные прозрачные структуры - хрусталиковые волокна. В хрусталиковых волокнах синтезируется прозрачный белок - кристаллин. В последующем в хрусталиковых волокнах-клетках органоиды исчезают, ядра сморщиваются и исчезают. Таким образом, образуется хрусталик - своеобразная эластичная линза. Из эктодермы перед хрусталиком образуется передний эпителий роговицы. Внутренний листок 2-х стенок глазного бокала дифференцируется в сетчатку, принимает участие при формировании стекловидного тела, а наружный листок образует пигментный слой сетчатки. Материал края глазного бокала вместе с мезенхимой участвует при формировании радужки. Из окружающей мезенхимы образуется сосудистая оболочка и склера, цилиарная мышца, собственное вещество и задний эпителий роговицы. Мезенхима также участвует при образовании стекловидного тела, радужки.

СТРОЕНИЕ ОРГАНА ЗРЕНИЯ.

Глазное яблоко имеет 3 оболочки: фиброзная (самая наружная), сосудистая (средняя), сетчатка (внутренняя).

I. Наружная оболочка - фиброзная, представлена роговицей и склерой.

Роговица - передняя прозрачная часть фиброзной оболочки.

Состоит из слоев:

- 1. Передний эпителий - многослойный плоский неороговевающий эпителий на базальной мембране, имеет много чувствительных нервных окончаний.**
- 2. Передняя пограничная пластинка (Боуменова мембрана) - из тончайших коллагеновых фибрилл в основном веществе.**
- 3. Собственное вещество роговицы - образовано лежащими друг над другом пластинками из коллагеновых волокон, между пластинками лежат фибробласты и аморфное прозрачное основное вещество.**
- 4. Задняя пограничная мембрана (Дисцементова мембрана - коллагеновые фибриллы в основном веществе).**
- 5. Задний эпителий - эндотелий на базальной мембране.**

Роговица собственных сосудов не имеет, питание - за счет сосудов лимба и влаги передней камеры глаза. II. **Склера** - плотная неоформленная волокнистая сдт. Состоит из коллагеновых волокон, в меньшем количестве эластических волокон, имеются

фибробласты. Обеспечивает прочность, выполняет роль капсулы органа.

III. **Сосудистая оболочка** - представляет собой рыхлую сдт с большим содержанием кровеносных сосудов, меланоцитов. В передней части сосудистая оболочка переходит в ресничное тело и радужку. Обеспечивает питание сетчатки.

IV. **Сетчатка** - внутренняя оболочка глаза; состоит из тонкого слоя пигментных клеток, который прилегает к средней сосудистой оболочке, и более толстого световоспринимающего слоя. Световоспринимающий слой сетчатки с физиологической точки зрения представляет собой 3-х звенную цепь нейроцитов: 1-ое звено - **фоторецепторные клетки** (палочконесущие и колбочконесущие нейросенсорные клетки). Фоторецепторные клетки воспринимают световое раздражение, генерируют нервный импульс и передают 2-му звену. 2-ое звено представлено **ассоциативными истинными биполярными нейроцитами**. 3-е звено состоит из **ганглионарных клеток (мультиполярные нейроциты)**, аксоны которых собираясь в пучок образуют зрительный нерв и уходят из глазного яблока. Кроме перечисленных нейроцитов, образующих 3-х звенную цепь, в световоспринимающем слое сетчатки имеются тормозные нейроциты: 1. Горизонтальные нейроциты - тормозят передачу нервных импульсов на уровне синапсов между фоторецепторами и биполярами. 2. Амочинные нейроциты - тормозят передачу импульса на уровне синапсов между биполярами и ганглионарными клетками. Количественное соотношение клеток в 3-х звеньях цепи: больше всего клеток 1-го звена, клеток 2-го звена меньше, еще меньше клеток 3-го звена, т.е. по мере продвижения по цепи нервный импульс концентрируется. Между нейроцитами сетчатки имеются глиоциты с длинными волокноподобными отростками, пронизывающими всю толщу сетчатки. Длинные отростки глиоцитов в конце Т-образно разветвляются. Т-образные разветвления, переплетаясь между собой, образуют сплошную мембрану (наружная и внутренняя пограничная мембрана). Ультраструктура фоторецепторных нейроцитов. Под электронным микроскопом в палочковых и колбочковых нейросенсорных клетках различают следующие части: 1. Наружный сегмент - в палочковых нейросенсорных клетках наружный сегмент покрыт снаружи сплошной мембраной, внутри друг над другом стопкой лежат уплощенные диски; в дисках содержится зрительный пигмент родопсин; в колбочковых нейросенсорных клетках наружный сегмент состоит из полудисков, внутри которых содержится зрительный пигмент йодопсин. 2. Связующий отдел - суженный участок, содержит несколько ресничек. 3. Внутренний сегмент - содержит митохондрии, ЭПС, ферментные системы. В колбочковых клетках, кроме того, во внутреннем сегменте содержится липидное тело. 4. Перикарион - ядродержащая часть палочковых и колбочковых клеток. 5. Аксон фоторецепторной клетки. Функции: палочковые нейросенсорные клетки обеспечивают черно-белое (сумеречное) зрение, колбочковые - цветное зрение. В гистологическом микропрепарате сетчатки различают 10 слоев:

1. **Пигментный слой** - состоит из пигментных клеток.
2. **Слой палочек и колбочек** - состоит из наружных и внутренних сегментов палочек и колбочек.
3. **Наружный пограничный слой** - сплетения Т-образных разветвлений глиоцитов.
4. **Наружный ядерный слой** - состоит из ядер фоторецепторных клеток.
5. **Наружный сетчатый слой** - аксоны фоторецепторов, дендриты биполяров и синапсы между ними.
6. **Внутренний ядерный слой** - ядра биполяров, горизонтальных, амочинных и глиальных клеток.
7. **Внутренний сетчатый слой** - аксоны биполяров и дендриты ганглионарных клеток, синапсы между ними.

8. **Ганглионарный слой** - ядра ганглионарных клеток.

9. **Слой нервных волокон** - аксоны ганглионарных клеток.

10. **Внутренняя пограничная мембрана - сплетение Т-образных разветвлений глиоцитов.**

Сетчатка собственных сосудов не имеет, питание поступает диффузно через слой пигментных клеток из сосудов сосудистой оболочки. При "отслойке сетчатки" нарушается питание, что приводит к гибели нейроцитов сетчатки, т.е. к слепоте.

ОРГАН ОБОНЯНИЯ - по классификации относится к I группе органов чувств, т.е. развивается из нервной пластинки и имеет первичночувствующие нейросенсорные клетки. От нервной пластинки на краниальном конце отделяется клеточный материал в виде 2-х обонятельных ямок, эти клетки перемещаются в носовые раковины и дифференцируются в нейросенсорные обонятельные, поддерживающие клетки обонятельного эпителия и секреторные клетки обонятельных желез. Орган обоняния представлен обонятельным эпителием на поверхности верхней и средней носовой раковины. Обонятельный эпителий по строению относится к однослойному многорядному эпителию и состоит из следующих видов клеток:

1. Обонятельная нейросенсорная клетка - I нейрон обонятельного пути. На апикальном конце имеет короткий отросток, направленный к поверхности эпителия - соответствует дендриту. На поверхности обонятельного эпителия дендрит оканчивается округлым утолщением - обонятельной булавой. На поверхности булавки имеется около 10 обонятельных ресничек (под электронным микроскопом - типичная ресничка). В цитоплазме обонятельных клеток имеется гранулярная и агранулярная ЭПС, митохондрии. С базального конца клетки отходит аксон, соединяясь с аксонами других клеток образуют обонятельные нити, которые проникают через решетчатую кость в черепную коробку и в обонятельных луковицах переключаются на тела II нейронов обонятельного пути. 2. Поддерживающие эпителиоциты - окружают со всех сторон обонятельные нейросенсорные клетки, на апикальном конце имеют много микроворсинок. 3. Базальные эпителиоциты - относительно невысокие клетки, являются мало-дифференцированными камбиальными клетками, служат для регенерации обонятельного эпителия. Обонятельный эпителий располагается на базальной мембране. В рыхлой сдт под обонятельным эпителием располагаются альвеолярно-трубчатые обонятельные железы. Секрет этих желез увлажняет поверхность обонятельного эпителия, растворяет содержащиеся во вдыхаемом воздухе пахучие вещества, которые раздражают реснички обонятельных нейросенсорных клеток и нейросенсорные клетки генерируют нервные импульсы.

ОРГАН СЛУХА состоит из наружного, среднего и внутреннего уха. Мы подробно остановимся в строении только внутреннего уха. У эмбриона человека орган слуха и равновесия закладываются вместе, из эктодермы. Из эктодермы образуется утолщение - слуховая плакода, которая вскоре превращается в слуховую ямку, а затем в слуховой пузырек и отрывается от эктодермы и погружается в подлежащую мезенхиму. Слуховой пузырек изнутри выстлан многорядным эпителием и вскоре перетяжкой делится на 2 части - из одной части формируется улитковый перепончатый лабиринт (т.е. слуховой аппарат), а из другой части - мешочек, маточка и 3 полукружных канальцев (т.е. орган равновесия). В многорядном эпителии перепончатого лабиринта клетки дифференцируются в рецепторные сенсоэпителиальные клетки и поддерживающие клетки. Эпителий Евстахиевой трубы соединяющей среднее ухо с глоткой и эпителий среднего уха развиваются из эпителия 1-го жаберного кармана. Строение органа слуха (внутреннего уха). Рецепторная часть органа слуха находится внутри перепончатого лабиринта, расположенного в свою очередь в костном лабиринте, имеющего форму улитки - спиралевидно закрученной в 2,5 оборота костной трубки. По всей длине костной улитки идет перепончатый лабиринт. На поперечном срезе лабиринт костной улитки имеет округлую форму, а поперечный лабиринт имеет треугольную

форму. Стенки перепончатого лабиринта в поперечном срезе образованы:

а) основание треугольника - базилярная мембрана (пластинка), состоит из отдельных натянутых струн (фибрилярные волокна). Длина струн увеличивается в направлении от основания улитки к верхушке. Каждая струна способна резонировать на строго определенную частоту колебаний - струны ближе к основанию улитки (более короткие струны) резонируют на более высокие частоты колебаний (на более высокие звуки), струны ближе к верхушке улитки - на более низкие частоты колебаний (на более низкие звуки).

б) наружная стенка - образована сосудистой полоской, лежащей на спиральной связке. Сосудистая полоска - это многоядный эпителий, имеющий в отличие от всех эпителиев организма собственные кровеносные сосуды; этот эпителий секретирует эндолимфу, заполняющую перепончатый лабиринт,

в) верхнемедиальная стенка - образована вестибулярной мембраной, покрытой снаружи эндотелием, изнутри - однослойным плоским эпителием. Пространство костной улитки выше вестибулярной мембраны называется вестибулярной лестницей, ниже базилярной мембраны - барабанной лестницей. Вестибулярная и барабанная лестница заполнены перилимфой и на верхушке костной улитки сообщаются между собой. У основания костной улитки вестибулярная лестница заканчивается овальным отверстием, закрытым стремечком, а барабанная лестница - круглым отверстием, закрытым эластической мембраной.

Рецепторная часть органа слуха называется спиральным органом или кортиевым органом и располагается на базилярной мембране. Спиральный (кортиев) орган состоит из следующих элементов:

1. Сенсорные волосковые эпителиоциты - слегка вытянутые клетки с закругленным основанием, на апикальном конце имеют микроворсинки - стереоцилии. К основанию сенсорных волосковых клеток подходят и образуют синапсы дендриты 1-х нейронов слухового пути, тела которых лежат в толще костного стержня - веретена костной улитки в спиральных ганглиях. Сенсорные волосковые эпителиоциты делятся на внутренние грушевидные и наружные призматические. Наружные волосковые клетки образуют 3-5 рядов, а внутренние - только 1 ряд. Между внутренними и наружными волосковыми клетками образуется Кортиев тоннель. Над микроворсинками волосковых сенсорных клеток нависает покровная (текториальная) мембрана.
2. Поддерживающие эпителиоциты - располагаются на базилярной мембране и являются опорой для волосковых сенсорных клеток, поддерживают их.

Гистофизиология спирального органа. Звук как колебание воздуха колеблет барабанную перепонку, далее колебание через молоточек, наковальню передается стремечку; стремечко через овальное окно передает колебания в перилимфу вестибулярной лестницы, по вестибулярной лестнице колебание на верхушке костной улитки переходит в перелимфу барабанной лестницы и спускается по спирали вниз и упирается в эластичную мембрану круглого отверстия. Колебания перелимфы барабанной лестницы вызывает колебания струн базилярной мембраны; при колебаниях базилярной мембраны волосковые сенсорные клетки колеблются в вертикальном направлении и волосками задевают текториальную мембрану. Сгибание микроворсинок волосковых клеток приводит к возбуждению этих клеток, т.е. изменяется разность потенциалов между наружной и внутренней поверхностью цитолеммы, что улавливается нервными окончаниями на базальной поверхности волосковых клеток. В нервных окончаниях генерируются нервные импульсы и передаются по слуховому пути в корковые центры. Как определяется, дифференцируются звуки по частоте (высокие и низкие звуки). Длина струн в базилярной мембране меняется по ходу перепончатого лабиринта, чем ближе к верхушке улитки, тем длиннее струны. Каждая струна настроена, резонировать на определенную частоту колебаний. Если низкие звуки - резонируют и колеблются длинные струны ближе к верхушке улитки и соответственно возбуждаются клетки сидящие на них. Если высокие звуки - резонируют короткие струны расположенные ближе к основанию улитки, возбуждаются волосковые клетки сидящие на этих струнах.

ВЕСТИБУЛЯРНАЯ ЧАСТЬ ПЕРЕПОНЧАТОГО ЛАБИРИНТА - имеет 2

расширения:

- 1. Мешочек - сферической формы расширение .**
- 2. Маточка - расширение эллиптической формы.**

Эти 2 расширения соединены друг с другом тонким канальцем. С маточкой связаны 3 взаимоперпендикулярные полукружные каналы с расширениями - ампулами. Большая часть внутренней поверхности мешочка, маточки и полукружных каналов с ампулами покрыта однослойным плоским эпителием. В тоже время в мешочке, маточке и в ампулах полукружных каналов имеются участки с утолщенным эпителием. Эти участки с утолщенным эпителием в мешочке и маточке называются пятнами или макулой, а в ампулах - гребешками или кристами. В эпителии макул различают волосковые сенсорные клетки и поддерживающие эпителиоциты. Волосковые сенсорные клетки бывают 2 видов - грушевидные и столбчатые. На апикальной поверхности волосковых сенсорных клеток имеются до 80 неподвижных волосков (стереоцилии) и 1 подвижная ресничка (киноцелия). Стереоцилии и киноцелия погружены в отолитову мембрану - это особая студенистая масса с кристаллами карбоната кальция, покрывающая утолщенный эпителий макул. Базальный конец волосковых сенсорных клеток оплетается окончаниями дендритов 1-го нейрона вестибулярного анализатора, лежащих в спиральном ганглие. Пятна-макулы воспринимают гравитацию (силу тяжести) и линейные ускорения и вибрацию. При действии этих сил отолитову мембрану смещается и прогибается волоски сенсорных клеток, вызывает возбуждение волосковых клеток и это улавливается окончаниями дендритов 1-го нейрона вестибулярного анализатора. Ампулярные гребешки находятся в каждом ампулярном расширении. Также состоят из волосковых сенсорных и поддерживающих клеток. Строение этих клеток сходно с таковыми в макулах. Гребешки сверху покрыты желатинообразным куполом (без кристаллов). Гребешки регистрируют угловые ускорения, т.е. повороты тела или повороты головы. Механизм срабатывания аналогичен с работой макул.

ОРГАН ВКУСА представлен вкусовыми почками (луковицами), расположенными в толще эпителия листовидных, грибовидных, желобоватых сосочков языка. Вкусовая почка имеет овальную форму и состоит из следующих видов клеток:

1. Вкусовые сенсорные эпителиоциты - вытянутые веретеновидные клетки; в цитоплазме имеются ЭПС агранулярного типа, митохондрии. На апикальной поверхности эти клетки имеют микроворсинки с электронноплотным веществом в межворсинчатых пространствах. В составе электронноплотного вещества содержатся специфические рецепторные белки (сладкочувствительные, кислочувствительные и горькочувствительные) фиксированные одним концом к цитолемме микроворсинок. К боковой поверхности вкусовых сенсорных эпителиоцитов подходят и образуют рецепторные нервные окончания чувствительные нервные волокна.
2. Поддерживающие клетки - изогнутые веретеновидные клетки, окружают и поддерживают вкусовые сенсорные клетки.
3. Базальные эпителиоциты - представляют собой малодифференцированные клетки, обеспечивающие регенерацию первых 2-х типов клеток вкусовой почки. Апикальные поверхности клеток вкусовой почки образуют вкусовую ямочку, которая открывается на поверхность эпителия сосочка вкусовой порой. Цитофизиология вкусовой почки: Растворенные в слюне вещества попадают через вкусовые поры во вкусовые ямочки, адсорбируются электронноплотным веществом между микроворсинками вкусовых сенсорных эпителиоцитов и воздействуют на рецепторные белки, связанные с мембраной микроворсинок; изменяется проницаемость мембраны микроворсинок для ионов деполяризация цитолеммы сенсорной клетки (возбуждение клетки), что улавливается нервными окончаниями на поверхности вкусового сенсорного эпителиоцита.

ОРГАНЫ ОСЯЗАНИЯ представлены чувствительными рецепторами кожи, которые можно разделить на 2 группы: 1. Свободные нервные окончания - в основном образуются из конечных разветвлений немиелинизированных волокон: а) свободные немиелинизированные нервные окончания сосочкового слоя дермы кожи, образующие рецепторы 3-х видов: механорецепторы или тактильные рецепторы (механическое давление, прикосновение), терморецепторы и болевые рецепторы; б) свободные термо-, механо- и болевые рецепторы в базальном и шиповатом слое эпидермиса кожи; в) Меркелевы окончания - тоже являются механорецепторами; немиелинизированные нервные волокна после прохождения через базальную мембрану эпидермиса образуют конечный диск на базальной поверхности клеток Меркеля (крупные полигональные клетки с короткими отростками; расположены в базальном слое эпидермиса). 2. Инкапсулированные нервные окончания: а) тельце Фатер-Пачини - механорецепторы по своей функции, реагируют на давление и вибрацию. В тельце Фатер-Пачини осевой цилиндр нервного волокна оканчивается булавовидным утолщением и окружается концентрически наслоенными друг на друга уплощенными видоизмененными лейкоцитами (концевые олигодендроглиоциты). Снаружи тельце Фатер-Пачини покрыта тонкой сдт-ой капсулой. б) тельце Мейснера - является тактильным рецептором; особенно их много в коже пальцев, ладоней и подошв. Располагаются в сосочковом слое дермы кожи. Нервное волокно в тельце сильно разветвляется, конечные разветвления имеют спиралевидную форму. Разветвление нервного волокна окружается концентрически расположенными уплощенными видоизмененными лейкоцитами, снаружи покрыта тонкой сдт-ой капсулой; в) тельце Руффини - механорецептор, реагирующий на натяжение и смещение коллагеновых волокон в окружающей сдт. Располагается в сетчатом слое дермы кожи и в подкожной жировой клетчатке, особенно в подошвах. Нервное волокно разветвляется в виде кустика, окружается и переплетается тонкими коллагеновыми волокнами; снаружи сдтая капсула; г) колба Краузе - механорецептор; нервное волокно оканчивается одним или несколькими булавовидными утолщениями и окружается слабовыраженной сдтой капсулой. Благодаря обилию чувствительных рецепторов мы можем рассматривать кожу как своеобразный орган чувств или большое рецепторное поле, при помощи которого организм получает оперативную информацию о состоянии окружающей среды, о свойствах предметов и т.д.