

КАЗАНСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ



2025г.

# Тема № 12

## Филогенез систем органов хордовых животных

### Филогенез кожных покровов

лекция

Тяпкина Оксана Викторовна

к.б.н., доцент кафедры  
медицинской биологии и генетики  
КГМУ

## ПЛАН

1. Филогенез органов хордовых животных.
2. Онтофилогенетические аномалии кожных покровов.

# НАРУЖНЫЕ ПОКРОВЫ

**Покровы** любых животных всегда выполняют функцию восприятия внешних раздражений, а также защищают тело от вредных воздействий среды. Интенсификация первой функции покровов приводит в процессе эволюции многоклеточных животных к возникновению нервной системы и органов чувств. Интенсификация второй функции также сопровождается дифференцировкой. Кроме того, характерно расширение функций, в результате чего кожа как орган защиты участвует также в газообмене, терморегуляции и выделении, выкармливании потомства. Это связано с усложнением строения слоев кожи, появлением и дальнейшим преобразованием многочисленных придатков и желез.

Покровная система является самым крупным органом тела, образующим физический барьер между внешней средой и внутренней средой, которую она защищает и поддерживает. Покровная система включает эпидермис, дерму, гиподерму, связанные железы, волосы и ногти. В дополнение к своей барьерной функции эта система выполняет множество сложных функций, таких как регулирование температуры тела, поддержание клеточной жидкости, синтез витамина D и обнаружение раздражителей. Различные компоненты этой системы работают вместе для выполнения этих функций — например, регуляция температуры тела происходит через терморецепторы, что приводит к регулированию периферического кровотока, степени потоотделения и оволосения тела.

**Кожа** : Кожа состоит из двух слоев — поверхностного эпидермиса и более глубокой дермы.

Эпидермис — это прочный внешний слой, который действует как первая линия защиты от внешней среды. Он состоит из многослойных клеток плоского эпителия, которые далее распадаются на четыре-пять слоев. Первичными слоями от поверхностного до глубокого являются роговой, зернистый, шиповатый и базальный слои. На ладонях и подошвах, где кожа толще, имеется дополнительный слой кожи между роговым и зернистым слоями, называемый блестящим слоем. Эпидермис регенерируется из стволовых клеток, расположенных в базальном слое, которые растут вверх по направлению к роговице. Сам эпидермис лишен кровоснабжения и получает питание из подлежащей дермы.

Дерма представляет собой основной соединительнотканый каркас, поддерживающий эпидермис. Далее он подразделяется на два слоя — поверхностный сосочковый слой дермы и глубокий ретикулярный слой. Сосочковый слой образует пальцевидные выступы в эпидермисе, известные как дермальные сосочки, и состоит из богато васкуляризированной рыхлой соединительной ткани. Ретикулярный слой имеет плотную соединительную ткань, образующую прочную сеть. Дерма в целом содержит кровеносные и лимфатические сосуды, нервы, потовые железы, волосяные фолликулы и различные другие структуры, встроенные в соединительную ткань.

**Гиподерма** : Гиподерма лежит между дермой и нижележащими органами. Его обычно называют подкожной тканью, и он состоит из рыхлой ареолярной ткани и жировой ткани. Этот слой обеспечивает дополнительную амортизацию и изоляцию благодаря своей функции накопления жира и соединяет кожу с нижележащими структурами, такими как мышцы.

**Волосы** : Волосы происходят из эпидермиса, но их корни растут глубоко в дерме. Его структура делится на внешне видимый стержень волоса и волосяной фолликул в коже. Волосяной фолликул имеет сложную структуру, содержащую волосяную луковицу, которая активно делится, расширяя стержень волоса по вертикали. Волосы обычно делятся на гормонозависимые, более толстые терминальные волосы в таких областях, как подмышечные впадины, лобковые области, скальп, грудь и т. д., и андрогеннезависимые пушковые волосы, которые покрывают остальные области. Рост волос имеет несколько фаз, называемых анаген (фаза роста), катаген (фаза непролиферации) и телоген (фаза покоя), цикличность которых зависит от гормонов и питательных веществ. Волосы покрывают большую часть тела, за исключением ладоней, подошв, губ и части наружных половых органов. Волосы служат механической защитой кожи, улучшают сенсорные функции и помогают регулировать температуру тела. Мышцы пряди волос, расположенные в дерме, прикрепляются к волосяным фолликулам, помогая стержню стоять и удерживать воздух близко к эпидермису для контроля температуры.

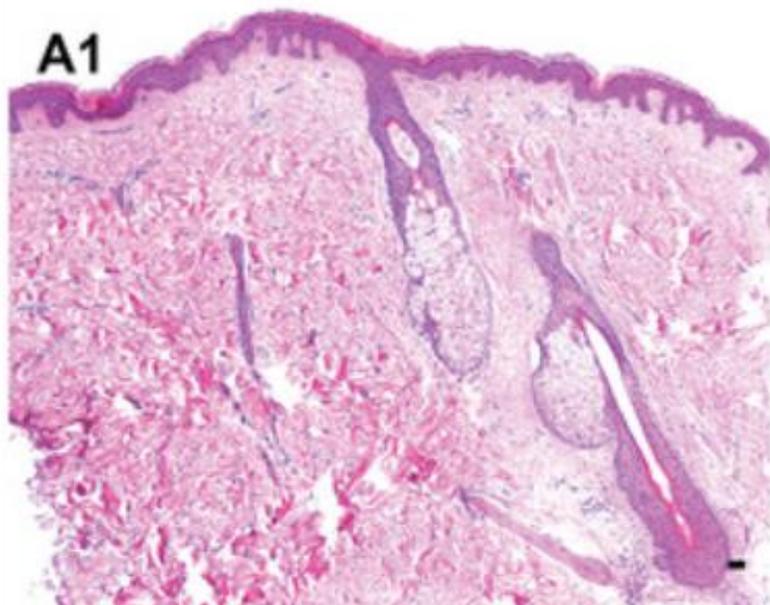
**Ногти** : ногти формируются в виде слоев кератина и появляются на тыльной стороне кончиков пальцев рук и ног. Рост ногтя начинается с матрикса ногтя, который создает новые клетки и выталкивает старые клетки дистально. Видимая часть ногтя – это ногтевая пластинка, покрывающая ногтевое ложе, где она прилегает к пальцу. Ногти защищают пальцы рук и ног, повышая точность движений и улучшая чувствительность.

**Ассоциированные железы** : в коже человека есть четыре типа экзокринных желез: потовые, сальные, церуминозные и молочные железы.

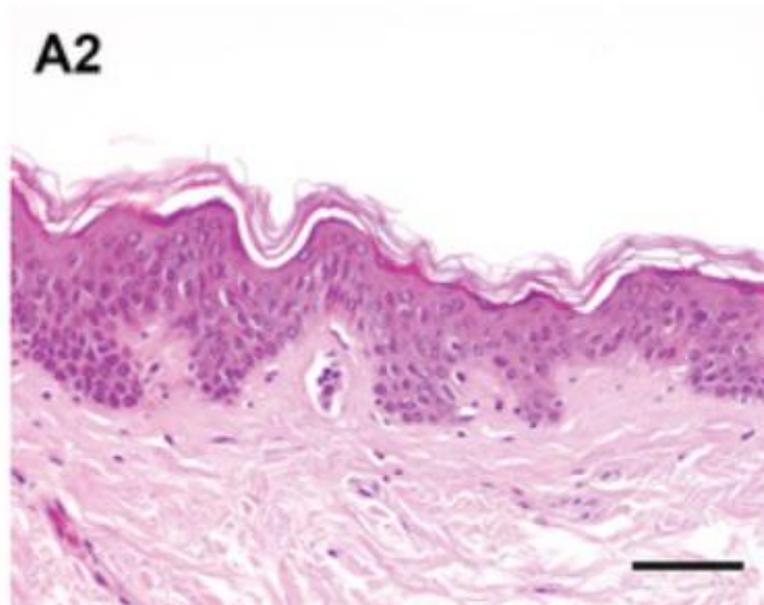
Потовые железы, также известные как потовые железы, делятся на эккринные и апокринные железы. Эккринные железы распределены по всему телу и в основном вырабатывают серозную жидкость для регулирования температуры тела. Апокринные железы находятся в подмышечной впадине и на лобке и производят пот молочного цвета, богатый белком. Эти железы отвечают за запах, так как бактерии расщепляют выделяемые органические вещества.

Сальные железы являются частью сально-волосяной единицы, включающей волосы, волосяной фолликул и мышцу, выпрямляющую волоски. Он выделяет маслянистое вещество, называемое кожным салом, смесь липидов, которая образует на коже тонкую пленку. Этот слой добавляет защитный слой, предотвращает потерю жидкости, а также играет противомикробную роль.

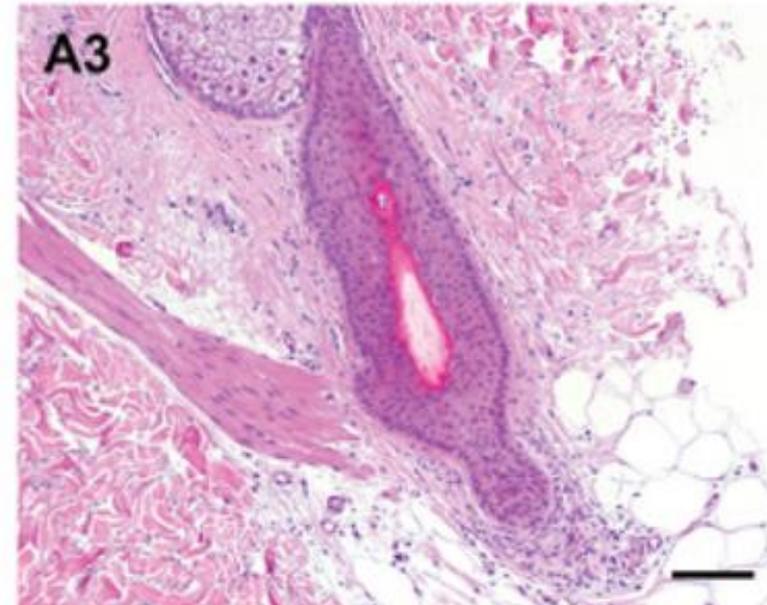
## Skin overview



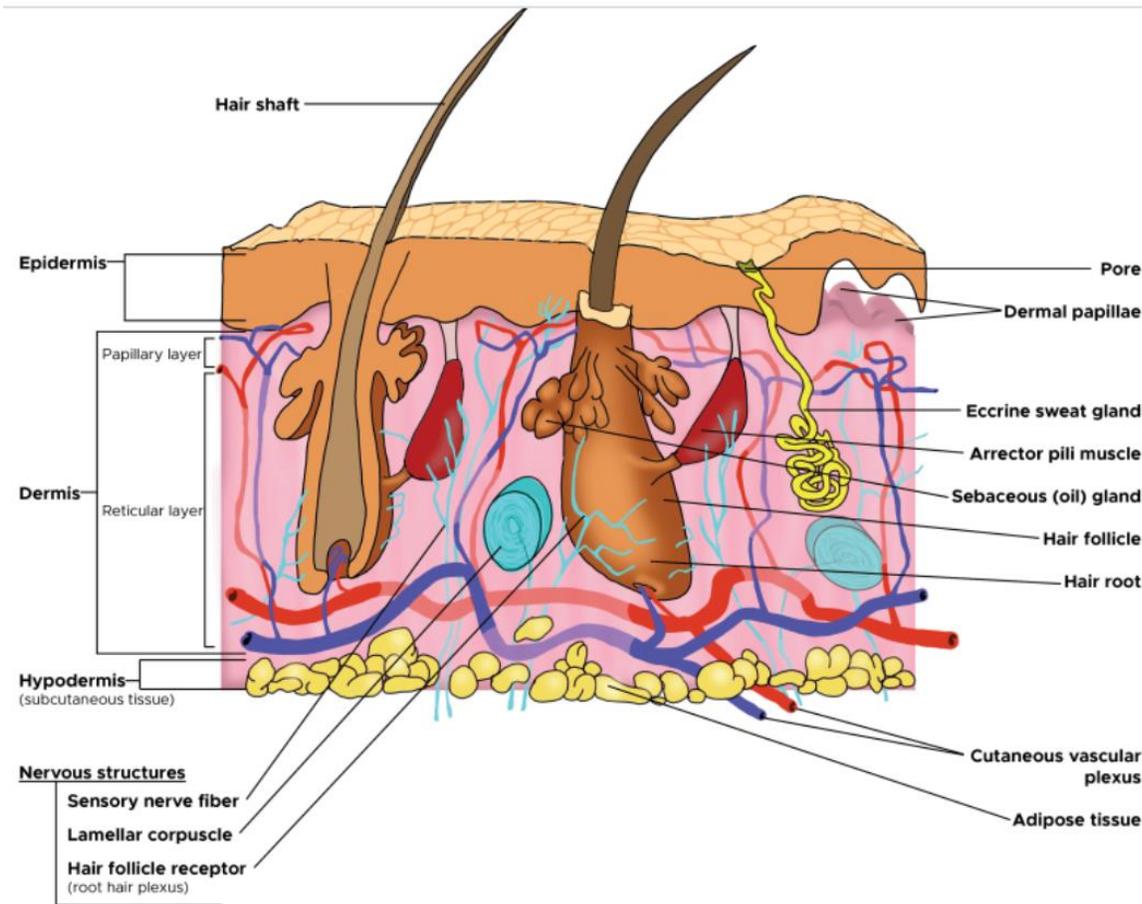
## Epidermis



## Hair Follicle



Гистология, сверху, эпидермис, волосяной фолликул (Kazem S, van der Meijden E, Wang RC, Rosenberg AS, Pope E, Benoit T, et al. (CC by 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>))



Поперечный срез слоев кожи. Волосяные фолликулы, корни и стержни волос, потовые железы, поры, эпидермис, дерма, гиподерма. Сосочковый и ретикулярный слой. Эккриновые потовые железы. Мышцы, выпрямляющие волосы, сальные железы.

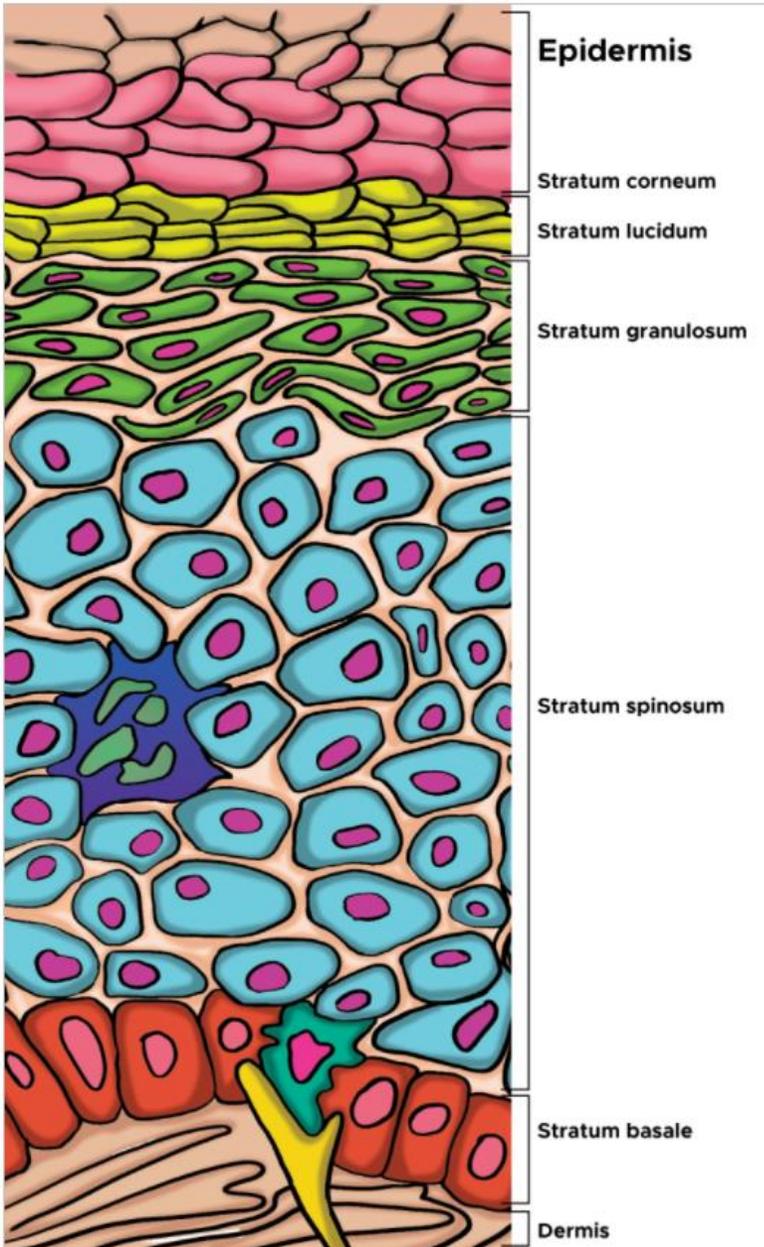
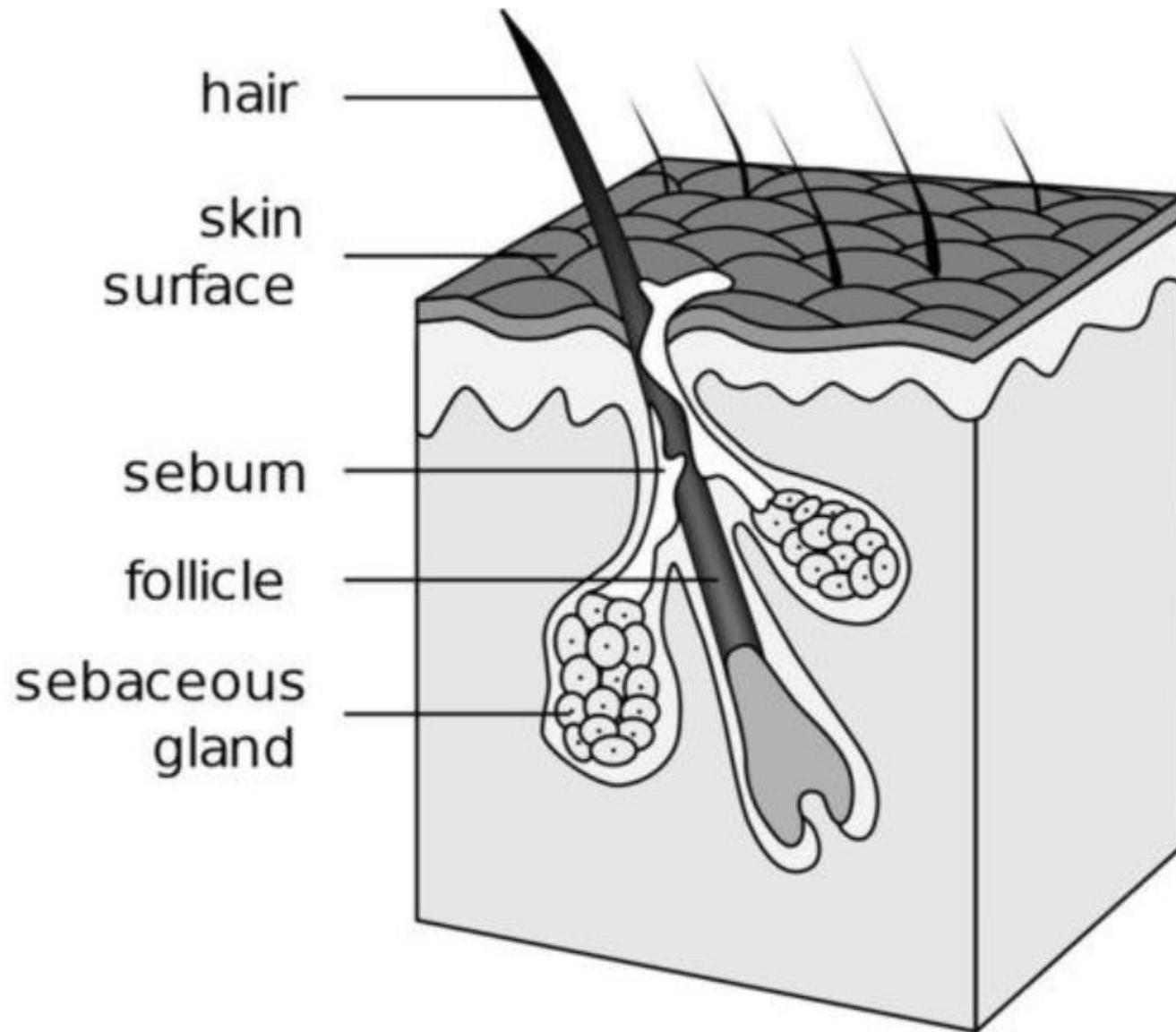


Иллюстрация клеток эпидермиса. Роговой слой, блестящий слой, зернистый слой, шиповатый слой, базальный слой, дерма.



**Физическая защита:** Учитывая, что покровы — это покрытие человеческого тела, их наиболее очевидной функцией является физическая защита. Сама кожа представляет собой плотно сплетенную сеть клеток, каждый слой которой способствует ее прочности. Эпидермис имеет самый внешний слой, созданный слоями мертвого кератина, который может противостоять износу внешней среды, в то время как дерма обеспечивает кровоснабжение эпидермиса и имеет нервы, которые помимо других функций привлекают внимание. Гиподерма обеспечивает физическую амортизацию любой механической травмы за счет накопления жира, а железы выделяют защитные пленки по всему телу. Ногти защищают подверженные повторным травмам пальцы, создавая твердое покрытие, а волосы по всему телу фильтруют вредные частицы от попадания в глаза, уши, нос и т. д.

**Иммунитет** : Кожа является первой линией защиты организма, поскольку она действует как физический барьер, предотвращающий прямое проникновение патогенов. Клетки соединены соединительными белками с усилением кератиновыми нитями.

Антимикробные пептиды (AMP) и липиды на коже также действуют как биомолекулярный барьер, разрушающий бактериальные мембраны. AMP, такие как дефенсины и кателицидины, продуцируются различными клетками кожи, такими как дендритные клетки, макрофаги, железы и т. д., и активируются путем протеолитического расщепления при стимуляции. Липиды, такие как сфингомиелин и глюкозилцерамиды, хранятся в ламеллярных тельцах рогового слоя и проявляют антимикробную активность.

**Заживление ран** : когда наше тело подвергается травме с последующим повреждением, покровная система управляет процессом заживления ран посредством гемостаза, воспаления, пролиферации и ремоделирования.

Гемостаз происходит за счет тканевого фактора, расположенного в субэндотелиальных пространствах кожи, который запускает каскад коагуляции с образованием фибринового сгустка.

В следующей воспалительной фазе иммунные клетки, такие как нейтрофилы и моноциты, будут проникать в место повреждения, чтобы атаковать патогены и очищать от мусора.

Пролиферативная фаза включает размножение резидентных клеток, таких как кератиноциты и фибробласты, которые способствуют образованию грануляционной ткани. Через матрикс иммунных клеток и возможное формирование коллагеновой сети фибробластами и миофибробластами формируется новый внеклеточный матрикс.

Заключительная фаза ремоделирования состоит из апоптоза, поскольку клетки больше не нужны, а лишние структуры разрушаются в попытках восстановить исходную архитектуру. Макрофаги секретируют металлопротеазы матрикса, которые удаляют избыток коллагена, а оставшийся незрелый коллаген созревает для окончательного формирования внеклеточного матрикса.

**Синтез витамина D:** основными источниками витамина D являются воздействие солнца и пероральный прием. При воздействии ультрафиолетового солнечного света 7-дегидрохолестерин превращается в коже в витамин D<sub>3</sub> (холекальциферол). Затем холекальциферол гидроксилируется в печени, а затем в почках в форму активного метаболита, 1,25-дигидроксивитамин D (кальцитриол). Этот метаболит в конечном итоге приводит к увеличению всасывания кальция в кишечнике и имеет решающее значение для здоровья костей.

**Регуляция температуры тела:** кожа имеет большую площадь поверхности с высокой васкуляризацией, что позволяет ей сохранять и выделять тепло посредством вазоконстрикции и вазодилатации соответственно. Когда температура тела повышается, кровеносные сосуды расширяются, чтобы увеличить кровоток и максимизировать рассеивание тепла. В сочетании с этим методом испарение пота, выделяемого кожей, способствует большей потере тепла. Волосы на теле также влияют на регулирование температуры тела, поскольку стоячие волосы могут удерживать слой тепла близко к коже. Различные сигналы от центральных и кожных терморецепторов обеспечивают точную настройку этой системы терморегуляции.

**Тактильные ощущения:** Иннервация кожи осуществляется различными чувствительными нервными окончаниями, которые различают боль, температуру, прикосновение и вибрацию. Опосредование безвредного прикосновения к гладкой коже четырьмя типами механорецепторов — тельцами Мейснера, тельцами Пачини, окончаниями Руффини и клетками Меркеля. Тельца Мейснера могут обнаруживать движение по коже, тельца Пачини обнаруживают высокочастотную вибрацию, окончания Руффини обнаруживают растяжение, а клетки Меркеля помогают в пространственной визуализации.

В волосистой коже тактильные раздражители улавливаются тремя типами волосяных фолликулов и связанными с ними продольными и периферическим ланцетными окончаниями. Болезненные раздражители как на гладкой, так и на волосистой коже обнаруживаются по свободным нервным окончаниям, расположенным в эпидермисе. Каждый тип рецепторов и нервных волокон различается по своим адаптивным и проводящим скоростям, что приводит к широкому спектру сигналов, которые можно интегрировать, чтобы создать понимание внешней среды и помочь организму реагировать соответствующим образом.

У беспозвоночных покровы тела не достигают значительного развития, будучи представленными эктодермой и ее производными. У них эволюция покровов шла в направлении развития мерцательного эпителия, отмечаемого у турбуллярий, в плоский эпителий других плоских червей, а также круглых и кольчатых червей. Мерцательный эпителий служит примитивным органом движения, тогда как плоский этой способностью не обладает.

У членистоногих поверхностный слой эпителия превращается в хитинизированную кутикулу, которая развивается в панцирь у ракообразных. У моллюсков поверхностный слой развивается в раковину, содержащую известь. У животных отдельных групп (кольчатые черви и моллюски) в эпидермисе локализованы одноили многоклеточные железы (слюнные, паутинные, ядовитые и др.).

У хордовых эволюция кожных покровов заключалась в замене однослойного эпителия многослойным, в частности, в формировании двух слоев и в превалирующем развитии собственно кожи (кориума). Кожа хордовых состоит из поверхностного слоя эктодермального происхождения, или эпидермиса, часто называемого кутикулой, и нижнего слоя мезодермального происхождения - собственно кожи (кориума), или дермы. У туникат наружный покров представляет собой студенистую или хрящевидную оболочку, являющуюся продуктом эктодермального эпителия и пронизанную мезодермальными клетками и сосудами. Покровы ланцетников имеют двухслойное строение. Первый слой представлен цилиндрическим однослойным эпителием эктодермального происхождения, второй - студенистой соединительной тканью, выполняющей роль кориума.

Покровы у позвоночных достигли большого развития и представляют собой кожу, которая построена из двух различных слоев. Один из них является поверхностным и состоит из многослойного эпителиального эпидермиса эктодермального происхождения, второй - нижним, собственно кожей, которая прилегает к подкожной ткани. Последняя в свою очередь прилегает к мышцам и костям.

Поскольку у земноводных кожа используется в качестве дополнительного органа дыхания, но при этом необходима водная пленка, то это привело к развитию в коже многослойных желез, продуцирующих слизь и увлажняющих ее. Кожа земноводных содержит также ядовитые железы, выполняющие защитную функцию. У млекопитающих развились производные кожи (поверхностный кератин, волосы, копыта и рога).



Спасибо за внимание!