

Министерство сельского хозяйства и продовольствия  
Республики Беларусь

Витебская ордена «Знак Почета» государственная  
академия ветеринарной медицины

**Д. С. Голубев, Д. Н. Федотов**

## **ОРГАНЫ ЧУВСТВ**



Учебно-методическое пособие  
для студентов факультета ветеринарной медицины  
по специальности 1–74 03 02 «Ветеринарная медицина»

Витебск  
ВГАВМ  
2021

УДК 636:611(075.8)

ББК 45/2

Г62

Рекомендовано к изданию методической комиссией  
факультета ветеринарной медицины  
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная  
академия ветеринарной медицины»  
от 16 сентября 2020 г. (протокол № 16)

Авторы:

кандидат ветеринарных наук, доцент *Д. С. Голубев*;

кандидат ветеринарных наук, доцент *Д. Н. Федотов*

Рецензенты:

доктор ветеринарных и биологических наук, профессор *П. А. Красочко*;

кандидат биологических наук, доцент *Н. С. Мотузко*

**Голубев, Д. С.**

Г62 Органы чувств : учеб.-метод. пособие для студентов факультета ветеринарной медицины по специальности 1–74 03 02 «Ветеринарная медицина» / Д. С. Голубев, Д. Н. Федотов. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 16 с.

Учебно-методическое пособие написано в соответствии с программой по морфологии по специальности «Ветеринарная медицина». Содержит расширенное описание конкретной темы из раздела «Частная гистология», входящей в состав курса «Гистология с основами эмбриологии».

**УДК 636:611(075.8)**

**ББК 45/2**

© УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2021

## Оглавление

1. Общее понятие об органах чувств и их классификация	4
2. Орган обоняния	5
3. Орган вкуса	6
4. Орган слуха и равновесия	7
5. Орган зрения	9
6. Литература	15

## ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ ОБ ОРГАНАХ ЧУВСТВ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Для выполнения своей интеграционно-регуляторной функции кора полушарий большого мозга постоянно получает информацию о состоянии всех органов и частей тела и о воздействии на организм факторов внешней среды. Совокупность нервных образований, обеспечивающих восприятие, доставку и анализ информации, И.П. Павлов назвал системой анализаторов.

В каждом анализаторе различают 3 звена. Самое первое, периферическое звено воспринимает раздражение и переводит возникающее возбуждение в нервный импульс, который передается далее в центральную нервную систему. Его промежуточное звено доставляет нервные импульсы в центральную часть анализатора. Эту функцию обеспечивают проводящие структуры чувствительных нейроцитов, ассоциативные клетки спинного и головного мозга, формирующие их проводящие пути, и промежуточные ядра серого вещества. Центральные звенья анализаторов образуются нейронами подкорковых центров (для вегетативных функций) и участками коры головного мозга, где осуществляется анализ и синтез воспринятых ощущений, представляющих собой высшие центры психической деятельности животных и человека.

Любые периферические звенья анализаторов называются рецепторами, или органами чувств. Различают три группы рецепторов: интерорецепторы, проприорецепторы и экстерорецепторы.

Интерорецепторы – органы чувств, заложенные во внутренних органах и кровеносных сосудах. Они воспринимают раздражения, возникающие в процессе функционирования этих органов. Сигналы интерорецепторов большей частью не доходят до сознания, т.к. центры этих анализаторов расположены в подкорковых структурах мозга.

Проприорецепторы – органы чувств, воспринимающие раздражения, исходящие из органов произвольного движения (кости, мышцы, связки, сухожилия, суставы). Они сигнализируют о натяжении связок и сухожилий и тонусе различных мышечных групп скелетной мускулатуры.

Экстерорецепторы – органы чувств, воспринимающие раздражения, поступающие из внешней среды. Их составляют органы осязания, обоняния, вкуса, зрения, слуха и равновесия.

Органы чувств характеризуются многообразием форм и широкими конструктивными различиями в строении.

Наиболее просто устроены свободные кустиковидные рецепторы, состоящие только из концевых терминальных ветвлений дендритов чувствительных псевдоуниполярных нейроцитов, тела которых формируют спинальные ганглии и некоторые узлы черепно-мозговых нервов.

Встречаются и более сложные рецепторы. Они содержат в своем составе, кроме терминального разветвления дендрита, либо только клетки нейроглии (неинкапсулированные рецепторы), либо характеризуются наличием снаружи еще и соединительнотканной капсулы (инкапсулированные рецепторы).

К группе инкапсулированных рецепторов относят пластинчатые тельца Фатер-Пачини (расположенные в глубоких слоях кожи и внутренних органах), осязательные тельца Мейснера, генитальные тельца половых органов и др.

По обозначенному выше принципу устроены все разновидности интеро- и проприорецепторов (механо-, баро-, хемо-, терморепцепторы и болевые), а также тактильные (осязательные) из группы экстерорецепторов.

Все экстерорецепторы, за исключением осязательных, устроены значительно сложнее и вынесены в пограничные с воспринимаемыми раздражителями области тела. В их основе заложены или типичные биполярные чувствительные нервные клетки (нейросенсорные), непосредственно воспринимающие раздражение и кодирующие его в нервный импульс – первичночувствующие рецепторы, или видоизмененные эпителиальные клетки (сенсоэпителиальные), которые не могут сформировать типичный нервный импульс и послать его в головной мозг, а поэтому возникающее в них возбуждение передается биполярным чувствительным нейронам (вторичночувствующим клеткам), формирующим в совокупности вторичночувствующие рецепторы. Первую группу составляют органы обоняния и зрения, вторую – органы вкуса, слуха и равновесия.

Во всех видах и формах рецепторов специфический нервный импульс возникает вследствие конформационных изменений молекул специальных рецепторных белков при их непосредственном взаимодействии с раздражителем.

## ОРГАН ОБОНЯНИЯ

Орган обоняния – это периферическая часть обонятельного анализатора. Рецепторными элементами в нем являются первичночувствующие нейросенсорные обонятельные клетки – специализированные биполярные афферентные нейроны.

По степени развития органа обоняния животных делят на макросматиков – с хорошо развитым обонянием (большинство животных), микросматиков – со слабо развитым обонянием (приматы) и аносматиков – вторично утерявших обоняние (дельфины, киты).

Орган обоняния заложен в слизистой оболочке верхней и частично средней раковины носа, покрытой обонятельным эпителием. Четкой границы между респираторным и обонятельным эпителием не обнаруживается, ибо в оральном направлении снижается плотность расположения обонятельных клеток до их полного исчезновения. Обонятельному эпителию у рогатого скота и свиней свойствен желтый цвет, у лошадей – коричневый.

В составе однослойного многорядного призматического обонятельного эпителия различают клетки трех типов: рецепторные (обонятельные), опорные (поддерживающие) и камбиальные.

Обонятельная клетка или клетка Шульце – это типичный биполярный нейрон. Тело клетки характеризуется овальной формой и содержит хорошо выраженные обонятельные органеллы. В его центральной части залегает

крупное круглое ядро. Короткий дендрит направлен в сторону носовой полости. Он заканчивается расширением – обонятельной булавой диаметром 1-2 мкм, которая выступает над поверхностью эпителия. На вершине булавки расположены подвижные реснички длиной 50-100 мкм, воспринимающие пахучие вещества (в обонятельных клетках рогатого скота их около 17, овец – 40-50, собак – 100 – 150). Реснички от булавки отходят в разные стороны параллельно поверхности эпителия.

От базального полюса рецепторных клеток отходят длинные и тонкие аксоны. Они пробивают базальную мембрану эпителия, выходят в собственную пластинку слизистой оболочки, окружаются леммоцитами и формируют безмиелиновые нервные волокна, объединяющиеся в обонятельные нити, которые проникают в черепную полость через отверстия решетчатой кости. Их совокупность и представляет собой обонятельный нерв, который приносит чувствительные импульсы к промежуточным нейронам обонятельных луковиц головного мозга.

Поддерживающие клетки расположены между рецепторными нейронами. Это высокие призматические эпителиальные клетки с овальными ядрами и микроворсинками на широких апикальных полюсах. В клетках хорошо развиты органеллы общего назначения, выражены тонофибриллы, секреторные гранулы, а также пигментные включения, придающие обонятельной выстилке соответствующий цветовой оттенок.

Поддерживающие клетки выполняют опорную, защитную и трофическую функции по отношению к рецепторным нейронам.

Базальные клетки – кубические по форме, расположены на базальной мембране, интенсивно делясь, обеспечивают камбиальную функцию.

В собственной пластинке слизистой оболочки, лежащей под обонятельным эпителием, расположены простые, иногда разветвленные, трубчато – альвеолярные железы. Выделяемый ими слизисто-серозный секрет покрывает поверхность обонятельного эпителия. В нем растворяются некоторые химические вещества вдыхаемого воздуха, которые действуют на рецепторные белки, встроенные в плазмолемму обонятельных ресничек. В результате явления конформации белковых молекул раздражение трансформируется в нервный импульс, который по аксону передается в головной мозг.

## **ОРГАН ВКУСА**

Орган вкуса – это периферическая часть вкусового анализатора. Рецепторными элементами в периферическом отделе анализатора являются сенсоэпителиальные вкусовые клетки – видоизмененные эпителиоциты и вторичночувствующие биполярные афферентные нейроны. Их основная локализация – вкусовые сосочки языка: грибовидные, валиковидные и листовидные. Каждый вкусовой сосочек представляет собой определенной формы складку слизистой оболочки.

Вкусовым рецепторным органом являются вкусовые почки (луковицы). Почки расположены на боковых поверхностях сосочков языка среди клеток

многослойного плоского неороговевающего эпителия. Наибольшее количество вкусовых почек содержит листовидный сосочек языка (до 7 000).

Вкусовая почка – это тельце яйцевидной формы у жвачных, веретеновидной – у свиньи и овальной – у лошади. Почка состоит из 30–80 удлинённых эпителиальных клеток, плотно прилегающих друг к другу. Продольная ось почки ориентирована перпендикулярно поверхности языка. Почка отделена базальной мембраной от подлежащей соединительной ткани.

На поверхности плоского многослойного неороговевающего эпителия сосочков языка вкусовая почка открывается отверстием – вкусовой порой. Пора ведёт в небольшое углубление – вкусовую ямку.

На дне валиковидных и листовидных сосочков открываются протоки разветвлённых, трубчатых слюнных желез. Железы выделяют жидкий серозный секрет. Он растворяет частицы корма, увеличивая возможность вкусового анализа.

Во вкусовой почке различают несколько типов клеток. Рецепторные сенсоэпителиальные вкусовые клетки составляют 10-15% от общего числа дифференцированных клеток вкусовой почки. Апикальный полюс вытянутых по длине рецепторных клеток снабжен ресничками, которые увеличивают воспринимающую поверхность. Ядра клеток овальные, расположены базально.

Дендриты вторичночувствующих биполярных нейроцитов из соединительной ткани собственной пластинки проникают во вкусовую почку и заканчиваются синаптическими нервными окончаниями на боковой поверхности рецепторных клеток.

Опорные (поддерживающие) клетки составляют основную клеточную популяцию (до 70%) вкусовой почки, выполняя опорную и защитную функции. Они расположены между рецепторными клетками. Опорные клетки имеют призматическую форму, с удлинёнными крупными ядрами и темноокрашенной цитоплазмой.

Продолжительность жизни большинства клеток вкусовой почки равна в среднем 10 дням. Постепенно клетки отмирают и фагоцитируются. Обновление клеток осуществляется за счёт дифференциации камбиальных базальных клеток. Они залегают на дне вкусовой почки и не достигают вкусовой поры.

Вещества корма, растворённые в слизисто-серозном секрете слюнных желез, попадают через вкусовую пору в луковичку. Сигнальные белки плазмолеммы ресничек сенсоэпителиальных рецепторных клеток обеспечивают возникновение возбуждения, которое переводится в типичный нервный импульс вторичночувствующими афферентными нервными клетками, аксоны которых в составе языкоглоточного нерва передают его в промежуточный центр вкусового анализатора, расположенный в продолговатом мозге.

## **ОРГАН СЛУХА И РАВНОВЕСИЯ**

Орган слуха и равновесия является периферическим звеном слухового и вестибулярного анализаторов. Рецепторные клетки, воспринимающие звуковые, вибрационные и гравитационные сигналы, находятся в перепончатом

лабиринте внутреннего уха и сопряжены с биполярными афферентными нейронами вестибулярного и спирального ганглиев, формируя в совокупности вторичночувствующий экстерорецептор.

Располагаясь во внутреннем ухе, рецепторный аппарат слуха и равновесия надежно защищен от повреждающих факторов внешней среды. Но чтобы обеспечить передачу колебаний звуковой волны непосредственно на рецептор, необходимо иметь целый ряд вспомогательных морфологических образований, формирующих наружное и среднее ухо, структурные компоненты которого улавливают звуковую волну и передают ее через барабанную перепонку на подвижно соединенные слуховые косточки среднего уха, на соединительнотканную перепонку овального окошка, отделяющую среднее ухо от внутреннего. Ее колебательные движения теперь передаются на перилимфу, заполняющую вестибулярную лестницу улитки, а через отверстие в куполе последней – на перилимфу барабанной лестницы.

На основной пластинке барабанной лестницы, прикрепленной к концу спиральной костной пластинки и к наружному краю костного лабиринта, и располагается спиральный (кортиев) орган из слуховых сенсоэпителиальных и поддерживающих клеток. За счет секрета поддерживающих эпителиоцитов над слуховыми клетками формируется неподвижная покровная (кортиева) пластинка, а над ней косо возвышается вестибулярная мембрана, отграничивающая внутренний лабиринт от вестибулярной лестницы. Таким образом, внутренний перепончатый лабиринт улитки имеет в поперечном сечении треугольную форму, заполнен эндолимфой и отграничен от костного двумя соединительнотканноэпителиальными мембранами, прикрепленными с одной стороны к костной спиральной пластинке, а с другой – к внешнему краю костного лабиринта через его соединительнотканносудистый слой.

Слуховые (волосковые) клетки имеют несколько десятков коротких, в виде волосков, ресничек с включенными в их плазмолемму рецепторными белками. При колебании перилимфы в барабанной лестнице колеблется в такт звуковой волны основная мембрана вместе с поддерживающими и волосковыми клетками. Волоски слуховых клеток упираются при этом в неподвижную кортиеву мембрану, вследствие чего и возникает первичное их возбуждение, которое переводится в нервный импульс биполярными чувствительными нейронами спирального ганглия, лежащими в канале спиральной костной пластинки. Их аксоны формируют акустический корешок слухового нерва, входящего в слуховые центры продолговатого мозга.

Орган равновесия представлен также сенсоэпителиальными, поддерживающими и нервными клетками. Они формируют в перепончатом лабиринте круглого и овального мешочков преддверия внутреннего уха слуховые пятна, а в ампулах полукружных каналов – слуховые гребешки.

Поддерживающие клетки этих структур образуют за счет своих секретов вокруг длинных ресничек чувствительных клеток своеобразный студневидный купол, на поверхности которого оседают кристаллы солей кальция и фосфора – отолиты.



При изменении положения головы и тела в пространстве за счет переливания пери- и эндолимфы отолиты смещаются, деформируют купол статических пятен, вследствие чего изгибаются реснички волосковых клеток и возникает первичное их возбуждение.

В слуховых гребешках полукружных каналов реснички у волосковых клеток длиннее. При изменении угловых скоростей и вращении тела они перекручиваются, создавая при участии вторичночувствующих вестибулярных нейроцитов ощущение ускорения движения и ориентации тела в пространстве. Аксоны биполярных афферентных нейронов вестибулярного ганглия формируют статический корешок слухового нерва.

## ОРГАН ЗРЕНИЯ (ГЛАЗНОЕ ЯБЛОКО)

Обеспечивает организму восприятие более 80% всей информации о внешней среде. Представляет собой периферическую часть зрительного анализатора. Его промежуточной частью является зрительный нерв и нейроны ядер промежуточного мозга, а центральной – чувствительные клетки зернистых слоев затылочной области коры полушарий большого мозга.

Орган зрения состоит из глазного яблока, воспринимающего световые раздражения, из защитных и вспомогательных образований.

Различные структурные элементы глазного яблока развиваются из разных эмбриональных зачатков.

Выпячивание латеральных стенок промежуточного мозга в направлении эктодермы формирует с каждой стороны по глазному пузырю. Соответствующие участки эктодермы впячиваются навстречу глазному пузырю, вдавливают его, превращая пузырь в двухслойный глазной бокал. Передняя часть эктодермального пузыря, отшнуровываясь, развивается в хрусталик.

Края глазного бокала служат зачатками радужной оболочки и ресничного тела, его наружный слой – основой для развития пигментного эпителия сетчатки, а внутренний – ее светочувствительной части.

Эпителиальные клетки хрусталика растут, сильно вытягиваются, превращаются в длинные, уплощенные хрусталиковые волокна, наслаивающиеся друг на друга.

Эпителий роговицы развивается из эктодермы. Сосудистая оболочка и склера образуются из мезенхимы, окружающей развивающийся глазной бокал. Из передних миотомов головы формируются мышцы глазного яблока.

Глазное яблоко имеет форму шара, незначительно сплюснутого спереди назад. Стенка глазного яблока состоит из трех оболочек – наружной, средней и внутренней. В составе глазного яблока имеются светопреломляющие образования и среды – роговица, хрусталик, жидкость передней и задней камер глаза, стекловидное тело, формирующие в совокупности диоптрический аппарат.

Наружная оболочка глазного яблока – фиброзная, образована плотной волокнистой соединительной тканью и включает две части – роговицу и склеру.

Роговица – передняя часть наружной оболочки. Это тонкая плотная прозрачная оболочка, состоящая из 5 слоев: переднего эпителия, передней погра-

ничной мембраны, собственного вещества роговицы, задней пограничной мембраны и заднего эпителия роговицы.

Передний ее слой – это многослойный плоский неороговевающий эпителий, содержит 5-7 слоев клеток. В нем залегает множество нервных окончаний, обеспечивающих роговице высокую чувствительность к различным раздражителям внешней среды.

Передняя пограничная мембрана представляет утолщенную базальную мембрану. Она помогает поддерживать форму роговицы. Состоит из аморфного вещества и неупорядоченно ориентированных тонких коллагеновых и ретикулярных волокон.

Собственное вещество роговицы составляет ее основу. Включает многочисленные, параллельно расположенные соединительнотканые пластинки из тонких коллагеновых волокон, клеток фибробластического ряда и аморфного вещества.

Прозрачность собственного вещества роговицы обеспечивается отсутствием кровеносных сосудов и параллельной ориентацией одинаковых по толщине коллагеновых волокон, что становится возможным вследствие набухания гликозаминогликанов.

Задняя пограничная мембрана содержит тонкие коллагеновые волокна и аморфное вещество.

Задний эпителий роговицы – однослойный плоский.

Из-за отсутствия в роговице кровеносных сосудов ее питание осуществляется путем диффузии жидкости из передней камеры глаза и сосудов лимба склеры, в которую роговица встроена по принципу часового стекла.

Роговица характеризуется гладкой поверхностью с определенной кривизной, в силу чего она не только пропускает свет, но и достаточно сильно преломляет его (коэффициент преломления – 1,37), направляя в зрачок радужной оболочки.

Склера – непрозрачная большая часть наружной оболочки глазного яблока. Представлена плотной неоформленной соединительной тканью.

Склера выполняет функцию прочного остова стенки глаза. Ее краевая зона в области перехода роговицы в склеру называется лимбом. В нем расположены венозные сплетения и лимфатические каналы, обеспечивающие отток жидкости из передней камеры глаза.

Средняя (сосудистая) оболочка глазного яблока состоит из трех частей: радужной оболочки, ресничного тела и собственно сосудистой оболочки.

Радужная оболочка – это передняя часть средней оболочки, имеет форму кольца, поставленного перпендикулярно к продольной оси глаза.

Основу радужки составляют пучки клеток гладкой мышечной ткани нейтрального происхождения и рыхлая соединительная ткань с большим количеством пигментных клеток и кровеносных сосудов. Пигментные клетки обуславливают цвет глаз. Передняя поверхность этой оболочки покрыта однослойным плоским, а задняя – кубическим эпителием.

В центральной части радужной оболочки имеется отверстие – зрачок, который у собак, свиней и птиц имеет округлую форму, у кошек выражен в ви-

де вертикальной щели, а у травоядных – поперечно-овальной.

Гладкая мышечная ткань формирует в радужке две мышцы. Мышца, суживающая зрачок (сфинктер), состоит из клеток, ориентированных циркулярно. Мышца, расширяющая зрачок (дилятатор), состоит из клеток, направленных радиально. С помощью названных мышц радужная оболочка выполняет роль диафрагмы, регулирующей силу и интенсивность световых потоков, что позволяет глазу воспринимать зрительные образы в условиях разной освещенности.

Между радужной оболочкой и роговицей расположена передняя камера глаза.

Ресничное тело – утолщенная, треугольная на разрезе, поясковидная часть средней оболочки, лежащая сразу за радужной оболочкой. Оно разделяется на периферическую гладкую зону – ресничный кружок и центральную – ресничный венчик. Ресничный венчик собран в радиальные складки – ресничные отростки, обращенные свободными концами к хрусталику. Отростки и складки ресничного тела покрыты кубическими эпителиоцитами, переходящими на него с пигментного слоя сетчатки. Эпителиоциты принимают участие в образовании жидкости, заполняющей переднюю и заднюю камеры глаза.

Основную массу ресничного тела составляет ресничная мышца, образованная пучками нейрогенных гладкомышечных клеток. Между пучками гладких миоцитов расположена рыхлая соединительная ткань с большим количеством пигментных клеток и кровеносных капилляров.

Ресничное тело связано с капсулой хрусталика круговой цилиарной (цинновой) связкой, которая фиксирует хрусталик и меняет его кривизну за счет своего расслабления или натяжения. Это свойство играет решающую роль в процессах аккомодации глаза, т.е. возможности видеть предметы на ближнем или дальнем расстоянии за счет разной фокусировки света на сетчатке округлым (при расслаблении) или вытянутым (при натяжении) хрусталиком (его максимальный коэффициент преломления составляет 1,42).

Собственно сосудистая оболочка – задняя часть средней оболочки глазного яблока. Состоит из рыхлой соединительной ткани, отличается обилием кровеносных сосудов и пигментных клеток, отчего приобретает темно-коричневую окраску. Со склерой соединяется рыхло, а с внутренней стороны плотно срастается с пигментным слоем сетчатки.

Сетчатка – внутренняя оболочка стенки глазного яблока, прилегающая к стекловидному телу. Стекловидное тело – прозрачное, студневидное вещество, состоит из гликозаминогликанов, белка витреина и редких волокон, обладает светопреломляющей способностью с коэффициентом 1,33.

В соответствии с расположением, строением и функцией в сетчатке различают две части: зрительную (нервноклеточную), выстилающую изнутри собственно сосудистую оболочку, т.е. большую заднюю часть стенки глазного яблока, и переднюю слепую (эпителиальную или пигментную) часть, покрывающую задние поверхности ресничного тела и радужной оболочки.

При жизни сетчатка представляет собой нежную прозрачную оболочку розоватого цвета, после смерти мутнеет.

Сетчатка прочно фиксируется в области выхода из глазного яблока зри-

тельного нерва. Это место называется зрительным соском. Здесь образуется слепое пятно – участок, лишенный светочувствительных клеток.

Наибольшая концентрация светочувствительных клеток обнаруживается в центральной области сетчатки, именуемой желтым пятном. В гистологическом отношении сетчатка представляет собой сложное морфологическое образование из типичной нервной ткани и пигментных эпителиоцитов нейрального происхождения.

В зрительной части сетчатки при микроскопировании ее поперечного среза различают 10 слоев, считая от поверхности, соприкасающейся с сосудистой оболочкой: пигментный слой, слой палочек и колбочек, наружная пограничная мембрана, наружный ядерный слой, наружный сетчатый слой, внутренний ядерный слой, внутренний сетчатый слой, ганглиозный слой, слой нервных волокон и внутренняя пограничная мембрана.

Пигментный слой – самый наружный эпителиальный слой сетчатки, кубические клетки которого расположены на базальной мембране, прилегающей к сосудистой оболочке. От апикальной поверхности клеток, обращенной в глубь оболочки, отходят отростки (бороды), которые располагаются между наружными сегментами дендритов светочувствительных клеток (палочками и колбочками). Отростки пигментных клеток на свету заполняются зернами пигмента – меланина, который способен поглощать до 80% проникающего света и таким образом защищать светочувствительные клетки сетчатки от излишнего раздражения. В темноте меланин перемещается в тела пигментных клеток.

Транспортно-трофическая функция пигментных клеток заключается в том, что они обеспечивают поступление питательных веществ и витамина А из сосудистой оболочки к нервным клеткам сетчатки. Пигментные эпителиоциты способны, кроме того, фагоцитировать повреждаемые участки дендритов фоторецепторных клеток.

Слой палочек и колбочек состоит из наружных сегментов зрительных светочувствительных клеток. Они окружены отростками пигментных клеток и находятся в матриксе, содержащем гликозаминогликаны и гликопротеиды. Имеется два вида фоторецепторных клеток, которые различаются по форме наружного сегмента их дендритов, по количеству и распределению в сетчатке, по особенностям ультраструктурной организации.

Светочувствительные клетки – это типичные биполярные нейроциты, дендриты которых обращены наружу, к пигментному эпителию. Палочки и колбочки – это наружные сегменты дендритов фоторецепторных палочконесущих и колбочконесущих нейроцитов (палочковые и колбочковые клетки).

Палочковые нейроциты обладают более высокой светочувствительностью, обеспечивая черно-белое сумеречное зрение, а колбочковые – цветное дневное видение. Именно поэтому в сетчатке животных и птиц, ведущих дневной образ жизни, содержатся преимущественно колбочконесущие клетки, а в сетчатке животных с ночным образом жизни – палочконесущие. Палочконесущие клетки в большей степени сконцентрированы на периферии зрительной части сетчатки, выполняя ведущую роль в зрительном процессе при слабом освещении.

Каждый дендрит фоторецепторных клеток состоит из наружного и внут-

ренного сегментов, соединенных между собой узкой ножкой с опорными ресничками внутри. Палочка представляет собой тонкий, длинный сегмент цилиндрической, колбочка – более короткий, конической формы. Внутренние сегменты дендритов также отличаются по форме и величине – у колбочконосущих клеток он значительно толще. Во внутреннем сегменте сконцентрированы основные клеточные органеллы.

В наружных сегментах дендритов светочувствительных клеток содержится большое количество уплощенных дисков, состоящих из сдвоенных мембран и ориентированных перпендикулярно длинной оси клетки. В эмбриогенезе и постнатальном периоде онтогенеза диски палочек и колбочек образуются как складки плазмолеммы. В палочках связь дисков с наружной мембраной утрачивается, причем и в сформированной палочке постоянно продолжается процесс образования новых дисков.

Дисковые мембраны колбочек связаны с плазмолеммой постоянно. Расстояние между дисками составляет около 30 нм.

На мембранах дисков палочек и колбочек расположены молекулы зрительных пигментов. Наиболее изучен пигмент палочек – родопсин. Поглощение пигментом даже одного кванта света приводит к распаду родопсина на белок опсин и альдегид витамина А – ретиналь, что в свою очередь приводит к изменению ионной проницаемости плазмолеммы фоторецепторной клетки, появлению разности потенциалов, а следовательно, и нервного импульса.

Мембраны дисков колбочек, отвечающих за цветовое восприятие образов, содержит пигмент иодопсин. У животных, обладающих цветовоспринимающим зрением, в сетчатке их глаза должны присутствовать колбочконосущие фоторецепторные нейроны трех типов – в соответствии с основными спектрами солнечного света (красный, зеленый, синий). Выпадение каких-либо звеньев приводит к развитию цветовой слепоты – дальтонизму.

Между слоем палочек и колбочек и следующим наружным ядерным длинными отростками опорных нейроглиальных клеток (мюллеровы клетки - столбы) формируется наружная пограничная мембрана для фиксации дендритов светочувствительных нейроцитов.

Наружный ядерный слой сформирован ядродержащими участками, телами фоторецепторных клеток. Ядра колбочконосущих клеток отличаются большей величиной и светло окрашенным хроматином.

В наружном сетчатом слое сетчатки аксоны палочковых и колбочковых фоторецепторных клеток вступают в синаптические контакты с одиночными дендритами биполярных нейроцитов и множеством отростков горизонтальных клеток. Дендриты ассоциативных биполярных нейроцитов принимают здесь нервные импульсы от светочувствительных клеток.

Внутренний ядерный слой представлен телами биполярных, а также горизонтальных и амакриновых нейроцитов. Последние залегают в самой глубокой части описываемого слоя. Горизонтальные и амакриновые нервные клетки являются ассоциативными нейронами, обеспечивающими пресинаптическое тормозное действие, что усиливает контрастирование воспринимаемых изображений.

Ветвящиеся аксоны амакриновых и биполярных нейроцитов совместно с

дендритами расположенных глубже ганглиозных клеток, формируют внутренний сетчатый слой.

Тела крупных мультиполярных с ассоциативной функцией ганглиозных клеток образуют узкий ганглиозный слой сетчатки. Их аксоны имеют радиальное положение, потому что они, сходясь в единый пучок, формируют зрительный нерв. Этот слой сетчатой оболочки и получает наименование слоя нервных волокон.

Самым внутренним слоем сетчатки, примыкающим к стекловидному телу, является внутренняя пограничная мембрана. Образуется она расширенными основаниями опорных клеток – столбов.

Сетчатка как оболочка, построенная из нервной ткани, кроме нейроцитов включает и клетки нейроглии: астроциты, клетки микроглии и упомянутые уже опорные лучевые глиоциты (мюллеровы клетки).

Суммируя изложенное, можно прийти к заключительному выводу о формировании структурами глазного яблока нескольких функциональных аппаратов:

- А) защитно-опорного (представлен склерой);
- Б) трофического (сформирован собственно сосудистой оболочкой);
- В) диоптрического (его составляют светопреломляющие среды - роговица, внутриглазная жидкость, хрусталик, стекловидное тело);
- Г) аккомодационного (образован радужной оболочкой и ресничным телом);
- Д) рецепторного (включает светочувствительные и совокупность всех типов ассоциативных нейроцитов).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зиматкин, С. М. Гистология, цитология и эмбриология : учебное пособие / С. М. Зиматкин. – Минск, 2012. – 229 с.
2. Леонтьук, А. С. Основы возрастной гистологии : учебное пособие / А. С. Леонтьук, Б. А. Слука. – Минск : Вышэйшая школа, 2000. – 251 с.
3. Малашко, В. В. Анатомия мясопромышленных животных : учебное пособие / В. В. Малашко. – Минск : Ураджай, 1998. – 136 с.
4. Международная гистологическая номенклатура (на латинском, русском и английском языках) / под ред. В. В. Семченко [и др.]. – Омск : ОмМА, 1999. – 156 с.
5. Практикум по анатомии с основами гистологии и эмбриологии сельскохозяйственных животных / В. Ф. Вракин [и др.]. – Москва : Колос, 2003. – 272 с.
6. Руководство по гистологии : учебник : в 2 т. / ред. И. Г. Акмаев [и др.]. – СПб. : СпецЛит, 2001. – 735 с.
7. Федотов, Д. Н. Гистология диких животных : монография / Д. Н. Федотов. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 212 с.
8. Junqueira, L. C. Basic histology: text & atlas / L. C. Junqueira, J. Carneiro. – eleven-th edition. – New York : McGraw-Hill, 2005. – 502 p.

Учебное издание

**Голубев** Денис Станиславович,  
**Федотов** Дмитрий Николаевич

## **ОРГАНЫ ЧУВСТВ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск Д. Н. Федотов  
Технический редактор О. В. Луговая  
Компьютерный набор Д. С. Голубев  
Компьютерная верстка Т. А. Никитенко  
Корректор Т. А. Никитенко

Подписано в печать 08.02.2021. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 0,83. Тираж 170 экз. Заказ 2110.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»  
государственная академия ветеринарной медицины».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.

ЛП №: 02330/470 от 01.10.2014 г.

Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.

Тел.: (0212) 51-75-71.

E-mail: rio\_vsavm@tut.by

<http://www.vsavm.by>