

ГБПОУ «Бурятский аграрный колледж им. М.Н. Ербанова»

**Лекции**  
**по дисциплине: «Анатомия и физиология животных»**  
**преподаватель Невзорова И.М.**

Улан-Удэ2017

## Лекция №1.

Понятие об анатомии. История развития анатомии. Основные направления анатомии. Объекты и методы изучения. Структурные элементы организма. Основные законы биологического развития. Основные принципы строения тела животного.

Вы приступаете к изучению анатомии - одной из древнейших биологических (греч. *bios*-жизнь) наук, которая своими корнями уходит в далекое прошлое. Еще первобытные люди, охотясь на животных и разделявая добычу, обращали внимание на особенности строения тела и внутренних органов. О том, что кроманьонцы в эпоху палеолита имели представление о формах тела животного и топографии его важнейших органов, можно судить по рисункам на стенах пещер. Среди письменных источников, в которых упоминаются данные по анатомии, особое внимание заслуживает египетский папирус Эберса (14 век до н. э.), где впервые приводится анатомическая терминология. Значительную роль в развитии анатомии сыграло и ритуальное бальзамирование трупов в Древнем Египте. Но как наука, анатомия домашних животных сформировалась в Древней Греции и ее основоположником считают врача и философа **Алкмеона Кротонского** (конец 6-начало 5 века до н. э.). Он впервые начал вскрывать трупы животных для научных целей и впервые доказал, что органы чувств связаны с головным мозгом.

Сам термин «*анатомия*», происходит от греч. *anatome*, что обозначает рассечение, разрез, так как основным методом исследования в анатомии является препарирование, т.е. рассечение тела животного.

**Анатомия**- это наука о форме и строении организма в процессе его развития и адаптации. **Адаптация** – это приспособление организма к окружающей среде. (*Анатомия человека - это наука, изучающая внутренний мир человека с ножом в руках*).

### Основные этапы истории развития анатомии животных:

1) Идеалистический этап был характерен для эпохи Древнего Мира и связан с именами древнегреческих философов **Платона** (427-347 до н.э.) и **Аристотеля** (384-322 до н.э.). По мысли Платона структура живых существ есть выражение «высших, надмировых идей». Аристотель, развивая идеи Платона, считал, что форма живых существ построена по «высшим, идеальным образцам»; он впервые описал яичники, третье веко, сердечные кости у жвачных, отметил отсутствие желчного пузыря у лошади, а так же заложил основу научной классификации животных (т.е. делил весь животный мир на беспозвоночных и позвоночных).

2) Описательный (сравнительно-анатомический) этап, начало которому так же было заложено в трудах Аристотеля, который описал не только 500 видов животных, но и сравнивал их анатомию с анатомией человека. Наиболее сильное развитие этот этап получил в эпоху Средневековья, и типичными его представителями являлись: **Пьер Белон** (1517-1564), который попытался

сопоставить скелет птицы и человека; **Томас Виллис** (1622-1675), которого считают основоположником сравнительной анатомии, так как он впервые употребил этот термин и пришел к мысли, что человек по строению более близок к домашним млекопитающим; **Жоффруа Сент-Илер** (1772-1844), который сделал попытку, опираясь на данные сравнительной анатомии, собрать доказательства общего плана организации животных.

3) Микроскопический этап связан с открытием в 1665 г. **Робертом Гуком** в структуре растений «клеток», позднее **Марчелло Мальпиги** (1628-1694), **Антони ван Левенгук** (1632-1723) описали клеточное строение животных. Эти исследования положили начало микроскопической анатомии, которая впоследствии дала начало таким наукам как «цитология» и «гистология».

4) Эволюционный этап связан с теорией **Чарльза Дарвина** (1809-1882) о путях эволюции животного мира. Типичными представителями этого этапа являются: **Эрнст Геккель** (1834-1919), который впервые соединил эволюционное учение с морфологическими принципами строения организмов; **Владимир Онуфриевич Ковалевский** (1842-1883), который соединил эволюционно-морфологические данные с палеонтологией и на основе этого написал «Палеонтологию лошадей»; **Алексей Николаевич Северцев** (1866-1936), который разработал морфобиологическую теорию эволюционного процесса и теорию филэмбриогенеза.

5) Экспериментальный (функциональный) этап в развитии анатомии сформировался в конце 19 века и связан с работами **П.Ф.Лесгафта** (1837-1909) о взаимной зависимости формы и функции; работами **Н.П.Чирвинского** (1848-1920) в которых доказывается влияние окружающей среды на развитие организма; работами **А.Ф.Климова** (1878-1940), **А.И.Акаевского** (1893-1983), **И.В.Хрустальной**.

### Основные направления анатомии животных.

В соответствии с задачами, которые ставятся перед анатомией, она подразделяется на следующие виды (направления анатомии):

1) Системная анатомия изучает строение тела животного в определенной последовательности по системам органов, выполняющих определенную функцию (система органов пищеварения, дыхания, мочевыделения..).

2) Если описание анатомических особенностей охватывает одновременно несколько видов (лошадь, к.р.с., свинья...), то в этом случае анатомию называют сравнительной.

3) На основе данных сравнительной анатомии, палеонтологии, эмбриологии выделилась эволюционная анатомия, которая изучает историческое развитие животных, т. е. филогенез.

4) Когда при описании строения тела даются общие сведения о принципах строения и закономерностях развития отдельных систем и органов, то говорят о теоретической (общей) анатомии.

5) Если описывается строение органа в различные возрастные периоды, то говорят о возрастной анатомии.

6) Широкое распространение, особенно в наше время, получила функциональная анатомия, которая изучает строение органа в связи с его функцией.

7) Экологическая анатомия, которая изучает как организм приспосабливается к условиям существования, т.е. адаптируется ли он к внешней среде.

8) Ветврачи также должны хорошо знать топографическую (хирургическую) анатомию, когда описание строения осуществляется по областям тела с учетом их взаиморасположения.

Все перечисленные направления отражают строение организма в условиях нормы (нормальная анатомия), а **норма - это варианты строения, которые наиболее часто встречаются у здоровых животных**, при этом нормальным следует считать такое строение, при котором функция органа (организма) не нарушается. Незначительные анатомические отклонения, не влияющие на функцию органов, называются аномалиями. **Аномалия – это незначительное отклонение от общепринятой нормы, не влияющее на функцию органа.** Но если анатомические отклонения вызывают нарушение функции, то говорят о **пороках развития**. Кроме этого, в организме могут встречаться: **рудименты** (лат. Rudimentum-зачаток, первооснова) - упрощенные, недоразвитые структуры, утратившие свое значение в организме в процессе филогенеза (Например, у лошадей – это локтевая, малоберцовые кости) и **атавизмы** (лат. Atavus- предок) – это появление у отдельных особей органов, которые существовали у далеких предков и были утрачены в процессе эволюции (Например, у лошадей –это второй и четвертый пальцы, у собак на тазовой конечности – первый палец).

И последний вид анатомии, если изучение структурной организации касается больного организма, то это патологическая анатомия (греч. *pathos*-болезнь). Патологическая анатомия изучает морфологические изменения в органах и тканях при разных болезнях.

#### Объекты и методы изучения.

К основным объектам изучения анатомии домашних животных относятся домашние млекопитающие:

- 1) лошадь домашняя (*equus caballus*);
- 2) крупный рогатый скот (*bos Taurus*);
- 3) мелкий рогатый скот: овца домашняя (*ovis aries*) и коза домашняя (*capra hircus*);
- 4) свинья домашняя (*Sus domestica*);
- 5) собака (*canis familiaris*);
- 6) кошка (*felis domestica*);

домашняя птица: куры (*gallus domesticus*), утки (*anas domesticus*), гуси, индейки, цесарки...).

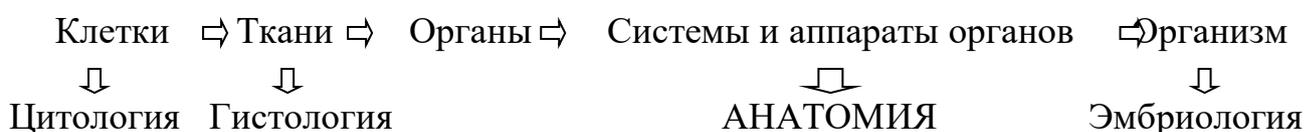
Однако ветврачам необходимо так же знать строение тела и других видов животных (олени, буйволы, верблюды, пушные звери, лабораторные животные...), с которыми он может иметь дело. А если учесть работу ветспециалиста в условиях зоопарка, зверопитомника или цирка, то здесь потребуются более обширные знания, начиная с амфибий, рептилий и кончая приматами.

К методам, с помощью которых осуществляется изучение строения тела животного, относятся:

1. Препарирование- это традиционный метод исследования, который предусматривает вскрытие и рассечение тела для выделения какого-то органа, сосуда...
2. Морфометрия- изучает строение и форму тела и органов путем измерения. Измеряя массу, объем, длину, ширину, толщину...органа можно проследить как орган формируется. Проводится статобработка с использованием ЭВМ.
3. Метод инъекции - это введение в кровеносные сосуды, полые органы (желудок, сердце) различных отвердевающих масс. Метод инъекции часто сочетается с просветлением, когда орган после специальной обработки делается прозрачным, а инъецируемые массы окрашиваются в различные цвета (красный, синий..). Широко используется инъекция сосудов с последующим растворением тканей в кислотах (коррозионный метод), в результате получают слепки изучаемых образований.
4. Метод микроскопии, т.е. изучение строения органа при помощи стереоскопической лупы, микроскопа для выявления более детального строения органа. Метод микроскопии часто сочетают с окрашиванием тканей и клеток различными красителями (гематоксилин, эозин).
5. Рентгенологические методы дают возможность изучать строение тела при помощи рентгеновских лучей, которые задерживаются по-разному определенными тканями, органами. Так, например, костная ткань, задерживая рентгеновский лучи, дает возможность получить изображение скелета головы, туловища, конечностей.
6. Эндоскопические методы позволяют осмотреть внутреннюю поверхность полых органов (пищевода, желудка..) через естественные отверстия с помощью специальных приборов (трубок), оснащенных осветителями и оптическими системами.
7. Ультразвуковые методы позволяют выявить особенности строения внутренних органов при помощи ультразвуковых колебаний, отражающихся от них.
8. Томографические (компьютерная, магнитно-резонансная) методы позволяют получить послойные изображения тела с помощью вращающейся вокруг него рентгеновской трубки.
9. Прижизненное изучение строение тела животного возможно также при помощи внешнего осмотра, ощупывания (пальпации), выстукивания (перкуссия) и выслушивания (аускультации).
10. Экспериментальный метод, т.е. изучается строение организма в результате воздействия какого-либо фактора (например, изучается адаптация скелета животного к условиям ограничения двигательной активности, высокогорья, космического пространства...). Позволяет понять механизмы восстановительных и компенсаторных процессов, резервные возможности органов и тканей. *Нормальная анатомия изучает адаптацию органов и тканей к различным факторам, а патологическая – реакцию тканей и органов на воздействие этих факторов (А.В.Жаров).*

## Структурные элементы организма.

Организм животного имеет сложное строение и состоит из клеток, тканей и органов. Все эти структуры взаимосвязаны между собой, при этом клетки (наименьшие структурные единицы, представляющие собой упорядоченную систему биополимеров) образуют ткани (группы клеток, которые имеют сходное строение и выполняют одну функцию). В организме выделяют четыре вида тканей: эпителиальные, ткани внутренней среды, мышечные и нервная ткани. Соединяясь между собой эти ткани образуют органы. Органы по функции объединяются в системы, аппараты и из них построен организм. Организм – это сложная, живая система, находящаяся постоянно в процессе обмена веществ и энергии с внешней средой и обладающая способностью к саморазвитию (онтогенез), саморегуляции (адаптация), самовосстановлению (регенерация) и размножению.



Строение клетки вы будете изучать, когда будете проходить цитологию; строение тканей - когда будете разбирать гистологию; строение органов, систем органов и аппаратов вы будете изучать в анатомии, а строение организма на ранних стадиях развития вы будете изучать в эмбриологии. Все эти 4 дисциплины (цитология, гистология, анатомия и эмбриология) объединяют единым понятием морфология. Сам термин «**морфология**» был предложен в 1817 г. немецким поэтом и естествоиспытателем Иоганом Гёте и сейчас под морфологией понимают строение организма на различных уровнях, начиная от клетки и до систем и аппаратов органов. Итак, что такое орган ?

**Орган** (лат. organum от греч. organon-орудие) – это **часть организма, которая построена из взаимосвязанных тканей, имеет определенную форму и выполняет специфическую функцию.** Например, печень в основном построена из эпителиальной ткани, располагается в брюшной полости, разделена на 4 доли и синтезирует желчь, которая участвует в переваривании липидов.

В каждом органе одна ткань является главной (рабочей). Она выполняет основную функцию органа: для мышц- это мышечная ткань, для головного мозга- нервная ткань, для желез- эпителиальная. Эта ткань составляет паренхиму органа.

1) Parenchyma – рабочая часть органа. Кроме нее в каждом органе еще имеются  
 2) Nervi (нервы), которые усиливают или ослабляют функцию органа.  
 3) Vasa (сосуды кровеносные и лимфатические), по которым в орган доставляются питательные вещества и кислород.

4) Stroma (соединительнотканная строма), которая образует каркас органа и состоит из оболочки (Tunica) и перегородок (Trabeculae). Именно по перегородкам внутрь органа проникают нервы и сосуды.

**Органы, имеющие общее происхождение, сходное строение и выполняющие единую функцию, составляют систему органов.** Выделяют следующие системы органов:

1) Костная система (скелет) состоит из соединенных в определенной последовательности костей, которые образуют каркас тела животного.

2) Мышечная система, объединяющая скелетные мышцы и их вспомогательные приспособления, обеспечивает передвижение животного.

3) Общий (кожный) покров и его производные защищают организм от вредного воздействия внешней среды (микробов, вирусов...).

4) Пищеварительная система объединяет органы, в которых происходит переваривание пищи и всасывание питательных веществ в кровь.

5) Дыхательная система включает органы, обеспечивающие поступление в организм кислорода и удаление из него углекислого газа.

6) Мочевыделительная система состоит из органов, с помощью которых организм освобождается от конечных продуктов обмена.

7) Половая система включает органы размножения, которые обеспечивают продолжение и сохранение вида данного животного.

8) Сердечно-сосудистая система обеспечивает в основном транспортировку питательных веществ, гормонов и кислорода к тканям и органам.

9) Кроветворная (гемопоэтическая) и иммунная система состоит из органов, в которых происходит образование клеток крови и осуществляется защита организма.

10) Нервная система и анализаторы объединяют организм в единое целое и обеспечивают его приспособление к условиям внешней среды, т.е. адаптацию.

**Выделяют также аппараты органов. В аппарате органы связаны единой функцией, но могут иметь разное строение и происхождение.**

1) Опорно-двигательный аппарат объединяет костную и мышечную системы, обеспечивая передвижение животного.

2) Система органов пищеварения, объединяясь с жевательными мышцами, мышцами брюшного пресса и т.д., формирует пищеварительный аппарат.

3) Система органов дыхания, объединяясь с органами респираторной моторики (грудная клетка, дыхательная мускулатура...), формирует дыхательный аппарат.

2) Мочеполовой аппарат объединяет мочевыделительную и половую системы, которые связаны между собой по развитию и местоположению.

3) Эндокринный аппарат, объединяет железы внутренней и смешанной секреции, которые выделяют в кровь биологически активные вещества – гормоны.

**Системы и аппараты органов в зависимости от морфо-функциональных особенностей объединяются в три группы:**

1) В соматическую группу входят опорно-двигательный аппарат и органы кожного покрова. Они образуют стенки тела – сому (лат.soma).

2) В висцеральную группу входят пищеварительная, дыхательная системы и мочеполовой аппарат. В совокупности они составляют внутренние органы (лат. Viscera), которые располагаются большей частью в естественных полостях тела.

3) В интегрирующую группу входят эндокринный аппарат, сердечно-сосудистая, кроветворная, нервная системы. Сердечно-сосудистая система пронизывает все органы и ткани, выполняя транспортную функцию. Через нее осуществляет гуморальную регуляцию эндокринный аппарат. Нервная система регулирует и координирует деятельность всех систем, в т.ч. сосудистой и эндокринной, обеспечивая целостность организма и связь его с окружающей средой.

## Основные законы биологического развития.

Каждый живой организм, несмотря на многообразие своих форм и приспособлений к условиям внешней среды, в своем развитии подчинен строго определенным законам.

1) **Закон исторического развития.** Все ныне живущие организмы, независимо от их уровня организации, прошли длительный путь исторического развития (филогенез). Этот закон, сформулированный Ч.Дарвиным, нашел свое развитие в трудах А.Н.Северцева и И.И.Шмальгаузена.

Жизнь на Земле зародилась около 4-5 млрд лет назад. Вначале на Земле существовали простейшие одноклеточные организмы, потом многоклеточные, появились губки, кишечнополостные, немуртины, кольчатые черви, моллюски, членистоногие, иглокожие, хордовые. Именно хордовые животные дали начало позвоночным, к которым относятся круглоротые, рыбы, амфибии, рептилии, млекопитающие и птицы. Таким образом, наши домашние животные в историческом плане прошли очень сложный путь развития и этот путь называется филогенезом.

Простейшие ⇨ Хордовые ⇨ Рыбы ⇨ Амфибии ⇨ Рептилии ⇨ Млекопитающие ⇨ Птицы

Итак, **филогенез** (phylo-род, genesis-развитие) – это историческое развитие определенного вида животного от низших форм к высшим. Советский ученый И.И.Шмальгаузен сформулировал следующие принципы филогенеза:

а) В процессе развития организма постоянно идет дифференциация клеток и тканей с одновременной их интеграцией. *Дифференциация* – это разделение между клетками функций, одни участвуют в переваривании пищи, другие, как, например, эритроциты в переносе кислорода. *Интеграция* – это процесс укрепления между клетками, тканями взаимосвязей, которые обеспечивают организму целостность.

б) Каждый орган имеет несколько функций, но одна из них является главной. Остальные функции являются как бы второстепенными, запасными, но благодаря им орган имеет возможность преобразоваться. Так, например, поджелудочная железа имеет несколько функций, но главная это выделение панкреатического сока для переваривания пищи.

в) При изменении условий жизни может произойти смена главной функции на второстепенную и наоборот. Так, например, печень у зародыша вначале выполняет кроветворную функцию, а после рождения является пищеварительной железой.

г) В организме всегда наблюдаются два противоположных процесса: прогрессивное развитие и регрессивное развитие. Регрессивное развитие еще называют *редукцией*. Органы, которые утрачивают свои функции, как правило, подвергаются редукции, т.е. постепенному исчезновению. Иногда они сохраняются в виде *рудимента* (при сохранении второстепенной функции) – рудимент ключицы у собак и кошек.

д) Все изменения в организме происходят коррелятивно, т.е. изменения в одних органах непременно ведут к изменениям в других органах.

2) **Закон единства организма и среды.** Организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен. Этот закон, сформулированный И.М.Сеченовым, нашел свое развитие в трудах И.П.Павлова, А.Н.Северцева. Согласно А.Н.Северцеву *биологический прогресс* у животных в окружающей среде характеризуется увеличением числа особей, расширением ареала обитания и разделением на подчиненные систематические группы. Он достигается 4 путями:

а) путем *ароморфоза*, т.е. морфофизиологического прогресса, в результате которого усложняется организация животного и происходит общий подъем энергии жизнедеятельности (ракообразные, паукообразные, насекомые, позвоночные);

б) путем *идиоадаптации*, т.е. частных (полезных) приспособлений, но при этом сама организация животного не усложняется (простейшие, губки, кишечнополостные, иглокожие);

в) путем *ценогенеза*, т.е. эмбриональных приспособлений, которые развиваются только у зародышей, а у взрослых исчезают (акулы, ящерицы, гаттерии);

г) путем *общей дегенерации*, т.е. упрощением организации и снижением интенсивности жизнедеятельности, при этом интенсивно развивается половая система и пассивные органы защиты, вследствие чего так же достигается победа в борьбе за существование (паразитические плоские и круглые черви, оболочники, усоногие раки).

3) **Закон целостности и неделимости организма.** Этот закон выражается в том, что каждый организм является единым целым, в котором все органы и ткани находятся в тесной взаимосвязи. Этот закон, сформулированный еще в 13 веке, нашел свое развитие в трудах И.М.Сеченова, И.П.Павлова.

4) **Закон единства формы и функции.** Форма и функция органа образуют единое целое. Этот закон, сформулированный А.Дорном, нашел свое развитие в трудах Н.Клейнберга, П.Ф.Лесгафта.

5) **Закон наследственности и изменчивости.** В ходе возникновения и развития жизни на Земле наследственность играла важную роль, обеспечивая закрепление достигнутых эволюционных преобразований в генотипе. Она неразрывно связана с изменчивостью. Благодаря наследственности и изменчивости стало возможным существование разнообразных групп животных.

6) **Закон гомологичных рядов** гласит о том, что чем ближе генетические виды, тем больше они имеют сходных морфологических и физиологических признаков. Этот закон, сформулированный И.Гете, Ж.Кювье, Э.Геккелем, нашел свое развитие в трудах Н.И.Вавилова.

7) **Закон экономии материала и места.** Согласно этому закону каждый орган и каждая система построены так, чтобы при минимальной затрате строительного материала он могли бы выполнять максимальную работу (П.Ф.Легавт). Подтверждение этого закона можно видеть в строении центральной нервной системы, сердца, почек, печени.

### 8) Основной биогенетический закон (Бэра-Геккеля).

Анатомия изучает организм в течение всей жизни: от момента его возникновения до смерти, и этот путь называется онтогенезом. Итак, **онтогенез** (onto-особь, genesis-развитие) – это **индивидуальное развитие животного**. Онтогенез делится на два этапа: пренатальный (который происходит в организме матери от момента оплодотворения и до рождения) и постнатальный (который происходит во внешней среде после рождения и до смерти).

Пренатальный этап включает в себя три периода: зародышевый, предплодный и плодный. А постнатальный этап шесть: неонатальный период; молочный период; ювенальный период; период полового созревания; период морфофункциональной зрелости и геронтологический период. Каждый из этих этапов характеризуется определенными морфофункциональными особенностями.

Исследуя развитие животных, особенно в пренатальном онтогенезе, К. Бэр и Э.Геккель установили, что **«онтогенез вкратце повторяет филогенез»**. Это положение получило название основного биогенетического закона и говорит о том, животные в процессе индивидуального развития последовательно проходят стадии, которые прошли их предки в ходе исторического развития. Советский ученый А.Н.Северцев дополнил этот закон словами: «...но и онтогенез является базой для филогенеза».

#### Общие принципы строения тела животного.

Для всех домашних животных характерны общие принципы построения тела, а именно:

1. Биполярность (одноосность)- это наличие двух полюсов тела: головного (краниального) и хвостового (каудального).
2. Билатеральность (двусторонняя симметрия) выражается в сходстве по строению правой и левой половин тела, поэтому большинство органов парные (глаза, уши, легкие, почки, грудные и тазовые конечности...).
3. Сегментарность (метамерия) – близлежащие участки тела (сегменты) близки по строению. У млекопитающих сегментарность четко выражена в осевом отделе скелета (позвоночный столб).
4. Закон трубочкообразного построения. Все системы организма (нервная, пищеварительная, дыхательная, мочевыделительная, половая...) развиваются в виде трубок.
5. Большинство непарных органов (пищевод, трахея, сердце, печень, желудок...) располагаются вдоль основной оси тела.

## Лекция №2.

Опорно-двигательный аппарат. Скелет: определение, функции и его филогенез. Строение кости как органа. Классификация костей.

Опорно-двигательный аппарат обеспечивает передвижение и сохранение положения тела животного в пространстве, образует внешнюю форму тела и участвует в обменных процессах. На его долю приходится около 60% от массы тела взрослого животного.

Условно опорно-двигательный аппарат разделяют на пассивную и активную части. К *пассивной части* относят кости и их соединения, от которых зависит характер подвижности костных рычагов и звеньев тела животного (15%). *Активную часть* составляют скелетные мышцы и их вспомогательные приспособления, благодаря сокращениям которых, приводятся в движение кости скелета (45%). Как активная, так и пассивная части имеют общее происхождение (мезодерма) и находятся в тесной взаимосвязи.

**Функции аппарата движения:**

1) Двигательная активность является проявлением жизнедеятельности организма, именно она отличает животные организмы от растительных и обуславливает возникновение самых разнообразных способов передвижения (ходьба, бег, лазанье, плавание, полет).

2) Опорно-двигательный аппарат образует форму тела – экстерьер животного, так как его формирование происходило под влиянием гравитационного поля Земли, то его величина и форма у позвоночных животных отличаются значительным разнообразием, что объясняется разными условиями их обитания (наземное, наземно-древесное, воздушное, водное).

3) Кроме этого, аппарат движения обеспечивает ряд жизненно-важных функций организма: поиск и захват пищи; нападение и активную защиту; осуществляет дыхательную функцию легких (респираторную моторику); помогает сердцу при продвижении крови и лимфы в сосудах («периферическое сердце»).

4) У теплокровных животных (птиц и млекопитающих) аппарат движения обеспечивает сохранение постоянной температуры тела;

*Функции аппарата движения обеспечиваются нервной и сердечно-сосудистой системами, органами дыхания, пищеварения и мочеотделения, кожным покровом, железами внутренней секреции.* Так как развитие аппарата движения неразрывно связано с развитием нервной системы, то при нарушении этих связей происходит сначала *парез*, а затем и *паралич* аппарата движения (животное не может двигаться). При снижении физических нагрузок происходит нарушение обменных процессов и атрофия мышечной и костной тканей.

Органы опорно-двигательного аппарата обладают *свойствами упругих деформаций*, при движении в них возникает механическая энергия в виде упругих деформаций, без которой не могут осуществляться нормальное кровообращение и импульсация головного и спинного мозга. Энергия упругих деформаций в костях преобразуется в пьезоэлектрическую, а в мышцах – в тепловую. Высвобождаемая энергия во время движения, вытесняет кровь из сосудов и вызывает раздражение рецепторного аппарата, от которого нервные импульсы поступают в центральную

нервную систему. Таким образом, работа аппарата движения тесно связана и не может осуществляться без нервной системы, а сосудистая система в свою очередь не может нормально функционировать без аппарата движения.

## СКЕЛЕТ

Основу пассивной части аппарата движения составляет скелет. **Скелет** (греч. *sceletos*-высохший, высушенный; лат. *Skeleton*) – это соединенные в определенном порядке кости, которые образуют твердый каркас (остов) тела животного. Так как по-гречески кость «*os*», то наука о скелете называется *остеологией*.

В состав скелета входит около **200-300** костей (Лошадь, к.р.с. –207-214; свинья, собака, кошка –271-288), которые соединены между собой при помощи соединительной, хрящевой или костной ткани. Масса скелета составляет у взрослого животного от 6% (свинья) до 15% (лошадь, к.р.с.).

Все **функции скелета** можно разделить на две большие группы: механические и биологические. К *механическим функциям* относятся: защитная, опорная, локомоторная, рессорная, антигравитационная, а к *биологическим* – обмен веществ и кроветворение (*гемоцитопоз*).

1) Защитная функция состоит в том, что скелет образует стенки полостей тела, в которых расположены жизненно важные органы. Так, например, в полости черепа находится головной мозг, в грудной клетке – сердце и легкие, в полости таза – мочеполовые органы.

2) Опорная функция заключается в том, что скелет представляет собой опору для мышц и внутренних органов, которые прикрепляясь к костям, удерживаются в своем положении.

3) Локомоторная функция скелета проявляется в том, что кости – это рычаги, которые приводятся в движение мышцами и обеспечивают передвижение животного.

4) Рессорная функция обусловлена наличием в скелете образований, смягчающих толчки и сотрясения (хрящевые прокладки и т.п.).

5) Антигравитационная функция проявляется в том, что скелет создает опору для устойчивости тела, приподнимающегося над землей.

6) Участие в обмене веществ, особенно в минеральном, так как кости - это депо минеральных солей фосфора, кальция, магния, натрия, бария, железа, меди и других элементов.

7) Буферная функция. Скелет выполняет роль буфера, который стабилизирует и поддерживает постоянный ионный состав внутренней среды организма (гомеостаз).

8) Участие в гемоцитопозе. Расположенный в костномозговых полостях красный костный мозг вырабатывает клетки крови. Масса костного мозга по отношению к массе костей у взрослых животных составляет примерно 40-45%.

## ДЕЛЕНИЕ СКЕЛЕТА

Скелет – это каркас тела животного. Его принято делить на основной и периферический.

К осевому скелету относят скелет головы (череп- cranium), скелет шеи, туловища и хвоста. Самое сложное строение имеет череп, так как в нем располагаются головной мозг, органы зрения, обоняния, равновесия и слуха, ротовая и носовая полости. Основной частью скелета шеи, туловища и хвоста является позвоночный столб (columna vertebralis).

Позвоночный столб разделяют на 5 отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой. Шейный отдел состоит из шейных позвонков (v.cervicalis); грудной отдел - из грудных позвонков (v.thoracica), ребер (costa) и грудной кости (sternum); поясничный – из поясничных позвонков (v.lumbalis); крестцовый – из крестцовой кости (os sacrum); хвостовой – из хвостовых позвонков (v.caudalis). Наиболее полное строение имеет грудной отдел туловища, где имеются грудные позвонки, ребра, грудная кость, которые в совокупности формируют грудную клетку (thorax), в которой располагаются сердце, легкие, органы средостения. Наименьшее развитие, у наземных животных имеет хвостовой отдел, что связано с потерей локомоторной функции хвоста при переходе животных к наземному образу жизни.

**Осевой скелет подчинен следующим закономерностям строения тела, которые обеспечивают подвижность животного. К ним относят:**

1) Биполярность (одноосность) выражается в том, что все отделы осевого скелета расположены на одной оси тела, причем, на краниальном полюсе находится череп, а на противоположном - хвост. Признак одноосности позволяет установить в теле животного два направления: краниальное - в сторону головы и каудальное в сторону хвоста.

2) Билатеральность (двусторонняя симметрия) характеризуется тем, что скелет также как и туловище может быть разделен сагиттальной, медиальной плоскостью на две симметричные половины (правую и левую), в соответствии с этим позвонки будут делиться на две симметричные половины. Билатеральность (антимерия) дает возможность различать на теле животного латеральное (боковое, наружное) и медиальное (внутреннее) направления.

3) Сегментарность (метамерия) заключается в том, что тело может быть разделено сегментными плоскостями на определенное число сравнительно одинаковых метамеров - сегментов. Метамеры следуют вдоль оси спереди назад. На скелете такими метамерами являются позвонки с ребрами.

4) Тетраподия – это наличие 4 конечностей (2 грудных и 2 тазовых)

5) И последней закономерностью является, обусловленное силой тяжести, расположение в позвоночном канале нервной трубки, а под ней кишечной трубки со всеми её производными. В связи с этим на теле намечают дорсальное направление - в сторону спины и вентральное направление - в сторону живота.

*Периферический скелет* представлен двумя парами конечностей: грудными и тазовыми. В скелете конечностей присутствует только одна закономерность – билатеральность (антимерия). Конечности парные, имеются левые и правые конечности. Остальные элементы ассиметричны. На конечностях различают пояса (грудной и тазовый) и скелет свободных конечностей.

При помощи пояса свободная конечность присоединяется к позвоночному столбу. Первоначально пояса конечностей имели по три пары костей: лопатку, ключицу и коракоидную кость (все сохранилось у птиц), у животных осталась, только одна лопатка, от коракоидной кости сохранился лишь отросток на бугорке лопатки с медиальной стороны, рудименты ключицы имеются у хищников (собака и кошка). В тазовом поясе хорошо развиты все три кости (подвздошная, лонная и седалищная), которые срастаются между собой.

Скелет свободных конечностей имеет три звена. Первое звено (stilopodium) имеет один луч (греч. stilos - столбик, podos- нога): на грудной конечности - это плечевая кость, на тазовой - бедренная. Вторые звенья (zeugopodium) представлены двумя лучами (zeugos - пара): на грудной конечности - это лучевая и локтевая кости (кости предплечья), на тазовой - большеберцовая и малоберцовая кости (кости голени). Третьи звенья (autopodium) образуют: на грудной конечности – кисть, на тазовой – стопу. В них различают базиподий (верхний участок - кости запястья и соответственно заплюсны), метаподий (средний - кости пясти и плюсны) и акроподий (самый крайний участок - фаланги пальцев).

## ФИЛОГЕНЕЗ СКЕЛЕТА

В филогенезе позвоночных скелет развивается в двух направлениях: наружный и внутренний.

**Наружный скелет** выполняет защитную функцию, свойственен низшим позвоночным и располагается на теле в виде чешуи или панциря (черепаха, броненосец). У высших позвоночных наружный скелет исчезает, но отдельные его элементы остаются, изменяя свое назначение и месторасположение, становятся *покровными костями черепа* и, располагаясь уже под кожей, связаны с внутренним скелетом. *В фило - онтогенезе такие кости проходят только две стадии развития (соединительно-тканную и костную) и называются первичными. Они не способны регенерировать – при травме костей черепа их вынуждены заменять искусственными пластинами.*

**Внутренний скелет** выполняет, в основном, опорную функцию. В ходе развития под воздействием биомеханической нагрузки он постоянно изменяется. Если рассматривать беспозвоночных животных, то у них внутренний скелет имеет вид перегородок, к которым прикрепляются мышцы.

У примитивных *хордовых* животных (ланцетника), наряду с перегородками, появляется ось - хорда (клеточный тяж), одетый соединительнотканными оболочками.

У *хрящевых рыб* (акулы, скаты) уже вокруг хорды сегментально формируются хрящевые дужки, которые в дальнейшем образуют позвонки. Хрящевые позвонки, соединяясь друг с другом, формируют позвоночный столб, вентрально к нему присоединяются ребра. Таким образом, хорда остается в виде пульпозных ядер между телами позвонками. На краниальном конце тела формируется череп и вместе с позвоночным столбом участвует в образовании осевого скелета. В дальнейшем, хрящевой скелет заменяется костным, менее гибким, но более прочным.

У костистых рыб осевой скелет построен из более прочной - грубо-волокнуистой костной ткани, которая характеризуется наличием минеральных солей и беспорядочным расположением коллагеновых (оссеиновых) волокон в аморфном компоненте.

С переходом животных к наземному образу жизни, у амфибий формируется новая часть скелета - скелет конечностей. В результате этого, у наземных животных формируется, кроме осевого скелета, ещё и периферический (скелет конечностей). У амфибий, так же как у костистых рыб, скелет построен из грубо-волокнуистой костной ткани, но у более высокоорганизованных наземных животных (рептилии, птиц и млекопитающих) скелет уже построен из пластинчатой костной ткани, состоящей из костных пластинок, содержащих коллагеновые (оссеиновые) волокна, расположенные упорядоченно.

Таким образом, внутренний скелет позвоночных животных проходит в филогенезе три стадии развития: соединительно-тканную (перепончатую), хрящевую и костную. Кости внутреннего скелета, проходящие все эти три стадии, называются вторичными (примордиальными).

## ОНТОГЕНЕЗ СКЕЛЕТА

В соответствии с основным биогенетическим законом Бэра и Э.Геккеля в онтогенезе скелет проходит так же три стадии развития: перепончатую (соединительно-тканную), хрящевую и костную.

На самой ранней стадии развития зародыша опорной частью его тела является плотная соединительная ткань, которая формирует перепончатый скелет. Затем у зародыша появляется хорда, и вокруг нее начинают формироваться вначале хрящевой, а позднее костный позвоночный столб и череп, а затем конечности.

В предплодном периоде весь скелет, за исключением первичных покровных костей черепа, хрящевой и составляет около 50% от массы тела. Каждый хрящ имеет форму будущей кости и покрыт надхрящницей (плотной соединительно-тканной оболочкой). В этот период начинается окостенение скелета, т.е. формирование костной ткани на месте хряща. Окостенение или оссификация (лат. os-кость, facio-делаю) происходит как с наружной поверхности (перихондральная оссификация), так и изнутри (энхондральная оссификация). На месте хряща образуется грубо-волокнуистая костная ткань. В результате этого, у плодов скелет построен из грубо-волокнуистой костной ткани.

Только в неонатальный период грубо-волокнуистая костная ткань замещается на более совершенную пластинчатую костную ткань. В этот период требуется особое внимание к новорожденным, так как их скелет еще не отличается прочностью. Что же касается хорды, то ее остатки располагаются в центре межпозвоночных дисков в виде пульпозных ядер. Особое внимание в этот период надо обратить на покровные кости черепа (затылочную, теменные и височные), так как они минуют хрящевую стадию. Между ними в онтогенезе образуются значительные соединительно-тканые пространства, называемые родничками

(fonticulus), только к старости они полностью подвергаются окостенению (эндесмальная оссификация).

## СТРОЕНИЕ КОСТИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ БИОХИМИКА

Кости скелета имеют сложный химический состав. Каждая кость состоит из органических и неорганических соединений. К **неорганическим соединениям** относятся *вода и минеральные соли* (соли кальция, фосфора, магния, натрия, калия и других элементов). **Органические соединения** в основном представлены *белком (оссеином) и липидами* (желтый костный мозг). Кость, извлеченная из организма взрослого животного, содержит примерно 50% воды, 22% минеральных солей, 12% оссеина и 16% липидов. Эластичность кости зависит от оссеина, а твердость – от минеральных солей. Специфическое соединение органических и неорганических веществ придает кости упругость, эластичность, прочность и твердость. По твердости и упругости кость можно сравнить с медью, бронзой, железобетоном. Однако, соотношение составных компонентов кости может изменяться под воздействием многих факторов и зависит от возраста (у молодых животных соотношение оссеина к минеральным элементам 1:1, у взрослых 1:2, а у старых 1:7, т.е. с возрастом теряется эластичность и упругость кости, но возрастает ее твердость и хрупкость), питания (может быть несбалансированность рациона по кальцию и фосфору) и времени года (в конце пастбищного сезона всегда максимальное содержание минеральных веществ).

## СТРОЕНИЕ КОСТИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ГИСТОЛОГА

Кость состоит из нескольких тканей, но основной является:

**1) Костная ткань.** Она чрезвычайно лабильна (постоянно и быстро изменяется), это единственная ткань в организме, кроме крови, которая может полностью восстанавливаться после повреждения. В ней происходят постоянно два диаметрально противоположных процесса - разрушение (резорбция) и восстановление (регенерация). Эти процессы происходят под влиянием механических сил, возникающих в период статики и динамики животного, и обеспечивают обновление скелета. Согласно экспериментальным исследованиям, скелет человека полностью обновляется в течение 6 месяцев.

Костная ткань состоит из *клеток и межклеточного вещества*. Существует три типа костных клеток:

а) Остеобласты - это молодые остеобразующие клетки, которые синтезируют межклеточное вещество - матрикс. По мере накопления межклеточного вещества остеобласты замуровываются в нем и становятся остеоцитами. Вспомогательной функцией остеобластов является участие в процессе отложения солей кальция в межклеточном веществе (кальцификации матрикса).

б) Остеоциты - это зрелые костные клетки. Они обеспечивают структурную и метаболическую интеграцию (объединение) кости. Существует мнение, что эти

клетки участвуют в образовании оссеина (белкового компонента кости) и лизировании (растворении) межклеточного неминерализованного матрикса.

в) Остеокласты - гигантские многоядерные клетки, появляющиеся в местах рассасывания костных структур. Функция их заключается в удалении продуктов распада кости и лизисе минерализованных структур.

г) Межклеточное вещество (костный матрикс) в основном представлено коллагеновыми волокнами и аморфным компонентом, который заполняет промежутки между волокнами и клетками. На основе коллагеновых волокон откладывается минеральная часть костной ткани в виде двухфазной системы минералов: кристаллического *гидроксиапатита* и аморфного *фосфата кальция* (более лабильного). Благодаря наличию кристаллической фазы минералов в костях при упругих деформациях возникает пьезоэлектричество. Таким образом, образуется энергия, необходимая для происходящих в костях преобразований. Кость поляризуется: вогнутые части кости заряжаются отрицательно (обычно достраиваются костной тканью), выпуклые положительно (в них происходит резорбция - разрушение костной ткани).

Различают два вида костной ткани:

- *Грубо-волокнистую*, для которой характерно беспорядочное расположение коллагеновых волокон в межклеточном веществе; из этой ткани построен скелет плода и новорожденного, а у взрослого организма она встречается в зонах прикрепления сухожилий к костям и в швах черепах после их зарастания (синостозирования);

- *Пластинчатую*, особенностью которой является то, что коллагеновые (оссеиновые) волокна располагаются упорядоченно и формируют цилиндрические пластины, вставленные одна в другую вокруг сосудов и нервов. Эти образования получили названия «остеон». Итак, структурной единицей пластинчатой костной ткани являются остеоны.

Остеон (osteonium) представляет собой систему костных пластинок, концентрически расположенных вокруг канала, в котором проходят сосуды и нервы (гаверсов канал). Каждый остеон состоит из 5-20 цилиндрических пластинок и имеет диаметр 3-4 мм. Они склеены между собой аморфным веществом, пропитанным минеральными солями. Остеоны располагаются не беспорядочно, а соответственно функциональной нагрузке на кость. Из остеонов формируются перекладины костного вещества, или балки, которые в свою очередь образуют компактное вещество (если перекладины лежат плотно) или губчатое вещество (если перекладины лежат рыхло) кости. Из пластинчатой костной ткани в основном построен скелет взрослого организма.

Кроме костной ткани имеются:

**2) Хрящевая ткань** - покрывает суставные поверхности костей (гиалиновый хрящ) и образует зоны роста кости (метафизарный хрящ). Хрящевая ткань состоит из клеток (хондробластов, хондроцитов, хондокластов) и межклеточного вещества. Особенностью последнего является его сложный химический состав. В межклеточном веществе хряща органические компоненты представлены мукополисахаридами (хондроитинсерная кислота, кератинсульфат). Структурной единицей хрящевой ткани является хондрон, который представляет собой

изогенную группу клеток, объединенную межклеточным веществом и окруженную капсулой.

Различают три вида хрящевой ткани:

- *гиалиновый хрящ* (из него построены в основном скелет эмбриона, у взрослого – суставные, реберные хрящи, хрящи гортани трахей, бронхов);
- *волокнистый хрящ* (образует межпозвоночные диски, мениски);
- *эластический хрящ* (формирует ушную раковину, наружный слуховой проход).

**3) Соединительная ткань** состоит из небольшого количества клеток (фибробластов, фиброцитов..), волокон (коллагеновых, эластических, ретикулярных) и аморфного вещества. Основу аморфного компонента составляют гелеобразные мукополисахариды (нейтральные и кислые гликозамингликаны).

Различают несколько видов соединительной ткани:

- *Рыхлая соединительная ткань* всегда сопровождает сосуды (кровеносные и лимфатические) и нервы. Ее особенностью является преобладание клеток и аморфного компонента над волокнами. Рыхлая соединительная ткань образует внутренний слой надкостницы, выстилает изнутри костномозговую полость и формирует трабекулы, по которым внутрь кости проникают нервы, кровеносные и лимфатические сосуды;

- Плотная соединительная ткань покрывает кость снаружи и формирует фиброзный слой надкостницы. Ее характерной особенностью является преобладание волокнистых структур в межклеточном веществе.

**5) Миелоидная ткань** образует паренхиму красного костного мозга и в ней происходит развитие клеток крови (эритроцитов, лейкоцитов...).

**6) Кровь, лимфа** - жидкие ткани внутренней среды, которые участвуют в транспорте питательных веществ, кислорода, углекислого газа и конечных продуктов обмена. Они выполняют трофическую, транспортную и защитную функции. В костях содержится до 50% всей венозной крови.

**7) Эндотелий** – это особый вид эпителиальных тканей, который образует внутреннюю стенку сосудов.

**8) Нервная ткань** - в виде нервов и нервных окончаний.

## СТРОЕНИЕ КОСТИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ АНАТОМА

Каждая кость (лат. Os - кость) является самостоятельным органом. Она имеет определенную форму, величину, строение. Кость как орган у взрослого животного состоит из тесно связанных друг с другом следующих компонентов:

**1) Надкостница** - periosteum, располагается на поверхности кости и состоит из двух слоев. Наружный (фиброзный) слой построен из плотной соединительной ткани и выполняет защитную функцию, укрепляет кость и увеличивает ее упругие свойства. Внутренний (остеогенный) слой надкостницы построен из рыхлой соединительной ткани, в которой имеются нервы, сосуды и значительное количество остеобластов (остеообразующих клеток). За счет этого слоя происходит развитие, рост в толщину и регенерация костей после повреждения. Надкостница прочно

срастается с костью при помощи соединительно-тканых прободающих (шарпеевских) волокон, проникающих в глубь кости. Таким образом, надкостница выполняет защитную, трофическую и остеобразующую функции.

Кость без надкостницы, как дерево без коры, существовать не может. Надкостница же, с аккуратно извлеченной из нее костью, может вновь образовывать кость за счет неповрежденных клеток своего внутреннего слоя.

2) **Компактное (плотное) вещество** кости – *substantia compacta* -располагается за надкостницей и построено из пластинчатой костной ткани, которая формирует костные перекладки (балки). Отличительной особенностью компактного вещества является плотное расположение костных перекладок. Прочность компакты обеспечивается слоистым строением и каналами, внутри которых располагаются сосуды, несущие кровь. По прочности компактное вещество приравняется к чугуну или граниту.

3) **Губчатое вещество** кости - *substantia spongiosa* – располагается под компактным веществом внутри кости и построено так же из пластинчатой костной ткани. Отличительной особенностью губчатого вещества является то, что костные перекладки располагаются рыхло и образуют ячейки, поэтому губчатое вещество действительно напоминает по строению губку. По сравнению с компактным оно обладает гораздо больше выраженными деформационными свойствами и формируется именно в тех местах, где на кость действуют силы сжатия и растяжения. Направление костных балок губчатого вещества соответствует основным линиям напряжения. Упругие деформации в губчатом веществе выражены значительно сильнее (4-6 раз). Распределение компактного и губчатого веществ зависит от функциональных условий кости. Компактное вещество находится в тех костях и в тех частях их, которые выполняют функции опоры и движения (например, в диафизах трубчатых костей). В места, где при большом объеме требуется сохранить легкость и вместе с тем прочность, образуется губчатое вещество (например, в эпифизах трубчатых костей).

4) Внутри кости располагается **костномозговая полость** – *cavum medullae*, стенки которой изнутри, так же как и поверхность костных балок покрыта тонкой волокнистой соединительно-тканной оболочкой **эндоостом** -*endoosteum*. Как и периост, эндоост в своем составе имеет остеобласты, за счет которых кость растет изнутри и восстанавливается при переломах.

5) В ячейках губчатого вещества и костномозговой полости находится **красный костный мозг** – *medulla ossium rubra*, в котором протекают процессы кроветворения. У плодов и новорожденных все кости кроветворят, но с возрастом, постепенно, происходит замещение миелоидной (кроветворной) ткани на жировую и красный костный мозг превращается в желтый - *medulla ossium flava* - и теряет функцию кроветворения (у домашних животных этот процесс начинается со второго месяца после рождения). Соотношение между красным и желтым костным мозгом у месячных телят составляет 9:1, а у взрослых – 1:1. Дольше всего сохраняется красный костный мозг в губчатом веществе позвонков и грудной кости.

6) **Суставной хрящ** – *cartilago articularis* - покрывает суставные поверхности кости и построен из гиалиновой хрящевой ткани. Толщина хряща очень сильно варьирует. Как правило, в проксимальном отделе кости он тоньше, чем в

дистальном. Суставной хрящ не имеет надхрящницы и никогда не подвергается окостенению. При большой статической нагрузке он истончается.

**Таким образом, в кости взрослого животного послойно выделяют:**

1) надкостницу, 2) компактное вещество, 3) губчатое вещество, 4) костномозговую полость с эндоостом, 5) костный мозг, 6) суставной хрящ.

У растущей кости, кроме указанных выше 6-ти компонентов имеются еще и другие, формирующие зоны роста кости. В такой кости есть еще **метафизарный хрящ**, отделяющий тело кости (диафиз) от ее концов (эпифизов), и три вида особо построенной костной ткани, контактирующей с данным хрящом и называемой **субхондральной костью**.

## КЛАССИФИКАЦИЯ КОСТЕЙ

В основу классификации положены форма (строение), развитие и функция костей.

По форме различают следующие типы костей:

1) **Длинные кости** (*os longum*) бывают дугообразными (ребра) и трубчатыми. Для них характерно преобладание длины над шириной и толщиной. Трубчатые кости выполняют в скелете функцию рычагов передвижения, здесь совершаются движения с большой амплитудой. В них различают удлинённую часть - тело, или диафиз, и утолщенные концы - эпифизы. Свое название они получили благодаря тому, что в средней части диафиза формируется полость для костного мозга. Между диафизом и эпифизом находится метафиз, который, как говорилось выше, за счет метафизарного хряща обеспечивает рост костей в длину. Среди трубчатых костей выделяют: длинные трубчатые (плечевая, бедренная, кости предплечья и голени) и короткие трубчатые (кости пясти, плюсны, фаланги пальцев). При этом следует отметить, что рост отдельных костей скелета может происходить асинхронно. Например, лучевая кость растет быстрее локтевой (возрастное отклонение, не выходящее за границы нормы).

2) **Короткие (губчатые) кости** (*os breve*) состоят из губчатого вещества, покрыты снаружи тонким слоем компакты или суставным хрящом. Имеют форму неправильного куба или многогранника; их длина, ширина и толщина близки по размеру. К ним относятся кости запястья и плюсны. Они располагаются в местах, где большая подвижность сочетается с большой нагрузкой, и чаще выполняют рессорную функцию. К этому типу костей следует так же относить сесамовидные кости, развивающиеся за счет окостенения сухожилий мышц.

3) **Плоские кости** (*os planum*) участвуют в образовании стенок полостей и поясов конечностей, выполняя защитную функцию (кости крыши черепа, грудина, лопатка, кости таза). Эти кости представляют собой обширные поверхности для прикрепления мышц, на них различают края и углы. Состоят из двух слоев компакты, между которыми находится небольшое количество губчатого вещества.

4) **Смешанные кости** (*os irregulare, mixtum*). Имеют сложную форму и сочетают в себе черты устройства нескольких типов. Эти кости состоят из нескольких частей, имеющих различное строение, очертание и происхождение. К

ним относятся, например позвонки, кости основания черепа. В некоторых костях черепа проходит большое количество вен, тогда эти кости называются «диплоэ».

5) **Воздухоносные кости** (*os pneumaticum*) имеют в своем теле полость (синус, пазуху), выстланную слизистой оболочкой и заполненную воздухом (верхнечелюстная, лобная, клиновидная). Последние могут сообщаться с носовой полостью.

***По происхождению различают:***

1) **Первичные кости** - это кости, которые развиваются из мезенхимы и проходят только две стадии развития: соединительно-тканную и костную. К ним относятся покровные кости черепа: резцовая, верхнечелюстная, носовая, лобная, теменная, межтеменная, чешуя височной кости. Для них характерна эндесмальная (*en - в, desma -соединительная ткань*) оссификация

У новорожденных и молодых животных покровные кости связаны между собой и с другими костями соединительно-тканными пластинками - родничками (лобно-теменной, затылочно-теменной). Роднички обеспечивают пластичность черепа, что важно при рождении и рост черепа. К первичным костям так же относятся ключица, нижняя челюсть, хоботковая кость свиньи, сесамовидные кости и кость полового члена хищных.

2) **Вторичные кости** - это кости, которые развиваются из склеротома мезодермы и проходят три стадии развития (соединительно-тканную, хрящевую, костную). К ним относятся большинство костей внутреннего скелета.

*Окостенение вторичных костей происходит сложнее.* Оссификация, в частности, в трубчатых костях протекает из трех точек окостенения - двух эпифизарных и одной диафизарной (основные точки окостенения). Сам же процесс формирования костей на базе хрящевых зачатков протекает следующим образом. Замещение хрящевой ткани костной включает перихондральное и энхондральное окостенение. Перихондральное окостенение начинается с появления с внутренней стороны надхрящницы в средней части диафиза остеобластов, образующих в виде манжетки сначала фиброзную костную ткань, а затем пластинчатую. Хрящевые клетки внутри перихондрального пояса рассасываются, основное вещество хряща обызвествляется, прочность диафиза возрастает. В этом месте надхрящница становится надкостницей, формируя костную манжетку, и перихондральное окостенение переходит в периостальное. Образование костной манжетки нарушает питание хряща, начинается необратимый процесс разрушения, который усиливается благодаря деятельности специальных клеток - хондрокластов. В образующиеся полости вырастают кровеносные сосуды, а вместе с ними проникают элементы остеобластической ткани, последняя дифференцируется на остеобласты и остеокласты. Остеокласты разрушают хрящ, остеобласты размножаются и превращаются в костные клетки, возникает энхондральная кость. В дальнейшем периостальная и энхондральная кости растут параллельно. Периостальная костная манжетка растет в длину к эпифизам хряща и в толщину. Эпифизы некоторое время остаются хрящевыми, поэтому они растут быстрее диафизов и в длину и в ширину. Энхондральные центры окостенения

появляются в эпифизах длинных костей в разное время. В этих центрах происходит обызвествление хряща, его резорбция, формируется сначала энхондральная, а затем перихондральная кость. К концу плодотворного периода в костях могут появляться и дополнительные точки окостенения- апофизы, появляются там, где кости имеют значительные выступы, бугры. Окостеневший диафиз и эпифизы соединяются в трубчатых костях хрящевыми пластинками - метафизарными хрящами - зонами роста. За счет метафизарного хряща происходит рост кости в длину, с их окостенением прекращается рост кости.

*Рост кости заканчивается тогда, когда все основные и добавочные точки окостенения сливаются в одну общую костную массу, т.е. происходит синостозирование.*

## ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОСТЕЙ

Основоположник функциональной анатомии **П.Ф. Лесгафт** сформулировал ряд общих закономерностей формирования костей. Среди них, целесообразно выделить следующие:

- 1) **Костная ткань образуется** в местах наибольшего сжатия или натяжения;
- 2) **Степень развития костей** пропорциональна интенсивности деятельности связанных с ним мышц. Внешняя форма костей меняется под влиянием растяжения и давления, а кости развиваются тем лучше, чем интенсивнее деятельность связанных с ними мышц. Форма и рельеф костей зависит от характера прикрепления мышц. Так, если мышца прикрепляется к кости с помощью сухожилий, то в этой области формируется бугор, отросток, а если мышца вплетается в надкостницу широким пластом, то формируется углубление;
- 3) **трубчатое и арочное строение костей** обеспечивает наибольшую прочность и легкость при минимальной затрате костного материала;
- 4) **внешняя форма костей** зависит от давления на них окружающих тканей и органов и меняется при уменьшении или увеличении давления. На форму и положение костей влияют органы, для которых они образуют костные вместилища, ямки и т.п. В местах прохождения сосудов на костях обязательно имеются борозды;
- 5) **перестройка формы кости происходит под влиянием внешних (для кости) сил**. Рельеф костей резко выражен у старых рабочих животных и сглажен у молодняка.

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА РАЗВИТИЕ КОСТИ

Большое значение на развитие кости оказывает эндокринная система. Все основные точки окостенения в костях скелета появляются до начала полового созревания. С окончанием процесса синостозирования заканчивается рост костей в длину.

Выявлена зависимость строения кости от состояния нервной системы, которая осуществляет трофику кости. При усилении трофики в ней откладывается больше костной ткани, и она становится более плотной, компактной (остеосклероз). Наоборот, при ослаблении трофики наблюдается разрежение кости - остеопороз.

Развитие кости находится в тесной взаимосвязи с кровеносной системой. Весь процесс окостенения от момента появления первой точки окостенения до окончания синостозирования происходит при непосредственном участии сосудов, которые, проникая в хрящ, способствуют его разрушению и замещению костной тканью. Окостенение и рост кости после рождения также протекает в тесной зависимости от кровоснабжения: костные пластинки остеонов всегда формируются вокруг кровеносных сосудов.

Изменения в кости происходят под влиянием физических нагрузок, которые вызывают внутреннюю перестройку компактного вещества (увеличение количества и размеров остеонов). Правильно дозированная физическая нагрузка замедляет процессы старения кости.

В старческом возрасте изменения в скелете связаны с возросшей скоростью резорбции кости и сниженными процессами образования костного матрикса.

Кость живого организма - это динамическая структура, которая приспосабливается к изменяющимся условиям жизни, под влиянием которых происходит постоянная ее перестройка на макро-микроскопическом уровне.

### Лекция №3 Остеология- Артрология

Понятие об артрологии. Типы соединения костей. Строение сустава.

Оси и виды движения в суставах. Фило-онтогенез соединений скелета.

Классификация суставов. Общие закономерности артрологии.

**Кости в организме животного расположены не изолированно друг от друга, а соединены между собой в единое целое. Эти соединения удерживают кости друг возле друга и обеспечивают им подвижность. В зависимости от характера связи различают три типа соединения костей: непрерывный, полупрерывный и прерывный.**

**I. Непрерывный тип** соединения (*SYNARTHROSIS*, синартроз) - это соединение костей при помощи сплошного слоя ткани, занимающего полностью промежутки между костями. Непрерывные соединения весьма прочны, однако их подвижность ограничена или вообще отсутствует. В зависимости от того, какой тканью соединяются кости, различают четыре вида синартроза.

**1) Синсаркоз** (*SYNSARCOSIS*) - это соединение костей при помощи мышечной ткани. Примером такого соединения является прикрепление грудной конечности к туловищу, которое осуществляется мышцами плечевого пояса.

**2) Синдесмоз** (*SYNDESMOSIS*) - это соединение костей при помощи плотной волокнистой соединительной ткани. Если в ней преобладают эластические волокна, то такой вид соединения называют синэластоз (*Synelastosis*). Синдесмозы встречаются в виде связок, мембран и швов.

а) **Швы** (*SUTURAE*) содержат незначительное количество соединительной ткани и, как правило, образуют прослойки между плоскими костями черепа. С возрастом швы кальцифицируются и волокнистая соединительная ткань превращается в грубоволокнистую костную ткань. В зависимости от конфигурации краев соединяющихся костей различают зубчатый, плоский, чешуйчатые и

листочковые швы. Швы представляют собой прочные, малоподвижные, а иногда практически неподвижные соединения костей черепа.

б) Мембраны (*MEMBRANAE*) состоят из коллагеновых волокон и представляют собой тонкие пластины между костями. Они прочно удерживают одну кость возле другой и служат местом начала многих мышц. Например, кости предплечья соединяются межкостной мембраной; затылочно-атлантный сустав имеет мембраны.

в) Связки (*LIGAMENTA*) – это толстые пучки коллагеновых волокон, которые располагаются на поверхности двух рядом лежащих костей и соединяют их. Связки укрепляют суставы и ограничивают их движения. Связки могут располагаться как внутри сустава (*внутрикапсульные связки*), так и снаружи (*внекапсульные связки*). Толщина и форма связок зависят от особенностей строения сустава и действующей на него силы тяжести. Связки не только укрепляют сустав, но и направляют, а также ограничивают движения.

г) Разновидностью синдесмоза в области черепа является так же альвеолярно-зубное соединение (*GOMPHOSIS*) – это соединение корня зуба со стенками костной зубной альвеолы при помощи коллагеновых волокон (старое название «вколачивание»).

Схема 1



3) **Синхондроз** (*SYNCHONDROSIS*) - это соединения костей при помощи хрящевой ткани, которая обеспечивает не только прочность, но и упругость связи между костями при малой подвижности. Синхондрозы бывают *постоянными* (например, тела позвонков друг с другом соединяются при помощи волокнистой хрящевой ткани, которая образует межпозвоночные диски, они сохраняются в течение всей жизни и обеспечивают определенную подвижность позвоночного столба). Однако, большинство синхондрозов *временные*, так как хрящевая прослойка между эпифизами и диафизом костей сохраняется лишь до определенного возраста, после чего хрящ замещается костной тканью (например, метафизарная хрящевая ткань).

4) **Синостоз** (*SINOSTOSIS*) - это соединение костей при помощи костной ткани, которая обеспечивает неподвижность. Синостозы появляются по мере окостенения синхондрозов между отдельными костями (например, крестцовые позвонки срастаются в одну крестцовую кость; подвздошная, лонная, седалищная кости срастаются, образуя тазовые кости).

Таким образом, на протяжении жизни животного один вид непрерывного соединения может заменяться другим. Так, некоторые синдесмозы и синхондрозы подвергаются окостенению. Например, с возрастом происходит окостенение швов между плоскими костями черепа.

**II. Полусустав (SYPHISIS, СИМФИЗ)** - является переходной формой между непрерывным и прерывным типами соединения.

Полусустав - это соединение костей при помощи хряща, в толще которого имеется щелевидная полость, заполненная жидкостью (зачаток суставной полости). Особенностью полусустава является отсутствие синовиальной оболочки. Примером является тазовое сращение (*symphysis pelvini*) между правой и левой тазовыми костями, где в хрящевой основе у самок есть полость, обеспечивающая расхождение костей таза при родах.

**III.** Другой тип соединения костей - это **прерывное** соединение (**DYARTROSIS, ДИАРТРОЗ**). Прерывные соединения еще называются суставами (*articulatio*). Именно суставы обеспечивают костям наибольшую подвижность и позволяют им совершать движения в разных направлениях. Для суставов характерно наличие «прерывности» - суставной щели.

### Строение сустава

**В каждом суставе различают основные элементы и добавочные образования.**

К **основным** элементам относятся суставные поверхности соединяющихся костей, суставная капсула, окружающая концы костей и суставная полость, находящаяся внутри капсулы.

**1) Суставные поверхности** соединяющихся костей обычно покрыты гиалиновой хрящевой тканью (*cartilago articularis*), и, как правило, соответствуют друг другу. Если на одной кости поверхность выпуклая (суставная головка), то на другой она соответственно вогнутая (суставная впадина). Суставной хрящ лишен кровеносных сосудов и надхрящницы. Он состоит на 75-80% из воды, и 20-25% массы приходится на сухое вещество, около половины которого составляет коллаген, соединенный с протеогликанами. Первый придает хрящу прочность, вторые – упругость. Суставной хрящ защищает суставные концы костей от механических воздействий, уменьшая давление и равномерно распределяя его по поверхности.

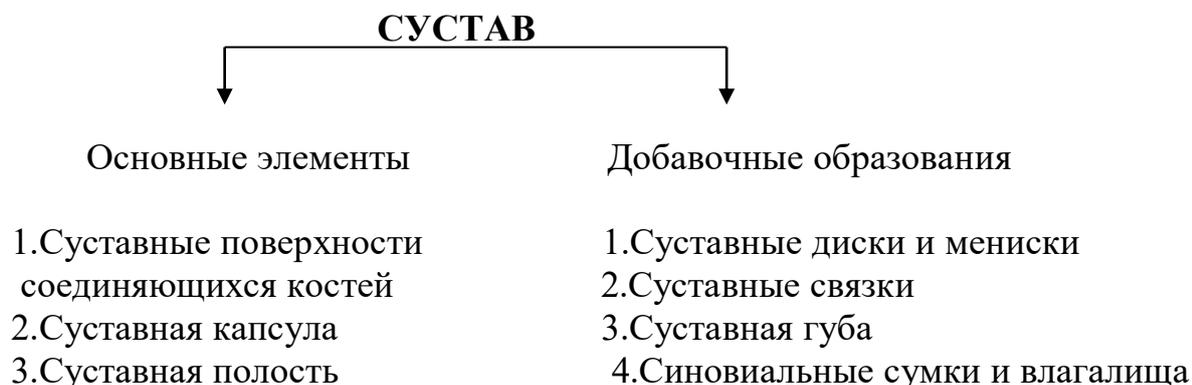
**2) Суставная капсула** (*capsula articularis*), окружающая суставные концы костей, прочно срастается с надкостницей и образует замкнутую суставную полость. Капсула состоит из двух слоев: наружного-фиброзного и внутреннего - синовиального. Наружный слой представлен толстой прочной фиброзной мембраной, образованной волокнистой соединительной тканью, коллагеновые волокна которой направлены преимущественно продольно. Внутренний слой суставной капсулы образован тонкой гладкой блестящей синовиальной мембраной. Синовиальная мембрана состоит из плоской и ворсинчатой частей. Последняя имеет множество небольших выростов, обращенных в полость сустава, - *синовиальные ворсинки*, очень богатые кровеносными сосудами. Количество ворсинок и складок

синовиальной оболочки прямо пропорционально степени подвижности сустава. Клетки внутреннего синовиального слоя выделяют специфическую, вязкую, прозрачную жидкость желтоватого цвета - синовию.

3) **Синовия** (synovia) увлажняет суставные поверхности костей, уменьшает трение между ними и является питательной средой для суставного хряща. По своему составу синовия близка к плазме крови, но содержит меньше белка и обладает большей вязкостью (вязкость в усл. ед.: синовия - 7, а плазма крови - 4,7). Она содержит 95% воды, остальная часть – белки (2,5%), углеводы (1,5%) и соли (0,8%). Количество ее зависит от функциональной нагрузки, падающей на сустав. Даже в таких крупных суставах, как коленный и тазобедренный, ее количество не превышает в среднем 2-4 мл у человека.

4) **Суставная полость** (cavum articulare) находится внутри суставной капсулы и заполнена синовией. Форма суставной полости зависит от формы сочленяющихся поверхностей, наличия вспомогательных приспособлений и связок. Особенностью суставной капсулы является то, что давление в ней ниже атмосферного.

Схема 2.



К **добавочным** образованиям сустава относятся:

1) **Суставные диски и мениски** (discus et meniscus articularis). Они построены из волокнистого хряща и расположены в полости сустава между соединяющимися костями. Так, например, мениски имеются в коленном суставе, а диск - в височно-челюстном. Они как бы сглаживают неровности сочленяющихся поверхностей, делают их конгруэнтными, амортизируют сотрясения и толчки при передвижении.

2) **Суставные связки** (ligamentum articularis). Они построены из плотной соединительной ткани и могут располагаться как снаружи, так и внутри суставной полости. Суставные связки укрепляют сустав и ограничивают размах движения.

3) **Суставная губа** (labium articularis) состоит из хрящевой ткани, располагается в виде кольца вокруг суставной впадины и увеличивает ее размер. Суставную губу имеют плечевой и тазобедренный суставы.

4) К вспомогательным образованиям суставов относятся так же **синовиальные сумки** (bursa synovialis) и **синовиальные влагалища** (vagina synovialis) – небольшие полости, образованные синовиальной мембраной и заполненные синовиальной жидкостью.

### Оси и виды движения в суставах

Движения в суставах совершаются вокруг трех взаимно перпендикулярных осей.

- 1) Вокруг *фронтальной оси* возможно:
  - А) сгибание (flexio), т.е. уменьшение угла между соединяющимися костями;
  - Б) разгибание (extensio), т.е. увеличение угла между соединяющимися костями.
- 2) Вокруг *сагиттальной оси* возможно:
  - А) отведение (abductio), т.е. удаление конечности от тела;
  - Б) приведение (adductio), т.е. приближение конечности к телу.
- 3) Вокруг *продольной оси* возможно вращение (rotatio):
  - А) пронация (pronatio), т.е. вращение во внутрь;
  - Б) супинация (supinatio), т.е. вращение наружу;
  - В) кружение (circumductio)

### Фило-онтогенез соединений костей скелета

У круглоротых и рыб, ведущих водный образ жизни, кости соединены посредством непрерывных соединений (синдесмоз, синхондроз, синостоз). Выход на сушу привел к изменению характера движений, в связи с этим сформировались переходные формы (симфизы) и наиболее подвижные соединения – диартрозы. Поэтому у рептилий, птиц и млекопитающих доминирующим соединением являются суставы.

В соответствии с этим в онтогенезе все соединения костей проходят две стадии развития, напоминающие таковые в филогенезе, вначале непрерывные, затем прерывные (суставы). Вначале на ранней стадии развития плода все кости соединены друг с другом непрерывно, и лишь позднее (на 15-неделе плодного развития у крупного рогатого скота) в местах образования будущих суставов мезенхима, образующая прослойки между костями, рассасывается, образуется щель, заполненная синовией. По краям соединяющихся костей образуется суставная капсула, которая формирует суставную полость. К моменту рождения все виды соединения костей сформированы и новорожденный способен передвигаться. В молодом возрасте суставные хрящи гораздо толще, чем в старом, так как в старости происходит истончение суставных хрящей, изменение состава синовии и даже – может произойти *анкилоз* сустава, т.е. срастание костей и потеря подвижности.

### Классификация суставов

Каждый сустав имеет определенную форму, величину, строение и совершает движения вокруг определенных плоскостей.

В зависимости от этого существуют несколько классификаций суставов: по строению, по форме суставных поверхностей, по характеру движения.

По строению различают следующие виды суставов:

**1. Простые** (*art. simplex*). В их образовании принимают участие суставные поверхности двух костей (плечевой и тазо-бедренный суставы).

**2. Сложные** (*art. composita*). В их формировании принимают участие три и более суставных поверхностей костей (запястный, заплюсневый суставы).

**3. Комплексные** (*art. complexa*) содержат в суставной полости дополнительный хрящ в виде диска или мениска (коленный сустав).

По форме суставных поверхностей различают:

**1. Шаровидные** суставы (*art. spheroidea*). Они характеризуются тем, что поверхность одной из соединяющихся костей имеет форму шара, а поверхность другой - несколько вогнута. Типичный шаровидный сустав - плечевой.

**2. Эллипсоидные** суставы (*art. ellipsoidea*). Имеют суставные поверхности (и выпуклые, и вогнутые) в виде эллипса. Примером такого сустава является затылочно-атлантный сустав.

**3. Мыщелковые** суставы (*art. condylaris*) имеют суставные поверхности в виде мыщелка (коленный сустав).

**4. Седловидные** суставы (*art. sellaris*). Характеризуется тем, что их суставные поверхности напоминают часть поверхности седла. Типичный седловидный сустав - височно-челюстной.

**5. Цилиндрические** суставы (*art. trochoidea*) имеют суставные поверхности в виде отрезков цилиндра, причем одна из них выпуклая, другая - вогнутая. Примером такого сустава является атлантно-осевой сустав.

**6. Блоковидные** суставы (*ginglimus*) характеризуются так, что поверхность одной кости имеет углубление, а поверхность другой - направляющий, соответственно углублению, выступ. В качестве примера суставов блоковидной формы можно привести суставы пальцев.

**7. Плоские** суставы (*art. plana*) характеризуются тем, что суставные поверхности костей хорошо соответствуют друг другу. Подвижность в них невелика (крестцово-подвздошный сустав).

По характеру движения различают:

**1. Многоосные** суставы. В них движение возможно по многим осям (сгибание-разгибание, аддукция-абдукция, супинация-пронация). Примером этих суставов могут быть плечевой, тазобедренный суставы.

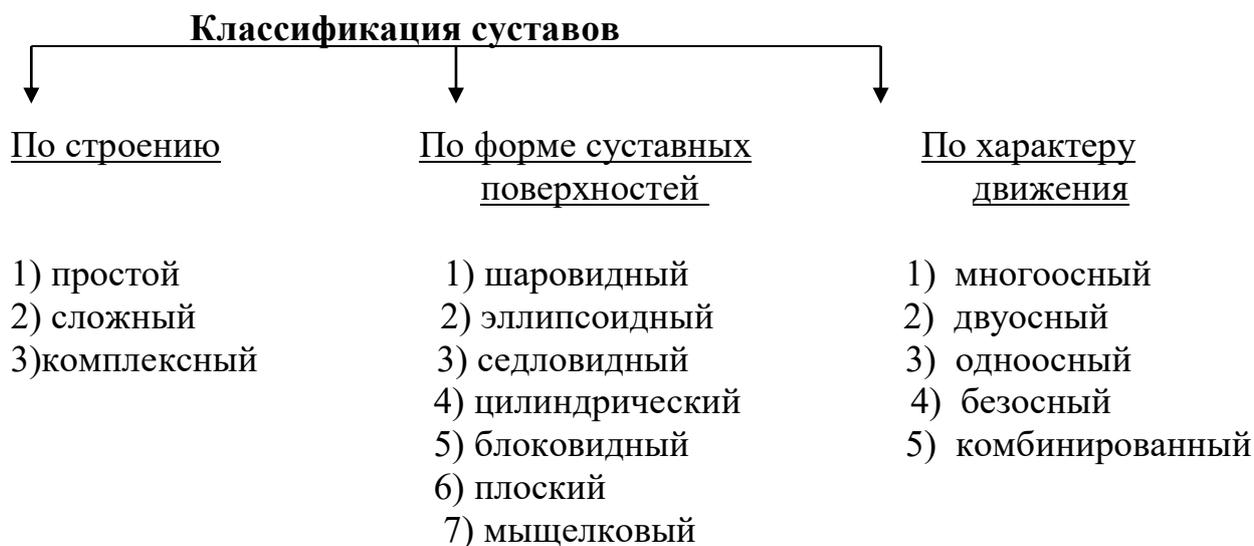
**2. Двухосные** суставы. Движение возможно по двум осям, т.е. возможно сгибание-разгибание, аддукция-абдукция. Например, височно-челюстной сустав.

**3. Одноосные** суставы. Движение происходит вокруг одной оси, т.е. возможно только сгибание-разгибание. Например, локтевой, коленный суставы.

**4. Безосные** суставы. Не имеют оси вращения и в них возможно лишь скольжение костей по отношению друг к другу. Примером этих суставов может быть крестцово-подвздошный сустав и суставы подъязычной кости, в которых движение крайне ограничено.

**5. Комбинированные** суставы. Включают два или несколько анатомически изолированных сустава, которые функционируют вместе. Например, запястный и заплюсневый суставы.

Схема 3.



Общие закономерности артрологии.

- 1) **В простых многоосных суставах связки отсутствуют, кроме тазобедренного сустава, где внутри сустава имеется круглая связка, ограничивающая размах движения. Все остальные суставы обязательно имеют боковые (латеральные и медиальные) связки, обеспечивающие крепость суставов.**
- 2) В сложных суставах кроме длинных боковых связок обязательно имеются короткие боковые, межрядовые, межкостные, крестовидные, общие, пальмарные (плантарные) связки.
- 3) На суставах тазовой конечности связки всегда больше, чем на гомологичных суставах грудной конечности.
- 4) Закон расположения связок: связки располагаются перпендикулярно к оси вращения и по бокам от нее. Их толщина и количество зависят от объема движения в суставе.

## Лекция №4 Миология

Понятие о миологии. Мышечная ткань (неисчерченная и исчерченная). Соматическая и висцеральная мышечная система, ее фило-онтогенез. Подкожные мышцы. Скелетная мускулатура. Строение мышцы, как органа. Классификация мышц. Вспомогательные приспособления мышц.

**Миология** (Myologia) - это раздел анатомии домашних животных, изучающий строение мышечной системы. Мышечная ткань, составляющая основу этой системы, осуществляет все двигательные процессы в организме животных. Благодаря ей тело фиксируется в определенном положении и перемещается в пространстве, осуществляются дыхательные движения грудной клетки и диафрагмы, движение глаз, глотание, двигательные функции внутренних органов, включая работу сердца.

**Мышечная ткань** обладает специальными сократительными органеллами - миофибриллами. *Миофибриллы*, состоящие из тонких белковых нитей (миофиламентов), могут быть неисчерченными или исчерченными (поперечно-полосатыми). Соответственно различают неисчерченную и исчерченную мышечную ткань.

1) Неисчерченная мышечная ткань состоит из клеток (гладких миоцитов) веретеновидной формы. Эти клетки образуют мышечные слои в стенках кровеносных и лимфатических сосудов, в стенках внутренних органов (желудок, кишечник, мочевыводящие пути, матка и т.д.). Длина клеток колеблется от 20 мкм (в стенке кровеносного сосуда) до 500 мкм (в стенке матки стельной коровы), диаметр от 2 до 20 мкм. В функциональном отношении неисчерченная мышечная ткань имеет ряд особенностей: она обладает большой силой (например, в кишечнике постоянно передвигаются значительные массы пищи), обладает слабой утомляемостью, медленным сокращением и ритмичностью движений (в стенке кишечника неисчерченная мышечная ткань сокращается 12 раз в минуту, а в селезенке - только 1 раз).

2) Исчерченная мышечная ткань характеризуется наличием исчерченных миофибрилл, имеет 2 разновидности.

А) Исчерченная сердечная мышечная ткань состоит из удлинённых клеток (*кардиомиоцитов*) квадратной формы. Их концы, соединяясь друг с другом в цепочки, формируют так называемые функциональные мышечные "волокна" толщиной 10-20 мкм. Тесно связываясь между собой, функциональные мышечные "волокна" образуют мышечную оболочку сердца (*миокард*), постоянные и ритмичные сокращения которого приводят в движение кровь.

Б) Исчерченная скелетная мышечная ткань, в отличие от сердечной, состоит не из клеток, а из многоядерных мышечных образований (миосимпластов) цилиндрической формы. Длина миосимпластов колеблется от нескольких миллиметров до 13-15 см, диаметр от 10 до 150 мкм. Количество ядер в них может достигать нескольких десятков тысяч. Миосимпласты (их еще называют "мышечными волокнами") образуют скелетные мышцы и входят в состав некоторых органов (язык, глотка, гортань, пищевод и др.). В функциональном отношении

скелетная мышечная ткань легко возбудима и сокращается быстрее, чем неисчерченная (например, в обычных условиях скелетная мышца сокращается в течение 0,1 с, а неисчерченная - в течение нескольких секунд). Но, в отличие от гладких (неисчерченных) мышц внутренних органов, скелетные мышцы быстрее утомляются.

**Мышечную систему** в зависимости от особенностей строения, характера двигательной функции и иннервации делят на соматическую и висцеральную.

**Соматическая мышечная система** составляет 40% от массы тела и построена из миосимпласмов. Она произвольная и иннервируется соматической нервной системой. Соматические мышцы сокращаются быстро, энергично, но кратковременно и быстро утомляются. Такой тип сокращения называется *тетаническим* и он характерен для соматической мускулатуры. К ней относятся:

1) подкожные мышцы, которые не имеют связи со скелетом и прикрепляются к коже; их сокращения вызывают подергивания кожи и позволяют ей собираться в мелкие складки;

2) скелетная мускулатура, которая закрепляется на скелете;

3) диафрагма – куполообразная мышца, отделяющая грудную полость от брюшной;

4) мышцы языка, глотки, гортани, ушной раковины, глазного яблока, среднего уха, пищевода и наружных органов размножения.

**Висцеральная мышечная система** составляет 8% от массы тела и построена из гладких миоцитов. Она непроизвольная и иннервируется вегетативной нервной системой. Гладкие мышцы сокращаются медленно, длительно и не требуют большого количества энергии. Такой тип сокращения называют *тоническим* и он характерен для висцеральной мускулатуры, которая образует мышечные пучки, слои и оболочки внутренних органов.

### **Фило-онтогенез мышечной системы**

В филогенезе хордовых мышечная система последовательно проходит ряд стадий.

У *ланцетника* она представлена парной продольной мышцей (правой и левой), которая идет вдоль тела и разделяется соединительнотканными перегородками (миосептами) на короткие прямые мышечные пучки (миомеры). Такое (сегментарное) деление единого мышечного пласта называется метамерией.

С увеличением подвижности, обособлением головы и развитием конечности (в виде плавников) у *рыб* происходит деление продольной мышцы горизонтальной септой на дорсальную и вентральную мышцы, а так же Обособление мускулатуры головы, туловища, хвоста и плавников.

С выходом на сушу и увеличением разнообразия движений у *амфибий и рептилий* происходит деление дорсальной мышцы, так же как и вентральной, на два тяжа: латеральный (поперечно-реберная мышца) и медиальный (поперечно-остистая м.). Кроме этого, у рептилий из латерального тяжа впервые появляются подкожные мышцы, которые прикрепляются к коже.

У более высокоорганизованных животных (*птиц и млекопитающих*) происходит дальнейшая дифференциация мышечной системы: латеральный и медиальный тяжи, каждый из них, разделяются на два слоя (поверхностный и глубокий). Кроме этого, у млекопитающих впервые появляется диафрагма.

#### Филогенез мышечной системы.

Хордовые	Мышечная система							
Ланцетник	Продольная мышца							
Рыбы	Дорсальная				Вентральная			
Амфибии, рептилии	Латеральная		Медиальная		Латеральная		Медиальная	
Птицы, млекопитающие	Повер	Глуб.	П	Г	П	Г	П	Г

В онтогенезе мышечная система в основном развивается из миотомов мезодермы, исключение составляют некоторые мышцы головы и шеи, которые образуются из мезенхимы (трапециевидная, плечеголовная).

В начале формируется мышечный продольный тяж, который сразу же дифференцируется на дорсальный и вентральный пласты; далее каждый из них разделяется на латеральный и медиальный пласты, которые, в свою очередь, дифференцируются на поверхностный и глубокий слои, последние дают начало определенным группам мышц. Например, из поверхностного слоя латерального пласта развиваются подвздошно-реберные мышцы, а из глубокого слоя латерального пласта – длинные мышцы спины, шеи, головы.

#### *Подкожные мышцы – muscoli cutanei*

Подкожные мышцы прикрепляются к кожному покрову, фасциям и не имеют связи со скелетом. Их сокращения вызывают поддергивания кожи и позволяют ей собираться в мелкие складки. К этим мышцам относятся:

1) Подкожная мышца шеи – *m. Cutaneus colli* (особенно сильно развита у собак). Она идет вдоль шеи, ближе к ее вентральной поверхности и переходит на лицевую поверхность к мышцам рта и нижней губы.

2) Подкожная мышца лопатки и плеча (лопаточно-плечевая) – *m. Cutaneus otobranchialis*. Она покрывает область лопатки и частично плечо. Хорошо выражена у лошади и крупного рогатого скота.

3) Подкожная мышца туловища – *m. Cutaneus trunci*. Она расположена по бокам от грудной и брюшной стенок и каудально отдает пучки в коленную складку.

4) У самок в области молочных желез располагаются краниальные и каудальные мышцы молочной железы (*mm. Supramammilaris cranialis et caudalis*), которые придают складчатость коже и помогают выведению молока. Сильно развиты у хищных животных.

У самцов в этой области имеются краниальные и каудальные препуциальные мышцы (*mm. preputialis cranialis et caudalis*), которые обеспечивают складчатость препуция и выполняют роль его сфинктера.

## Скелетная мускулатура

Скелетная мускулатура представляет собой активную часть опорно-двигательного аппарата. Она состоит из скелетных мышц и их вспомогательных приспособлений, к которым относятся фасции, синовиальные сумки, синовиальные влагалища сухожилий, блоки, сезамовидные кости.

В теле животного насчитывается около 500 скелетных мышц. Большинство из них парные и располагаются симметрично по обеим сторонам тела животного. Их суммарная масса составляет у лошади 38-42% от массы тела, у крупного рогатого скота 42-47%, у свиней 30-35% от массы тела.

Мышцы в теле животного располагаются не беспорядочно, а закономерно в зависимости от действия силы тяжести животного и выполняемой работы. Они оказывают свое действие на те части скелета, которые соединены подвижно, т.е. мышцы действуют на суставы, синдесмозы.

Основными местами прикрепления мышц являются кости, но иногда они прикрепляются к хрящам, связкам, фасциям, коже. Они покрывают скелет так, что кости лишь в некоторых местах лежат непосредственно под кожей. Закрепляясь на скелете, как на системе рычагов, мышцы при своем сокращении вызывают различные движения тела, фиксируют скелет в определенном положении и придают форму телу животного

### *Основные функции скелетных мышц:*

1) Основная функция мышц - динамическая. Сокращаясь, мышца укорачивается на 20-50% своей длины и тем самым меняет положение связанных с ней костей. Производится работа, результатом которой является движение.

2) Другая функция мышц – статическая. Проявляется она в фиксации тела в определенном положении, в сохранении формы тела и его частей. Одна из проявлений этой функции – способность спать стоя (лошадь).

3) Участие в обмене веществ и энергии. Скелетные мышцы являются «источниками тепла», так как при их сокращении около 70% энергии превращается в тепло и только 30% энергии обеспечивает движение. В скелетных мышцах удерживается около 70% воды организма, поэтому их еще называют «источниками воды». Кроме этого, между мышечными пучками и внутри их может накапливаться жировая ткань (особенно при откорме у свиней).

4) Одновременно, при своей работе скелетные мышцы помогают работе сердца, проталкивая венозную кровь по сосудам. В экспериментах удалось выяснить, что скелетные мышцы действуют подобно насосу, обеспечивая движение крови по венозному руслу. Поэтому скелетные мышцы еще называют «периферическими мышечными сердцами».

### *Строение мышцы с точки зрения биохимика*

Скелетная мышца состоит из органических и неорганических соединений. К неорганическим соединениям относятся вода и минеральные соли (соли кальция, фосфора, магния). Органическое вещество в основном представлено белками, углеводами (гликоген), липидами (фосфатиды, холестерин).

Таблица 2.  
Химический состав скелетной мышцы

Неорганические соединения	Органические соединения
1) вода – 77 %	1) белки – 20%
2) минеральные соли – 1%	2) углеводы – 0,8%
	3) липиды – 1,2%

Химический состав скелетных мышц подвержен значительным возрастным и в меньшей степени видовым, породным и половым отличиям, что прежде всего связано с неодинаковым содержанием в них воды (с возрастом % воды уменьшается).

### ***Строение мышцы с точки зрения анатома***

Скелетная мышца (*Musculus skeleti*) - это активный орган аппарата движения, форма и особенности строения которого обусловлены выполняемой функцией и местоположением на скелете. В мышце различают активно сокращающуюся часть - мышечное брюшко и пассивную часть, при помощи которой она прикрепляется к костям, - сухожилие.

1) ***Мышечное брюшко (venter)*** состоит из паренхимы и стромы. Паренхима представлена исчерченной мышечной тканью, структурной единицей которой является миосимпласт. *Миосимпласты* объединяются при помощи рыхлой соединительной ткани, которая называется *эндомизий*, в пучки 1 порядка. Пучки 1 порядка объединяются в пучки 1,2,3 порядка и между ними формируются соединительнотканые перегородки (*перимизий*), по которым внутрь в мышцу проникают сосуды и нервы. Снаружи мышечное брюшко покрыто соединительнотканной оболочкой (*эпимизием*). Эндо-, пери- и эпимизий образуют строму мышечного брюшка и защищают мышцу от чрезмерного утолщения или растяжения. Соединительнотканые элементы, имеющиеся между мышечными волокнами, по концам мышечного брюшка, переходят в сухожилия.

2) ***Сухожилие (tendo)*** построено по тому же принципу, что и мышечное брюшко, с той лишь разницей, что вместо мышечных волокон его пучки содержат коллагеновые волокна. Прослойки соединительной ткани внутри носят названия *эндо- и пери теноний*, а снаружи плотная соединительная ткань образует оболочку (*эпитеноний*), которая является продолжением эпимизия. Сухожилие имеет блестящий светло-золотистый цвет, резко отличающийся от красно-бурого цвета брюшка мышцы. В большинстве случаев сухожилие находится по обоим концам мышцы и прикрепляется к костям. Хотя сухожилие значительно тоньше мышечного брюшка, прочность его велика, оно способно выдерживать большую

нагрузку и практически не растяжимо. Исследования показали, что для разрыва ахиллового сухожилия у животного требуется сила от 900 кг на один кубический см.

3) **Сосуды и нервы** входят в мышцу с ее внутренней стороны.

- Артерии ветвятся до капилляров, которые в пучках мышечных волокон образуют густую сеть. К каждому мышечному волокну прилежит не менее одного кровеносного капилляра. В каждую мышцу кровь поступает по артериям, а оттекает по венам и лимфатическим сосудам.

- Нервы, разветвляясь в мышце, образуют нервно-мышечный комплекс – **мион**, который состоит из 1 нервного волокна и нескольких мышечных волокон. Так, например, в трехглавой мышце голени мион состоит из 1 нервного волокна и 227 мышечных волокон, а в латеральной мышце глаза – из 1 нервного волокна и 19 мышечных волокон.

**Рост мышц** в длину происходит в так называемых «зонах роста», которые располагаются в местах перехода мышечного брюшка в сухожилие и содержат большое количество ядер, а увеличение мышц в толщину происходит благодаря функциональной нагрузке, которую выполняет данная мышца.

### **Классификация мышц**

Каждая мышца является самостоятельным органом и имеет определенную форму, величину, строение, функцию, происхождение и положение в организме. В зависимости от этого все скелетные мышцы подразделяются на следующие группы.

#### ***1. По форме различают мышцы длинные, короткие, плоские и т.д..***

1) **Длинные** мышцы соответствуют длинным рычагам движения и поэтому встречаются главным образом на конечностях. Имеют веретенообразную форму, средняя часть называется брюшком, конец, соответствующий началу мышцы, - головкой, противоположный конец - хвостом. Сухожилие длинных мышц имеет форму ленты. Некоторые длинные мышцы начинаются несколькими головками (многоглавые) на различных костях, что усиливает их опору. Встречаются мышцы двуглавые (двуглавая м. плеча), трехглавые (трехглавая м. голени) и четырехглавые (четыреглавая м бедра).

2) **Короткие** мышцы находятся на тех участках тела, где размах движений невелик (между отдельными позвонками (многогроздельные м.), между позвонками и ребрами (подниматели ребер) и т.д.).

3) **Плоские (широкие) мышцы** располагаются преимущественно на туловище и поясах конечностей. Они имеют расширенное сухожилие, называемое апоневрозом. Плоские мышцы обладают не только двигательной функцией, но также опорной и защитной (например, мышцы брюшной стенки защищают и способствуют удержанию внутренних органов).

4) Встречаются также и другие формы мышц: квадратная, круговая, дельтовидная, зубчатая, трапецевидная, веретеновидная и др.

**II. По анатомическому строению** мышцы делятся в зависимости от количества внутримышечных сухожильных прослоек и направления мышечных прослоек:

1) Одноперистые. Для них характерно отсутствие сухожильных прослоек и мышечные волокна присоединяются к сухожилию одной стороны (наружная косая брюшная м.).

2) Двуперистые. Для них характерно наличие одной сухожильной прослойки и мышечные волокна присоединяются к сухожилию с двух сторон (трапецевидная м.).

3) Многоперистые. Для них характерно наличие двух и более сухожильных прослоек, в результате этого мышечные пучки сложно переплетаются и к сухожилию подходят с нескольких сторон (жевательная м., дельтовидная мышца).

**III. По густо структуре** все мышцы делятся на 3 типа в зависимости от соотношения исчерченной мышечной ткани к соединительной:

1) Динамический тип. Для динамических мышц, обеспечивающих активную и разностороннюю работу, характерно значительное преобладание исчерченной мышечной ткани над соединительной (четырёхглавая м. бедра).

2) Статический тип. В отличие от динамических, статические мышцы совсем не имеют мышечных волокон. Они выполняют большую статическую работу при стоянии и опоре конечности о почву во время движения, закрепляя суставы в определенном положении (третья межкостная м. коровы и лошади)

3) Статодинамический тип. Для этого типа характерно уменьшение отношения исчерченной мышечной ткани к соединительно-тканым элементам (двуглавая м. плеча лошади). Статодинамические мышцы, как правило, имеют перистое строение.

**IV. По действию на суставы** мышцы делятся на одно-, дву- и многосуставные.

1) Односуставные действуют только на один сустав (предостная м., заостная м. действуют на плечевой сустав).

2) Двусуставные, действуют на два сустава (напрягатель широкой фасции бедра действует на тазобедренный и коленный суставы).

3) Многосуставные (двуглавая м. бедра, полусухожильная м., полуперепончатая м. действуют на 3 сустава (тазобедренный, коленный, скакательный)).

Кроме того, необходимо подчеркнуть, что мышцы действуют отдельно или группой. Одинаково действующие мышцы называются синергистами, а действующие противоположным образом - антагонистами.

**V. По функции** мышцы делятся на:

1. Флексоры, или сгибатели, которые при сокращении сближают концы костей

2. Экстензоры, или разгибатели, которые проходят через вершину угла сустава и при сокращении раскрывают его.

3. Абдукторы, или отводящие мышцы, лежат на латеральной стороне сустава и отводят его от сагиттальной плоскости в сторону.

4. Аддукторы, или приводящие мышцы, лежат на медиальной поверхности сустава и при сокращении приводят его к сагиттальной плоскости.
5. Ротаторы, или вращатели, обеспечивающие вращение конечности наружу (супинаторы) или во внутрь (пронаторы).
6. Сфинктеры, или запиратели, которые располагаются вокруг естественных отверстий и при сокращении закрывают их. Для них, как правило, характерно круговое направление мышечных волокон (например, круговая мышца рта).
7. Констрикторы, или суживатели, которые также относятся к типу круглых мышц, но имеют иную форму (например, констрикторы глотки, гортани).
8. Дилататоры, или расширители, при сокращении открывают естественные отверстия.
9. Леваторы, или подниматели при сокращении поднимают, например ребра.
10. Депрессоры, или опускатели.
11. Тензоры, или напрягатели, своей работой напрягают фасции, не позволяя им собираться в складки.
12. Фиксаторы, укрепляют сустав на стороне расположения соответствующих мышц.

VI. *По происхождению* все скелетные мышцы делятся на соматические и висцеральные.

1) Соматические мышцы развиваются из сомитов мезодермы (жевательная м., височная м., м. позвоночного столба).

2) Висцеральные являются производными мышц жаберного аппарата. К висцеральной мускулатуре относятся мышцы головы (мимические, жевательные) и некоторые мышцы шеи.

### **Вспомогательные приспособления мышц**

Мышцы сокращаясь, выполняют свою функцию при участии и при помощи анатомических образований, которые следуют рассматривать как вспомогательные приспособления мышц. Они улучшают работу мышц. К ним относятся фасции, сумки, синовиальные влагалища сухожилий, блоки и сезамовидные кости.

#### **Фасция (лат.fascia- обертка)**

Фасции - это тонкие, прочные, соединительнотканые оболочки, которые образуют вокруг мышц своеобразные футляры. Они в основном выполняют опорную и амортизационную функции. Фасции отграничивают мышцы друг от друга, создают опору для мышечного брюшка при его сокращении и устраняют трение мышц друг от друга. Фасции еще называют *мягким скелетом* (считают остатком перепончатого скелета предков позвоночных). Они богаты нервными окончаниями (*рецепторами*) и *сосудами* и поэтому играют существенную роль в восстановительных (регенерационных) процессах. Так, например, если при удалении пораженного мениска в коленном суставе на его место приживить лоскут фасции, не потерявшей связи с сосудами и нервами, то при определенной тренировке через некоторое время на её месте сформируется «орган» наподобие мениска и работа сустава в целом

восстанавливается. Поэтому фасции широко используются в реконструктивной хирургии при аутопластике хрящевой и костной тканей. Фасции бывают поверхностные, глубокие и специальные фасции.

Поверхностные, или подкожные, фасции отделяют кожный покров от скелетной мускулатуры и образуют своеобразные футляры для всех областей тела животного. К ним прикрепляются подкожные мышцы.

- 1) Поверхностная ф. головы (*f.superficialis capitis*), в ней заключены мышцы головы.
- 2) Шейная ф. (*f.cervicalis*) лежит вентрально в области шеи и прикрывает трахею.
- 3) Грудопоясничная ф. (*f.thoracolumbalis*) лежит дорсально на туловище и закрепляется на остистых отростках грудных и поясничных позвонков и маклоке.
- 4) Грудобрюшная ф. (*f.thoracoabdominalis*) лежит латерально по бокам от грудной и брюшной полости и закрепляется вентрально по белой линии живота (*linea alba*).
- 5) Поверхностная ф. грудной конечности (*f.superficialis membri thoracici*) является продолжением грудобрюшной фасции. Она значительно утолщена в области запястья и формирует фиброзные влагалища для сухожилий мышц, которые здесь проходят.
- 6) Поверхностная ф. тазовой конечности (*f.superficialis membri pelvini*) является продолжением грудопоясничной и значительно утолщена в области заплюсны.

Глубокие, или собственные, фасции прикрепляются к костям и удерживают мышцы в определенном положении, не давая им смещаться. Они образуют футляры для отдельных мышц, групп мышц (синергистов) и органов.

- 1) В области головы поверхностная фасция делится на следующие глубокие: лобную (покрывает спинку носа), височную, околоушно-жевательную, щечную, подчелюстную, щечно-глоточную.
- 2) Внутригрудная (*f.endothoracica*) выстилает внутреннюю поверхность грудной полости.
- 3) Поперечно-брюшная (*f.transversalis*) выстилает внутреннюю поверхность брюшной полости.
- 4) Тазовая (*f.pelvis*) выстилает внутреннюю поверхность тазовой полости.
- 5) В области грудной конечности поверхностная фасция делится на следующие глубокие: фасции лопатки, плеча, предплечья, кисти, пальцев.
- 6) В области тазовой конечности поверхностная фасция делится на следующие глубокие: ягодичную (покрывает область крупа), фасции бедра, голени, стопы, пальцев

Специальные покрывают отдельные мышцы. Например, глубокая околоушно-жевательная фасция делится на две специальные: околоушная покрывает слюнную железу, а жевательная – жевательную мышцу.

**Бурса** (*bursa* - сумка)

В местах прикрепления и наибольшей подвижности сухожилий и мышц имеются бурсы. Они имеют форму плоского соединительно-тканного мешочка, внутри которого находится жидкость. Бурсы уменьшают трение и смягчают соприкосновение мышц с другими органами (костью, кожей). Они имеют различную величину: от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров. В зависимости от того, чем заполнены бурсы, различают синовиальные и слизистые бурсы.

1) Синовиальные бурсы (bursa synovialis) образуются за счет капсулы сустава и заполнены синовией, поэтому полость бурсы сообщается с полостью сустава. Такие бурсы расположены в основном в области локтевого и коленного сустава. Воспаление этих бурс вследствие травмы может привести к артриту (воспалению сустава) локтевого или коленного суставов, а об этом необходимо помнить в ветеринарной практике.

2) Слизистые бурсы (bursa mucosa) образуются в уязвимых местах под связками (подсвязочные), под мышцами (подмышечные), под сухожилиями (подсухожильные) и под кожей (подкожные). Полость их заполнена слизью и они могут быть постоянными или временными (мозоли).

### **Синовиальное влагалище сухожилий (vagina synovialis tendinis)**

Синовиальное влагалище сухожилий отличается от синовиальной сумки тем, что имеет гораздо большие размеры (длину, ширину) и двойную стенку. Оно полностью охватывает движущееся в нем сухожилие мышцы, которое заключено как бы в трубку, заполненную синовией. Вследствие этого синовиальное влагалище не только выполняет функцию бурсы, но и укрепляет положение сухожилия мышцы на значительном ее протяжении. Встречаются в области запястного, плюсневого и пальцевых суставов.

Схема строения:

- 1-сухожилие;
- 2-париетальный лист синовиальной оболочки;
- 3-висцеральный лист синовиальной оболочки;
- 4-синовиальная полость.

Синовиальное влагалище ограничено листками. *Висцеральный* (внутренний) листок окружает со всех сторон сухожилие и срастается с ним. *Париетальный* (наружный) выстилает стенки фиброзного влагалища. Оба листка переходят в друг друга на концах влагалища и вдоль его сухожилия. Удвоенный листок влагалища, соединяющий внутренний и наружный листки называется брыжейкой сухожилия или *мезотендинием*.

### **Блок (trochlea)**

Блоки – это определенной формы участки эпифизов трубчатых костей, через которые перекидываются мышцы. Они представляет собой костный выступ и

желобок в нем, где проходит сухожилие мышц. Благодаря этому сухожилия не смещаются в сторону и увеличивается рычаг приложения силы. Какие кости имеют блоки? Плечевая, бедренная.

### Сезамовидные кости (ossa sesamoidea)

Сезамовидные кости формируются в области очень сильного напряжения мышц и обнаруживаются в толще сухожилий. Они изменяют угол прикрепления мышц и тем самым улучшают условия их работы, уменьшая трение. Иногда их называют «окостеневшими участками сухожилий», но необходимо помнить, что они проходят только две стадии развития (соединительнотканную и костную).

Самая крупная сезамовидная кость организма – коленная чашечка.

#### Лекция №5 Миология

Общие закономерности расположения мышц на скелете. Мышцы головы (мимические, жевательные). Мышцы шеи, туловища и хвоста. Мышцы конечностей (общие закономерности расположения мышц на конечности).

Мышцы в теле животного располагаются не беспорядочно, а закономерно в зависимости от действия силы тяжести животного и выполняемой работы. Они оказывают свое действие на те части скелета, которые соединены подвижно, т.е. мышцы действуют на суставы, синдесмозы, синхондрозы.

Основными местами прикрепления мышц являются кости, но иногда они прикрепляются к хрящам, связкам, фасциям и даже коже. Так, например, подкожные мышцы тесно связаны и лежат непосредственно под кожей. Сокращение этих мышц вызывает смещение кожи.

Скелетная мускулатура делится на три группы: мышцы головы; мышцы шеи, туловища и хвоста; мышцы конечностей.

### *Мышцы головы*

Мышцы головы в зависимости от выполняемой функции делятся на жевательные; мимические; мышцы век; мышцы ушной раковины; мышцы глотки, языка и гортани; мышцы глазного яблока; мышцы среднего уха.

**Жевательные мышцы** с точки зрения филогенеза самая древняя группа мышц головы. Они располагаются в области мозгового отдела черепа и имеют одну точку закрепления на нижнечелюстной кости, воздействуя на височно-челюстной сустав. Они принимают активное участие в акте жевания и измельчения пищи. Жевательные мышцы делятся на смыкатели (жевательная, височная, крыловидная) и размыкатель (двубрюшная).

**Мимические мышцы** располагаются в области лицевого отдела черепа. Они представляют собой тонкие мышечные пучки, которые, в отличие от других мышц, имеют одну точку закрепления на костях, а другую – на коже. Поэтому при сокращении мимические мышцы смещают кожу, образуя на ней различные складки. Большинство из этих мышц располагается вокруг естественных отверстий головы

(ротовое отверстие, глазница..) и выполняют роль сфинктеров (круговая м. рта, круговая м. глаза) или дилататоров. Последние бывают длинные (скуловая, носогубной подниматель, клыковая, подниматель верхней губы, опускающий нижней губы) и короткие (резцовые, подбородочная, щечная, верхушечный расширитель носа, латеральная м. носа).

**Мышцы век** располагаются в области орбиты и принимают участие в формировании век. Эти мышцы по функции относятся к дилататорам (подниматель верхнего века, опускающий нижнего века).

**Мышцы ушной раковины** располагаются поверхностно, вокруг ушной раковины, на которой они закрепляются. Среди них выделяют подниматели, напрягатели, абдукторы, аддукторы и ротаторы ушной раковины. Общее количество 10-15 мышц.

### **Мышцы шеи, туловища и хвоста (m. cervicis, trunci et caudae)**

Для удобства изучения эти мышцы условно разделяют на 4 группы: мышцы плечевого пояса, м. позвоночного столба, м. грудной клетки и м. брюшной стенки.

**Мышцы плечевого пояса** (m. singuli membri thoracici) присоединяют грудную конечность к туловищу (синсаркоз). Эти мышцы в основном пластинчатые и располагаются на шее, лопатке и грудной клетке. Они имеют одну точку закрепления на туловище, а другую – на лопатке и плечевой кости. Мышцы плечевого пояса обеспечивают вынесение грудных конечностей вперед или оттягивание их назад, а также помогают сгибанию, разгибанию и вращению конечности в плечевом суставе. По расположению эти мышцы можно разделить на дорсальные (закрепляются вдоль надостистой и выйной связок) и вентральные (закрепляются на реберных хрящах и груди).

Дорсальные мышцы спускаются с головы, шеи и туловища к лопатке (трапециевидная, ромбовидная, плечеголовная) и плечевой кости (плечеголовная, широчайшая м. спины). Плечеголовная м. и ее части (грудино-нижнечелюстная и грудино-сосцевидная м.) участвуют в формировании яремного желоба (sulcus jugularis), в котором проходит наружная яремная вена (из нее обычно берут кровь у животных). Он образован у лошади и коровы плечеголовной и грудино-нижнечелюстной м., а у свиньи и собаки – плечеголовной и грудино-сосцевидной м.

Вентральные мышцы поднимаются от грудины и боковой стенки тела к плечевой кости (поверхностная и глубокая грудные м.) и лопатке (вентральная зубчатая м.).

**Мышцы позвоночного столба** (m. columnae vertebralis) имеют лентовидную форму и располагаются вдоль позвоночника: дорсально лежат экстензоры (разгибатели), а вентрально – флексоры.

Экстензоры поднимают шею и голову, прогибают поясницу и поднимают хвост, а при одностороннем движении (справа или слева) осуществляют и боковые движения. К ним относятся остистая м., длиннейшая м., подвздошно-реберная м., пластыревидная м. и многораздельная м.

Чтобы лучше усвоить топографию дорсальных мышц позвоночного столба в области шеи распределим их послойно:

- 1) трапециевидная м., плечеголовная м.;

- 2) ромбовидная м., зубчатая вентральная м.;
- 3) пластыревидная м., длинная м. шеи;
- 4) полуостистая м. головы, длиннейшая м. головы;
- 5) остистая м. груди и шеи, многораздельная м.

Флексоры опускают голову и шею, сгибают поясницу и опускают хвост. В зависимости от топографии они делятся на флексоры, лежащие в области шеи (длинная м. шеи, длинная м. головы), и флексоры, лежащие в области поясницы (квадратная м. поясницы, малая поясничная м., большая поясничная м.)

**Мышцы грудной клетки** (m.thoracis) осуществляют дыхательные движения. Одна группа мышц расширяет грудную клетку при вдохе – это вдохатели (инспираторы), другая группа, наоборот, суживает грудную клетку при выдохе – это выдыхатели (экспираторы). Они имеют противоположное направление мышечных волокон: инспираторы – каудовентральное, а экспираторы – краниовентральное. Большая часть инспираторов расположена краниальнее, а экспираторов – каудальнее. С целью лучшего усвоения этих мышц они рассматриваются попарно, как мышцы – антогонисты.

Мышцы грудной клетки	
Инспираторы-вдохатели	Экспираторы-выдыхатели
1. Дорсальная зубчатая	
Краниальная	Каудальная
2. Грудная	
Прямая	Поперечная
3. Межреберные	
наружные – продолжение наружных мышц в области шеи- лестничная м.	Внутренние
4. Реберные	
Подниматели	оттягиватель ребра
5. Пластинчатые	
Диафрагма	Мышцы брюшной стенки

При поверхностном дыхании участвуют короткие мышцы (межреберные, подниматели ребер). При глубоком дыхании включаются длинные мышцы (дорсальные зубчатые, прямая грудная, лестничная и оттягиватель ребра).

**Дафрагма (diaphragma)**– это пластинчатая м. куполообразной формы, которая разделяет грудную и брюшную полости. Центральная её часть сухожильная (centrum tendineum), а периферическая – мышечная (поясничная, реберная, грудинная части).

В диафрагме имеются отверстия:

- 1) отверстие для каудальной полой вены – for. Vene cava (сухожильный центр);
- 2) отверстие для аорты – hiatus aortis- (поясничная часть);
- 3) отверстие для пищевода- hiatus esophagus (поясничная часть).

**Мышцы брюшной стенки** (m.abdominis) являются пластинчатыми мышцами. С одной стороны они удерживают внутренние органы, а с другой при своем сокращении выступают в качестве брюшного пресса (изменяют объем брюшной полости и внутрибрюшное давление). В качестве брюшного пресса эти мышцы участвуют в акте дыхания, в опорожнении мочевого пузыря (мочеиспускании) и кишечника (дефекации), а у самок также в акте родов.

Пучки мышечных волокон мышц брюшной стенки идут во взаимно перекрещивающихся направлениях и придают прочность брюшной стенке. Кроме этого, пластинчатые сухожилия (апоневрозы) этих мышц (наружная косая брюшная м., внутренняя косая брюшная м, поперечная брюшная м.), срастаясь формируют по средней линии белую линию. Вдоль этой линии справа и слева располагается прямая брюшная мышца.

Необходимо так же отметить тот факт, что у самцов имеется *паховый канал*, который проходит между наружными и внутренними косыми брюшными мышцами и пронизывает брюшную стенку, открываясь в брюшную полость. Через этот канал у самцов в конце плодного периода опускаются в мошонку семенники, а в течение всей жизни в нем залегает семенной канатик.

Паховый канал (canalis inguinalis) – это щель, выстланная серозной оболочкой, которая с одной стороны открывается под кожу, образуя поверхностное паховое кольцо, а с другой – в брюшную полость, образуя глубокое паховое кольцо. Поверхностное кольцо (anulus inguinalis superficialis) образовано самой наружной брюшной мышцей её брюшной и тазовой пластинками. Глубокое кольцо (anulus inguinalis prpfundus) образовано свободным каудальным краем внутренней косой м. живота и свободным краем наружной косой м. живота. Сухожильный край последней получил название паховой связки (ligamentum inguinale). У самок паховый канал слабо выражен, но в нем проходит маточная связка, сосуды и нервы.

### **Мышцы конечностей**

Основная масса мускулатуры конечностей расположена в проксимальных звеньях, так как в дистальных звеньях в связи с редукцией(исчезновением) пальцев происходит уменьшение мышечного брюшка и удлинение сухожилий. В результате этого мускулатура конечностей напоминает треугольник с основанием на уровне поясов и вершиной, опущенной к земле.

Общие закономерности расположения мышц на конечности

1. Обычно мышцы всегда лежат выше того сустава, на который они действуют.
2. Мышцы-флексоры, сгибающие сустав, всегда располагаются внутри сустава, а мышцы-экстензоры всегда проходят через вершину угла сустава.
3. Отводящие мышцы-абдукторы всегда лежат на латеральной поверхности, а приводящие мышцы-аддукторы – на медиальной.
4. Мышцы-супинаторы, вращающие сустав наружу, лежат ближе к латеральной поверхности, а мышцы-пронаторы, вращающие сустав во внутрь,- ближе к медиальной поверхности.

5. На костях зейгоподия располагаются мышцы, которые действуют не только на запястный (заплюсневый) сустав, но и на суставы пальцев.

6. Мышцы на тазовой конечности развиты сильнее, чем на грудной, так как при передвижении животного основная работа выполняется тазовыми конечностями.

## Лекция №6

### ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ КОЖНОГО ПОКРОВА

Понятие о кожном покрове и его производных.  
Функции кожи и его строение. Фило-онтогенез  
кожного покрова. Видовые его особенности.

Опорно-двигательный аппарат, покрытый кожным покровом образует соматическую группу.

Наука, изучающая общий (кожный) покров называется дерматологией.

Кожный покров (*Integumentum commune*) – это плотная и очень прочная наружная оболочка тела животного, со прикасающаяся с внешней средой. Она объединяет лежащие под ней органы в единое целое и защищает от вредных внешних факторов. К системе органов кожного покрова относятся **кожа и ее производные**: железистые (потовые, сальные, молочные, специальные), мякиши и роговые производные (волосы; перья у птиц; чешуя у рыб, земноводных, рептилий; рога, копыта, копытца, когти, ногти).

Система органов кожного покрова	
Кожа	Производные кожного покрова
1. Ограничительная и защитная	1. Железистые: потовые, сальные, молочные, специальные (модифицированные) 2. Мякиши 3. Роговые производные: волос, перья у птиц, чешуя у рыб, земноводных, рептилий; рога; копыта, копытца, когти, ногти
2. Рецепторная	
3. Терморегуляторная	
4. Дыхательная	
5. Выделительная	
6. Индикатор физиологического состояния животного	
7. Мишень для гормонов	

Кроме этого, в процессе эмбриогенеза из кожи развиваются слюнные железы, зубы, веки, конъюнктивы, роговица, хрусталик.

#### Функциональное назначение кожного покрова.

1) **Ограничительная и защитная** - более древняя в филогенезе. Кожа отграничивает организм от внешней среды, создает ее внутреннюю среду и тем самым защищает от воздействия неблагоприятных факторов (физических, механических, химических, биологических). Здоровая и неповрежденная кожа создает надежный барьер для бактерий, вирусов, простейших.

Вместе с тем кожный покров находится в тесных взаимоотношениях со всеми другими системами организма.

2) Прежде всего, с нервной системой. В коже концентрируется большое количество нервных окончаний, воздействуя на которые можно давать сигнал (сигнализировать)

в нервную систему о состоянии кожи в каждой конкретной ситуации. На этом основании принято говорить о **мощном кожном анализаторе**. В коже находится большое количество чувствительных нервных окончаний экстерорецепторов, которые воспринимают различные раздражения: болевые, тепловые, холодовые и тактильные. В среднем на 1 квадратный сантиметр кожи приходится: более 200-т болевых рецепторов, 15-ти холодовых, 2-х тепловых и около 25-ти тактильных, которые воспринимают прикосновение.

Наличие и знание зон локализации нервных окончаний очень важно учитывать, ибо воздействуя на зоны кожной чувствительности можно регулировать физическое состояние любого из внутренних органов. Данные приведены в трактатах тибетско-китайской медицины. Впервые научные исследования были проведены одновременно отечественным и немецким врачами Захарьиным – Гедом (установили наличие зон на кисте и стопе). Биологически активные точки на коже у лошадей, крупного рогатого скота и собак представлены в справочном пособии проф. М.В. Плахотина.

3) **Важная роль в терморегуляции.** Она может не только поглощать тепловые и солнечные лучи, но и быть самой источником излучения тепла. В сосудах кожи депонируется 10% крови. (гемоинтерные животные)

4) **Мощный орган выделения.** Экскретирует роговое вещество, продукты азотистого обмена веществ (мочевину, соли), помогая почкам и легким. Производные кожного покрова – потовые и сальные железы участвуют также в выделительной функции.

5) **Дыхательная** функция связана с выделением диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) и поступлением кислорода через клетки кожи в кровь.

6) **Зеркало физиологического состояния организма животного.**

Кожа является индикатором физиологического состояния животного.

Кожа – это уникальная адаптированная биосистема, которая очень четко приспосабливается к изменениям окружающей внешней и внутренней среды, преобразованием своей структуры. Порой эти преобразования могут находиться на пределе или выходить за пределы нормы. Если животное здоровое, то и кожа гладкая, ровная с блестящим волосяным покровом; если же животное больное – кожа тусклая, блеклая, с плешинами.

7) **Кожный покров – мишень для гормонов,** которые выделяют в кровь железы эндокринной системы.

Слабая активность гипофиза сопровождается отложением большого количества жира в подкожном слое.

Гиперфункция щитовидной железы может привести к усиленному сторанию липидов (жиров) кожи.

Избыточное количество андрогенов (гормонов мужских половых желез) сопровождается выпадением волос – аллопеция.

Избыточное количество глюкокортикоидов (гормонов надпочечников) вызывает деструкцию волосяных луковиц и внешне это выражается – кожа посыпана «черным перцем».

Все эти примеры говорят о взаимосвязи кожи с гормональным статусом организма.

Гормон эпифиза мелатонин очень сильно влияет на структуру кожи, оказывая регулирующее действие на темпы созревания ее соединительной ткани. Его подкожная имплантация приводит к ускоренному созреванию зимнего волосяного покрова у пушных зверей и к активизации спящих волосяных фолликулов. Отсюда и экономическая целесообразность – забой животных не в сентябре-октябре, а в августе месяце. Но если вводить препарат племенным взрослым животным (2-3-х годовалым), то можно вызвать у них селекционно-половые нарушения функций, из-за не до конца изученных биохимических процессов взаимосвязей структур кожи с биополимером.

Кожный покров – показатель молочной и шерстной продуктивности.

Толщина кожного покрова меньше – у высокомолочных коров, быстроаллюрных лошадей и тонкорунных овец. Грей с соавторами установил зависимость между глубиной залегания волосяных луковиц и продуктивностью животного. Минимальная глубина залегания волосяных луковиц связана с потенциально высокой продуктивностью животных.

### Строение кожного покрова.

Трехкомпонентная система, которая представлена эпидермисом, дермой, подкожным слоем. Все три слоя находятся в тесном структурно-функциональном единстве.

Схема №1

Кожа		
Эпидермис Epidermis	Дерма dermis	Подкожная основа, или подкожный слой subcutis
1) базальный слой	1) сосочковый слой	
2) шиповатый слой	2) сетчатый слой	
3) зернистый		
4) блестящий		
5) роговой		

**1. Эпидермис (epidermis)** – первый наружный слой, производное эктодермы наружного зародышевого листа. Толщина эпидермиса у различных таксономических групп составляет 1-4% к толщине кожи. Толщина не одинакова не только у различных таксонов, но также у животных одного и того таксона, обитающих в различных экологических условиях. Так, для животных, обитающих в тундре, эпидермис тоньше, но волосяной покров толще. И наоборот, утолщение эпидермиса и урежение волосяного покрова для животных, проживающих в других зональных поясах.

Эпидермис у семейства псовых (лисица, песец) толще, чем у куньих (хорек, ласка, куница, барсук, соболь, колонок, горноста́й, выдра, калан).

Толщина эпидермиса обратно пропорциональна количеству волос.

Эпидермис богато иннервирован, не имеет собственных кровеносных сосудов, поэтому его трофика (питание) осуществляется за счет подлежащего слоя – дермы.

Эпидермис обладает рядом биологических свойств.

1) Неодинаковая резорбционная (всасывающая) способность.

Через эпидермис хорошо всасываются: спирт, йод, борная кислота, различные соли в том числе соли ртути и т.д. Однако очень плохо проникают вещества, растворимые в жировых образованиях (свиное сало, ланолин), поэтому их надо долго втирать, чтобы они проникли в глубину эпидермиса.

2) Своеобразие рельефа поверхности.

У каждого животного (в том числе и у человека), даже у однояйцевых, будет наблюдаться своеобразие рельефа поверхности эпидермиса, которое используется в судебной ветеринарии и медицинской идентификации. Берется отпечаток с пальца, с носогубного зеркала и составляют дактилографическую карту. Эпидермис имеет складчатый рельеф, который обнаруживается на уровне лупы и при увеличении в 5-7 раз на нем видны гребни и впадины.

3) Элиминативная способность.

Способность удалять инородные части из глубже лежащего слоя используется при регенерации кожи.

Эпидермис, или надкожица - у млекопитающих он образован многослойным плоским слабоороговевающим эпителием, почти клеточное образование, где клетки превалируют над незначительным количеством межклеточного вещества. Клетки распределены в несколько слоев. Наибольший интерес представляют клетки внутреннего слоя, которые граничат с дермой – 1) базальный слой. Клетки этого слоя постоянно размножаются и благодаря этому возобновляются все последующие слои эпидермиса. Клетки базального слоя неоднородны.

- Кроме базальных эпидермоцитов,

выявлены еще 3-и типа клеток с особыми функциональными назначениями:

- клетки Лангерганса (1868) участвуют в иммунных реакциях кожи;
- клетки Меркеля (1917) чувствительные, функции изучаются;
- пигментные клетки - меланоциты, содержащие органоиды меланосомы, которые вырабатывают пигмент меланин. У альбиносов пигмента нет.

2) Шиповатый слой построен из многоугольных клеток, которые имеют отростки в виде шипов и еще способны к размножению.

3) Зернистый слой эпидермиса включает 3-4 ряда сравнительно плоских клеток, содержащих в своей цитоплазме зерна особого вещества кератогиалина.

4) Блестящий слой построен из плоских клеток, в которых ядра разрушены, а цитоплазма пропитана веществом элеидином, который образуется из кератогелина.

5) Роговой слой эпидермиса самый поверхностный, он состоит из мертвых ороговевающих клеток, имеющих форму пластинок и содержащих вещество кератин.

В эпидермисе постоянно происходит возобновление эпителиальных клеток. По мере продвижения вверх клетки подвергаются ороговеванию (кератинизации), полностью омертвляются и превращаются в роговые чешуйки поверхностного слоя, которые отторгаются с поверхности кожи в виде перхоти. Происходит процесс

самоочищения кожи, которой можно помогать методами механического воздействия.

**2. Дерма (dermis).** Основной слой кожного покрова происходит из мезодермы, среднего зародышевого листка. Здесь преобладают волокна и в меньшем количестве присутствуют клетки. Основной клеточной популяцией является молодая соединительно-тканная клетка – фибробласт. Фибробласты вырабатывают продукты межклеточного вещества, а межклеточное вещество представлено волокнами и аморфным (бесформенным) компонентом. Аморфное вещество – это гель или золь, где накапливаются продукты обмена. Особый интерес представляет в межклеточном веществе белково-углеводный комплекс – протеогликаны, а в них – сульфатированные фракции ГАГи (глюкозаминогликаны), которые надежно цементируют волокна дермы. При дефиците ГАГов в дерме резко ухудшаются прочностные и упруго-деформационные свойства и она начинает трескаться.

Среди волокнистых конструкций особая роль в обеспечении биомеханическим совершенством кожи принадлежит коллагеновым волокнам, которые составляют 98% от всех волокон. Как Вы помните, в основе коллагенового волокна лежит фибриллярный белок коллаген. Коллаген неоднороден, существует 13 его типов. В коже наиболее распространен коллаген I типа. Тип коллагена может изменяться с возрастом, а также в условиях нарушения физического состояния организма (например, при воспалении присутствует коллаген III типа). Ультраструктурной единицей зрелого коллагена является субфибрилла, которая объединяется в фибриллы, которые в свою очередь – в волокна, а те – в пучки. Толщина пучков, особенность их хода во многом определяет прочность и упругость кожи. Предпочтительным для кожного покрова являются тонкие пучки волокон с извилистым ходом над утолщенными и прямолинейными.

Эластические волокна находятся в глубоких слоях кожи, в их составе – белок эластин. Эластические волокна сопровождают коллагеновые, но сами пучки не образуют и легко окрашиваются фуксином (коричневый цвет, окраска по Харту). Имеют ярко выраженные эластические свойства, которые передают надлежащие упруго-деформационные свойства. Ретикулиновых волокон очень мало, белок ретикулин как самостоятельный белок не рассматривается, его относят к коллагену III типа. Обладает высоким модулем упругости. Находится между эпидермисом и дермой, а также оплетает корни волос и железистый комплекс. В дерме также находятся зрелые клетки – фиброциты и тучные клетки; залегают корни волос и мышечные клетки (мышцы –подниматели волос – *m.m. irrectores pilorum*), железы потовые и сальные, имеются в большом количестве кровеносные и лимфатические сосуды, а так же нервные волокна с их окончаниями.

Дерма, или собственно кожа соединительно-тканная часть кожи подразделяется на 2-а слоя: сосочковый и сетчатый. Между ними нет четкой границы из-за постоянного перехода одного слоя в другой. Существует два равноценных подходов к выделению слоев дермы.

В одном случае разделение слоев дермы, при исследовании преимущественно диких млекопитающих проводят по глубине залегания луковиц остевых волос и трубчатых железам. Таким образом, сосочковый слой включает в себя и производные кожи.

В другом случае, обычно при исследовании кожи домашних животных границу между слоями дермы устанавливают по увеличению диаметра коллагеновых пучков и фибрилл, изменению плотности вязи, которая возрастает по мере перехода сосочкового в сетчатый слой.

1) Сосочковый, или пилярный слой дермы располагается сразу же под базальной мембраной и состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани. Выступы этого слоя – сосочки вдаются в эпидермис и придают ему вид волны.

2) Сетчатый слой дермы состоит из плотной неоформленной соединительной ткани. В участках тела, где кожа испытывает давления, обычно хорошо развиты толстые пучки коллагеновых волокон, ячейки сети широкопетлистые. В участках тела, где кожа подвергается растяжению (области суставов, живота) пучки тонкие, ячейки этой сети узкопетлистые.

**3. Подкожный слой, или гиподермис** (tela subcutanea, subcutis). Располагается под сетчатым слоем дермы, состоит из рыхлой соединительной ткани с примесью жировой клетчатки, содержащей большое количество кровеносных и лимфатических сосудов. Мощная амортизационная подушка, защита от ударов и потрясений, поддерживает постоянство температуры тела животного. (При патологических состояниях: эдема – накапливается жидкость; эмфизема – накапливается газ, воздух).

Подкожная клетчатка состоит из клеток – адиноцитов, располагающихся в рыхлой соединительной ткани. Адиноциты метаболически весьма активны и их накопления обуславливает толщину подкожного слоя. Толщина этого слоя сильно меняется в зависимости от времени года, упитанности, вида млекопитающих и топографии на теле. У упитанных животных в этом слое накапливается подкожный жир, который расходуется при голодании и недостатке воды. Нижняя граница подкожной клетчатки проходит по поверхностной фасции тела. На веках, мошонке жировой слой отсутствует.

### **Фило-онтогенез кожного покрова.**

**В филогенезе** позвоночных кожный покров последовательно проходит ряд стадий. У ланцетника (примитивного организма) кожный покров только из одного слоя, построенного из цилиндрического эпителия. В связи с выходом на сушу у амфибий кожный покров уже представлен 2-мя слоями: наружным двухслойным эпителиальным, который развивается из эктодермы; и внутренним, соединительно-тканым, который развивается из мезодермы. В дальнейшем, у рептилий наружный эпителий становится многослойным, а внутренний, соединительно-тканый, развивается и превращается в собственно кожу (дерму) с коллагеновыми и эластическими волокнами. У более высокоорганизованных животных млекопитающих и птиц происходит дальнейшая дифференциация кожного покрова. Так, наружный, многослойный эпителий превращается в эпидермис и дифференцируется на 5-ть слоев, а основа кожи (дерма) – на 2-а слоя.

**В онтогенезе** кожный покров развивается из 2-х зародышевых листков. Его наружный пласт – эпидермис формируется из эктодермы, а внутренний – дерма и подкожная основа развивается из мезодермы. Кожный покров формируется медленно. После выделения из эктодермы нервной пластинки вначале происходит

формирование однослойного, а потом двухслойного покрова, а затем многослойного, который к концу эмбрионального периода дифференцируется на основные элементы кожи.

Схема №2

Ланцетник		Амфибии		Рептилии		Птицы, млекопитающие
		1.Двухслойный эпителий		1.Многослойный эпителий		1.Эпидермис (5 слоев)
1.Однослойный эпителий						
		2.Соединительнотканый слой		2.Соединительнотканый слой с коллаген. и эласт. волокон.		2. Дерма (2 слоя)
						3.Подкожная основа

#### Видовые особенности кожного покрова.

Анатомические особенности кожного покрова связаны с видовой принадлежностью животного. Прежде всего, это касается его толщины, который очень тесно связан с экологическим фактором.

Виды животных расположены в сторону убывания толщины их кожи: буйвол, верблюд, крупный рогатый скот, свинья, лошадь, осел, мелкий рогатый скот. Что же касается пушных зверей, то у семейства куньих (норка) кожа толще, чем у семейства псовых (лисица, песец). У собак кожа толще, чем у лисицы серебристо-черной (140 мкн) и особенно, чем у песца (97 мкн). Самая тонкая кожа у кролика и белки. Для последних животных, характерны особые приспособления в дерме, функция которых до конца не выяснена. Подкожная пластинка у кролика из 2-х соединительно-тканых слоев, между которыми находится слой из исчерченной (поперечно-полосатой) мускулатуры, что ухудшает товарный вид шкурки.

На толщину кожи влияет пол животного: у самцов кожа всегда толще, чем у самок.

Толщина кожи животного зависит от ее топографического расположения. Так, кожа на латеральной поверхности конечностей всегда толще, таковой на ее внутренней медиальной; а кожа спины превосходит кожу живота по своей нагрузке.

Видовые особенности имеют и структурные компоненты кожного покрова: не только эпидермиса, но и дермы. Так обще принято, подразделять дерму на 2-а слоя: сосочковый и сетчатый.

Сосочковый граничит с эпидермисом, по мнению Брауна (1953), выполняет трофическую функцию, организован по принципу пальцев в перчатке, которая и внедряется в последний. Особенно толстая кожа на безволосой ее поверхности. Толщина зависит от вида животного и существенно варьирует: 18-30% к толщине всего дермиса у крупного рогатого скота; 30-40% - лошадей; 50-60% - овец; до 70% у лисицы красной.

Дерма сосочки активно питается. Эпидермис оказывает существенно влияние на рост волос, изменения в структурной организации вызывает выпадение волос, из-за дистрофии волосяных луковец. Поэтому, воздействуя на дермальные сосочки медикаментозными способами, или магнитным полем можно корректировать рост волосяного покрова. В сосочковом слое дермы при уменьшении в нем белково-углеводных комплексов – протеогликанов, сопровождается ослаблением связей между отдельными коллагеновыми волокнами, которые не имеют строгой упорядоченности.

Второй слой – сетчатый выполняет механическую функцию в кожном покрове, состоит из волокнистых конструкций, ориентировка которых тесно связана не только с видом животного, но и с анатомо-топографической особенностью распределения кожи на его теле. Так у животных, в зависимости от анатомо-топографических особенностей существует 3-т вида ориентировки, переплетения волокон сетчатого слоя дермы:

- 1) Тип вязи – ромбовидный. Коллагеновые волокна представлены ромбовидными фигурами, при этом стороны ориентированы к поверхности кожи диагонально. На спинной части КРС. Подобного рода кожа отличается чрезвычайной прочностью, но слабой растяжимостью; оправдана функционально удерживающей нагрузкой.
- 2) Тип вязи – петлистый. Различной конфигурации, обладает хорошей растяжимостью, но незначительной прочностью. Кожа с петливой вязью располагается на животе, что необходимо связано с функцией. Преобладает у мелкого рогатого скота и свиней.
- 3) Тип – горизонтально волнистый. Параллельно поверхности кожи (тангенциально). Встречается чаще у пушных зверей (песца, норки). Прочностные свойства не велики, преобладают деформационно-адаптационные.

Таким образом, конфигурация волокон разная, что необходимо учитывать. Поэтому, и болезнь имеет свое анатомическое обоснование.

## Лекция Нейрология №7- Центральная нервная система

Понятие о нервной системе. Фило- и онтогенез нервной системы. Строение нейронов и их классификация. Классификация нервной системы: центральная и периферическая. Спинной мозг (морфология, проводящие пути). Головной мозг (морфология, деление на отделы). Оболочки спинного и головного мозга.

**Понятие о нервной системе и ее функциях.** Нервная система (*Systema nervosum*) является одной из ведущих интегрирующих систем организма, и вместе с эндокринной и сердечно-сосудистой системами объединяет организм в единое целое. По Павлову И.П., организм - не механическая сумма составляющих его частей, а сложная, динамическая система, все части которой взаимосвязаны и взаимообусловлены. Организм находится в постоянном и тесном контакте с внешней средой. В процессе жизни организм адаптируется к условиям окружающей среды. Уровень его приспособляемости к внешней среде контролируется нервной системой. Таким образом, *Systema nervosum* обеспечивает связь организма с внешней средой, управляет работой всех органов и связывает все части организма в единое целое. Она осуществляет координацию кровообращения, лимфоотока, метаболических процессов, которые в свою очередь влияют на состояние деятельности нервной системы. Павлов И.П. писал: «Деятельность нервной системы направляется, с одной стороны, на объединение, интеграцию всех частей организма, с другой - на связь организма с окружающей средой, на уравнивание систем организма с внешним миром»

Нервная система работает по принципу обратной связи, т.е. импульс по ее периферической части идет в мозг, а из мозга по той же периферической части к рабочему органу. Надо помнить, что всяким ответом на раздражение будет движение, поэтому нервная система развивается параллельно с опорно-двигательным аппаратом.

Наука, изучающая нервную систему называется – Neurologia.

Фило- и онтогенез нервной системы. **В процессе исторического развития нервная система проходит ряд последовательных этапов:**

I этап – *Гуморальный этап*. Связь организма с окружающей средой осуществляется посредством специфической жидкости, находящейся как вне, так и внутри его. Этот этап характерен для одноклеточных организмов.

II этап – *Диффузный этап*. Связь организма с внешней средой осуществляется при помощи нейронов, отростки которых, контактируя друг с другом, образуют сеть. Эта сеть пронизывает все тело многоклеточного организма, потому при раздражении сокращается все тело. Сетчатый тип нервной системы характерен для кишечно-полостных (гидра, медуза, полипы).

Отражением этого этапа у высших позвоночных является парасимпатическая часть вегетативной нервной системы.

III этап – *Ганглиозный этап*. На этом этапе нейроны образуют скопления (ганглии), которые располагаются не беспорядочно, а сегментарно, метамерно и



1) Ядро	1) Чувствительные (дендриты)	1) Чувствительные (рецепторы)
2) Цитоплазма	2) Двигательные (аксон или нейрит)	2) Двигательные (эффекторы)
		3) Синапсы
Серое вещество -substantia grisea- # Ганглий -ganglion-	Нервные волокна (миелиновые, безмиелиновые)	
	Белое вещество -substantia alba- # Нервы -nervus-	

Нейроны состоят из тела, отходящих от него отростков и окончаний.

Тело нейрона состоит из цитоплазмы и ядра. Ядро крупное, округлое, располагается в центре и содержит 1-2 ядрышка. Цитоплазма содержит все органоиды, нейрофибриллы и глыбки базофильного вещества (полирибосомы, которые синтезируют белок).

Тела нейронов входят в состав серого вещества спинного и головного мозга, а так же образуют нервные ганглии (узлы). Ганглии – это скопление тел нейронов на периферии.

Отростки нейрона по функции делятся на:

- 1) Чувствительные отростки (*дендриты*) – они воспринимают раздражение и проводят импульс к телу клетки. Они имеют ветвистую форму и поэтому их называют дендритами (dendron).
- 2) Двигательный отросток (*аксон, нейрит*) - проводит нервный импульс от тела нейрона до рабочего органа (мышцы, железы и др.). Нейроны всегда имеют только один аксон.

Нервная клетка всегда поляризована, т.е. способна пропускать нервный импульс только в одном направлении от дендритов к аксону.

Отростки нервных клеток, покрытые глиалиновыми оболочками называются нервными волокнами. *Нервные волокна в ЦНС образуют белое мозговое вещество (substantia alba), а в ПНС - нервы*. В белом веществе скопления нервных волокон носят различные названия- пучки, канатики, тракты, или проводящие пути и т.д. Таким образом, *nervus – это группа нервных волокон в ПНС, объединенная общей соединительно-тканной оболочкой*.

Нервные отростки заканчиваются нервными окончаниями.

Различают чувствительные (рецепторы), двигательные (эффекторы) нервные окончания и синапсы, т.е. места контактов нейронов между собой.

*Рецепторы* делятся на две большие группы: экстерорецепторы (наружные) и интерорецепторы (внутренние). *Экстерорецепторы* воспринимают раздражения из внешней среды, а *интерорецепторы* - из внутренней. Среди *интерорецепторов* выделяют : а) висцерорецепторы-располагаются во внутренних органах; б) проприорецепторы- опорно-двигательный аппарат (мышечно-суставное чувство);

в) вестибулорецепторы-внутреннее ухо (положение тела в пространстве).

### **Классификация нейронов по функции:**

- 1) Чувствительные (афферентные, рецепторные) – воспринимают раздражение и передают его, т.е. проводят нервные импульсы от органов и тканей в мозг. Тела таких нейронов у человека и домашних животных лежат вне ЦНС. (лат. Afferens – приносящий).
- 2) Вставочные (передаточные, ассоциативные, замыкательные) – передают раздражение с чувствительных на двигательные или секреторные. Вставочные нейроны лежат в пределах ЦНС.
- 3) Двигательные или секреторные (эфферентные, эффекторные) – передают возбуждение на рабочий орган (мышцы, железы). Тела находятся в ЦНС или в симпатических и парасимпатических ганглиях. (лат. Efferens – выносящий).

Окончание одного двигательного нейрона и иннервируемое им исчерченное мышечное волокно образуют нервно-мышечный комплекс – МИОН (моторная бляшка), который состоит из одного нервного волокна и нескольких мышечных волокон. Например, в трехглавой мышце голени мион состоит из 1 нервного волокна и 227 мышечных волокон, а в латеральной мышце глаза – из 1 нервного и 19 мышечных волокон.

В основе деятельности нервной системы лежит рефлекс (лат.reflexus – отражение). Рефлекс – ответная реакция организма на раздражение рецепторов (из внешней или внутренней среды), осуществляемая при участии нервной системы. Анатомический путь рефлекса – рефлекторная дуга. Рефлекторная дуга, как правило, включает три нейрона: 1) афферентный нейрон (и его рецепторы); 2) вставочный нейрон, залегающий в ЦНС; 3) эфферентный нейрон (и его эффектор). Простые рефлексы осуществляются через «низшие» отделы ЦНС – спинной мозг. Простейшая рефлекторная дуга может состоять из двух нейронов: чувствительного и двигательного. Тело первого нейрона (афферентного) находится в спинномозговом узле (или в чувствительном узле черепного нерва). В сером веществе спинного или в ядрах головного мозга находится тело второго (эфферентного) нейрона. Раздражение одной точки тела может передаваться не только к соответствующему сегменту мозга, но и охватывать несколько соседних сегментов. В результате этого простой рефлекс перерастает в ответную реакцию, захватывающую несколько групп мышц. Возникает сложное, координированное рефлекторное движение.

В настоящее время учение о рефлексе дополнено «понятием об обратной связи», потому говорят не только о рефлекторной дуге, но и о *рефлекторном кольце*. В каждой мышце имеются рецепторы, которые раздражаются при ее сокращении. От этих рецепторов в ЦНС передаются импульсы, информирующие её о степени сокращения мышцы. Благодаря обратной связи ЦНС дает оценку рефлекторную акту и обеспечивает такое совершенное управление процессами, которого не может быть при односторонней связи.

### **Классификация нервной системы**

Нервная система едина, но условно ее разделяют по топографическому признаку на 2 части: центральную и периферическую.

### Нервная система

Центральная	Периферическая	
1)Спинной мозг 2)Головной мозг	Нервные узлы (ганглии)	Нервы
	1)Спинномозговые 2)Черепные 3)Вегетативные	1)Спинномозговые 2)Черепные 3)Вегетативные

К ЦНС относят спинной и головной мозг, а к ПНС - нервные узлы (ганглии) и нервы. ЦНС и ПНС неразрывно связана корешками с/м и черепных нервов.

Нервный узел – ganglion – это скопление тел нейронов на периферии. В зависимости от расположения и выполняемой функции ганглии делятся на спинномозговые, черепные и вегетативные и располагаются в три этажа.

1) Первая серия ганглиев (спинальные или черепные ганглии) лежит на дорсальных корешках с/м или черепных нервов рядом с мозгом. Эти ганглии являются защитно-компенсаторным механизмом, «щадят мозг», решают беспокоить его или нет, проводят импульс с периферии к мозгу или наоборот его глушат. Это чувствительные ганглии.

2) Вторая серия ганглиев лежит под позвоночным столбом (симпатические ганглии). Это ганглии, через которые проходят импульсы от центров к кровеносным сосудам. К ним относятся ганглии пограничного симпатического ствола и два непарных ганглия на брюшных сосудах. Эти ганглии двигательные (импульс от мозга через ганглий на периферию к сосудам).

3) Третья серия ганглиев (парасимпатические ганглии) располагаются в стенках внутренних органов (интрамуральные) или около них (экстрамуральные). Это так же двигательные ганглии (импульс от мозга через ганглий на периферию к стенке внутренних органов).

Нервы – nervus – это группа нервных волокон, объединенных общей соединительно-тканной оболочкой. Почти все нервы содержат чувствительные и двигательные нервные волокна и поэтому являются смешанными. Снаружи нервы покрыты оболочками и имеют вид белого тяжа различной толщины. В зависимости от места выхода и образования нервы делятся на спинномозговые, которые отходят от спинного мозга, черепные - от головного мозга, вегетативные относящиеся к вегетативной нервной системе.

В зависимости от функционального назначения нервы бывают:

1) Чувствительные соматические, афферентные, которые передают нервное возбуждение от рецепторов опорно-двигательного аппарата к мозгу;

2) Чувствительные висцеральные, афферентные – от висцеральной мускулатуры кишечника, от желез внутренних органов к мозгу;

3) Двигательные соматические, эфферентные - от мозга к соме (поперечно-исчерченной мускулатуре);

4) Двигательные висцеральные, эфферентные – от мозга к внутренним органам;

5) Трофическая группа нервов (выделяет проф. Михайлов, г. Казань), иннервирует соединительную ткань, регулирует ее поглотительную способность и таким образом метаболизм (обмен веществ) в любом органе.

Наличие трофического компонента в нервной системе позволяет успешно применять безмедикаментозные методы лечения различных болезней (геле-неоновый лазер, магнитное поле).

**Нервная система** по функциональному признаку, т.е. по зонам иннервации, делится на соматическую и автономную (вегетативную).

Соматический отдел представлен спинным и головным мозгом с отходящими спинномозговыми и черепными нервами, которые иннервируют аппарат движения и кожный покров (сому), а также связывает организм с внешней средой при помощи органов чувств.

Вегетативная нервная система иннервирует неисчерченную мышечную ткань внутренних органов и сосудов, а также регулирует обменные процессы и поддерживает постоянство внутренней среды организма.

### **Спинной мозг-medulla spinalis (греч. myelos)-**

**Филогенез.** Начиная с низших хордовых (ланцетник), нервная система уже приобретает трубкообразный вид. У большинства рыб в нем нет еще четкого выделения рогов серого вещества мозга.

У амфибий спинной мозг укорачивается за счет хвостовой части, от которой у бесхвостых амфибий сохраняются лишь только концевая нить с корешками. Возникают шейное и поясничное утолщение в связи с развитием конечностей (нет у безногих форм).

У рептилий серые рога в спинном мозге уже четко выделяются и белое вещество в силу этого разделено на продольные пучки.

У млекопитающих спинной мозг характеризуется четким разграничением серого и белого вещества, а так же развитием сильных шейного и поясничного утолщений.

**Строение.** Спинной мозг лежит в позвоночном канале и представляет собой длинный цилиндрический тяж. У большинства позвоночных (рыбы, хвостатые амфибий, рептилии, птицы) спинной мозг занимает весь позвоночный канал, тогда как у бесхвостых амфибий и млекопитающих он занимает только часть канала из-за неравномерности роста спинного мозга и позвоночника в период эмбрионального развития. У большинства млекопитающих спинной мозг заканчивается на уровне поясничных позвонков. Без видимых границ он подразделяется на шейный, грудной и пояснично-крестцовый отделы. Последний заканчивается мозговым конусом (conus medullaris), достигающим до II-III поясничных позвонков. От мозгового конуса

далее отходит концевая нить (мозговые оболочки), продолжающаяся до VI хвостового позвонка. Мозговой конус, концевая нить и косо отходящие от них спинномозговые нервы формируют анатомическое образование, которое получило название конский хвост (*cauda equinae*).

### *Medulla spinalis*

<i>r. cervicalis</i>	<i>regio pectoralis</i>	<i>r. lumbosacralis</i>	<i>conus medullaris</i>
			▼
<i>intumescencia cervicalis</i> (шейное утолщение)		<i>intumescencia lumbosacralis</i>	<i>filum terminale</i>

Спинальный мозг развит у разных животных в различной мере, что объясняется неодинаковым развитием у них как подвижности, так и кожной чувствительности. Например, у карпа и у курицы, имеющих одинаковую массу тела, спинной мозг весит у курицы – 2,1 г, а у карпа – 0,65 г., т.е. у первой в 3 раза больше, что объясняется большей ее подвижностью (развитием вентральных рогов). У других двух животных с одинаковой массой тела черепахи и кролика – очень узкий спинной мозг черепахи весит 0,39 г, а кролика – 3,64 г, т.е. в 9 раз больше, что объясняется его гораздо развитой чувствительностью (развитием дорсальных рогов). Между массой головного и спинного мозга животных имеются определенные соотношения. По мере повышения общей организации животных относительная масса головного мозга по отношению к спинному постепенно увеличивается. Так, если у пресмыкающихся (черепаха) масса головного мозга примерно равна массе спинного мозга, то у птиц (петухи, голуби) она превышает ее в 1,5 – 2,5 раза, у копытных примерно в 2,5 раза, у хищных в 3-5 раза, у шимпанзе в 18 раз, у человека – в 49 раз.

Спинальный мозг в общем имеет цилиндрическую форму, но у травоядных животных он несколько сплюснен сверху вниз. От спинного мозга на всем протяжении отходят корешки (чувствительные и двигательные), которые связывают его с периферией. Вдоль спинного мозга идут дорсальная срединная борозда – *sulcus medianus dorsalis*, и вентральная срединная щель – *fissura mediana ventralis*, которые делят спинной мозг на 2 равные симметричные половины (правую и левую). Кроме этого, в вентральной срединной щели располагается спинномозговая вентральная артерия.

Внутри спинного мозга имеется узкая полость – центральный спинномозговой канал – *canalis centralis*, который заполнен спинномозговой жидкостью (ликвором). Ликвор выполняет роль посредника между кровью и нейронами. Из ликвора нейроны получают питательные вещества и через него освобождаются от конечных продуктов обмена. Вокруг центрального канала располагается серое мозговое вещество, а по периферии – белое, образованное из миелиновых нервных волокон.

### **Medulla spinalis**

|

Canalis centralis	Substantia grisea	Substantia alba
↓	↓	↓
Ликвор Liquor cerebrospinalis	1) cornus dorsalis 2) cornus ventralis 3) cornus lateralis	1) funiculi dorsalis 2) funiculi ventralis 3) funiculi lateralis

Анатомически спинной мозг состоит из отдельных нервных сегментов - невромеров,

Серое мозговое вещество на поперечном разрезе имеет форму буквы «Н» или бабочки и в каждой его половине различают дорсальные, вентральные, латеральные рога. В функциональном отношении рога - это «центры», а морфологически – это тела нервных клеток вместе с кровеносными сосудами гемомикроциркуляторного русла, сравнительно высокой плотности.

1) Дорсальные рога – чувствительные; они образованы в основном телами ассоциативных нейронов, которые передают нервные импульсы в головной мозг.

2) Вентральные рога – двигательные; они образованы телами эфферентных мотонейронов, которые передают нервные импульсы к рабочему органу.

3) Латеральные рога – расположены между дорсальными и вентральными рогами и встречаются только в грудном и поясничном отделе спинного мозга (с I грудного позвонка по IV поясничный позвонок). Латеральные рога – это центры симпатической (сосудистой) части вегетативной нервной системы. Состоят из тел нервных клеток, отдающих импульсы первоначально к симпатическим ганглиям, а от них неисчерченной (гладкой) мускулатуре сосудов.

Белое вещество морфологически представлено миелиновыми нервными волокнами и микрососудами, но уже низкой плотности.

Спинной мозг состоит из двух различных по функции и структуре аппаратов – собственного и проводникового.

Собственный, или сегментарный, аппарат спинного мозга является местом замыкания безусловных рефлексов с кожных рецепторов на мышцы и сосуды. По своему развитию он представляет более древнее образование.

Проводниковый, или надсегментарный, аппарат спинного мозга более позднего происхождения и связан с различными отделами головного мозга. Он возникает в результате развития мышечной системы и дифференцировки головного мозга. Через него и при участии сетчатого образования осуществляются рефлексы как условные, так и безусловные с различных анализаторов. Это система надсегментарных двусторонних связей спинного мозга с головным, они образуют проводящие пути 2-х типов: центропетальные (центростремительные), направляющиеся к головному мозгу, и центрофугальные (центробежные), идущие от головного мозга.

Итак, белое мозговое вещество, состоящее из нервных волокон, образует многочисленные проводящие пути в виде пучков, располагается по периферии и разделяется рогами серого вещества на 3 канатика. В составе дорсальных канатиков проходят чувствительные проводящие пути с кожи и скелетных мышц, направляющиеся в головной мозг. В латеральных канатиках есть как

чувствительные, так и двигательные проводящие пути. В вентральных – двигательные проводящие пути.

Белого мозгового вещества больше в начальной части спинного мозга; чем дальше от головного мозга, тем больше теряется волокон, отходящих к разным участкам (например, у человека двигательные пути каждой половины спинного мозга, содержит: в верхних шейных сегментах – 70 100 волокон; в верхних грудных, после отхождения нервов в руку – 30 500). Количество чувствительных путей обычно больше, чем двигательных, поэтому и белая масса дорсальных канатиков в спинном мозге больше чем в вентральных. Относительное количество двигательных волокон в белом веществе увеличивается по мере повышения организации животных (у собак они составляют 10% к общей массе белого вещества, у обезьян – 20%, у человека – 30%).

### Основные функции спинного мозга

1) Рефлекторная: в сером веществе спинного мозга располагается нервные центры - группа тел нейронов, которые контролируют определенную функцию и осуществляют различные безусловные рефлексы. Нейроны, образующие нервный центр, могут лежать в различных отделах ЦНС. Например, в шейном отделе лежат центры диафрагмальных нервов, нарушение этих центров приводит к расстройству дыхания. В грудном отделе спинного мозга находятся центры, иннервирующие мускулатуру грудной конечности, туловища, поражение этих центров вызывает расстройство движения тех частей тела, которые ими иннервируются. В поясничном отделе располагаются центры иннервирующие мускулатуру тазовых конечностей и брюшной стенки, а в крестцовом – центры мочеиспускания, дефекации, эрекции, деятельности матки. Все центры спинного мозга находятся под контролем центров головного мозга.

2) Проводниковая – спинной мозг это мощная система проводящих путей. Проводящие пути бывают основными, центростремительными и центробежными.

а) Основные проводящие пути (более древние с точки зрения филогенеза) связывают отделы самого спинного мозга и лежат рядом с серым мозговым веществом во всех трех канатиках.

б) Центростремительные (афферентные, восходящие, чувствительные) пути связывают периферию тела с головным мозгом и проводят нервные импульсы от кожного покрова, скелетных мышц, суставов... в головной мозг.

в) Центробежные (эфферентные, нисходящие, двигательные) пути проводят нервные импульсы от головного мозга к периферии тела.

Наиболее древнее эволюционное происхождение имеют спинотектоталамический и вестибулоретикулоспинальный пути, а наиболее молодыми являются пирамидные тракты, которые появляются у птиц и млекопитающих. Размер тракта увеличивается в ряду млекопитающих, тесно коррелируя с развитием моторной активности вида и со способностью к тонким дифференцированным движениям конечностей.

### Оболочки спинного мозга

Спинальный мозг помещается в позвоночном канале и покрыт оболочками, между которыми имеются щелевидные пространства, содержащие ликвор (спинномозговую жидкость), что создает хорошую защиту для нежного мозгового вещества. Оболочки спинного мозга переходят в оболочки головного мозга. Мозговых оболочек три: наружная – твердая, средняя – паутинная и внутренняя – мягкая (сосудистая).

### Мозговые оболочки

Наружная – твердая	Средняя – паутинная	Внутренняя – мягкая
<i>Dura mater spinalis</i>	<i>arachnoidea spinalis</i>	<i>pia mater spinalis</i>
<i>Cavum subdurale</i>	<i>Cavum subarachnoideale</i>	

Твердая мозговая оболочка построена из плотной соединительной ткани и образует своеобразный мешок вокруг спинного мозга. Между нею и позвоночным каналом (надкостницей) формируется эпидуральное пространство, заполненное рыхлой соединительной тканью с большим количеством липоцитов. В нем лежат вентрально два венозных синуса, отводящие кровь от спинного мозга и позвонков.

Паутинная мозговая оболочка очень нежная, тонкая и прозрачная, состоит из рыхлой соединительной ткани. От твердой оболочки она отделена щелевидным субдуральным пространством, а от мягкой подпаутинным пространством, заполненным ликвором. Оболочка образует вокруг спинного мозга футляр и соединяется с твердой мозговой оболочкой с помощью проходящих сосудов и выходящих нервов, а с мягкой оболочкой - с помощью отдельных групп коллагеновых волокон.

Мягкая (сосудистая) оболочка построена из рыхлой соединительной ткани и содержит большое количество кровеносных сосудов и снабжена нервами, она очень прочно срастается с мозгом. На боковых поверхностях образует боковые связки спинного мозга. От этих связок между нервами простираются 28-30 зубовидных связок. Основанием последние обращены к мозгу, а вершинами прикрепляются к твердой оболочке, подвешивая, таким образом, мозг.

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Головной мозг (Encephalon)- это высший отдел ЦНС, который контролирует все процессы, происходящие в организме и обеспечивает всю высшую и низшую нервную деятельность. Он развивается в связи с развитием трех основных анализаторов (обонятельного, зрительного и равновесно-слухового). Развитие обонятельного рецептора сопровождается формированием конечного и промежуточного отделов мозга; зрительного рецептора - среднего отдела мозга; статоакустического рецептора – ромбовидного отдела мозга. Прогрессивное развитие головного мозга обусловлено формированием большого количества вставочных нейронов, которые структурно оформлены в виде ядер.

**Онтогенез головного мозга.** Головной мозг закладывается в виде нервной трубки, которая претерпевает несколько стадий в своем развитии; эти стадии повторяют (рекапитулируют) исторический путь развития всей нервной системы.

1 этап – стадия нервной полоски, которая формируется из материала нейроэктодермы.

2 этап – стадия нервной бороздки. Края нервной полоски заворачиваются с боков и углубляются.

3 этап – стадия нервной трубки. Соприкосновение краев бороздки и формирование полой нервной трубки.

Наиболее интенсивно растет краниальный отдел нервной трубки, который расширяется, образуя первоначально единый мозговой пузырь. Он растет неравномерно и сопровождается перешнуровыванием двумя перетяжками на три отдела. 1 и 3 мозговые пузыри растут намного интенсивнее, чем 2 (средний) пузырь, в связи с этим они перешнуровываются двумя перетяжками еще на два. Таким образом, формируется 5 окончательных (дефинитивных) пузырей из которых развивается головной мозг: из 1 и 2 – конечный и промежуточный; из 3 – средний; из 4 и 5 – задний и продолговатый отделы головного мозга. Мозговые пузыри далее сохраняются рудиментарно в виде полостей желудочков мозга. 1 и 2 желудочки (боковые) располагаются в конечном мозге; 3 – в промежуточном мозге; мозговой водопровод – в среднем; 4 – в ромбовидном. Желудочки мозга заполнены цереброспинальной жидкостью и сообщаются с полостью центрального спинномозгового канала. Она вырабатывается специальными сосудистыми сплетениями, расположенными в покрышках мозговых желудочков, и является питательной средой для нервной ткани. Нарушение её оттока может привести к отёку головного мозга и летальному исходу. Эндотелию кровеносных капилляров сосудистых сплетений приписывают так же роль мощного гематоэнцефалического барьера. Через него легко проходят алкоголь, морфий, стрихнин, столбнячный токсин т.д., но не проходят ртуть, свинец, йод...

**Топография и строение головного мозга.** Головной мозг располагается в полости черепа (*cavum cranii*). Его форма и внешний вид в основных чертах соответствуют очертаниям внутренней поверхности костей черепа к которым он прилежит. Так, с дорсальной поверхности он выпуклый, а с вентральной несколько уплощен и имеет характерные неровности. Абсолютная и относительная масса головного мозга у животных отличается вариабельностью и повышается в связи с усложнением общей организации животного. *Мозг ископаемого животного (динозавра) весил всего 30 грамм при массе тела 15 тонн* (т.е. абсолютная масса равнялась 30 г, а относительная – 0,0002%). У рыб относительная масса головного мозга равняется 0,04% (акула), у амфибий – 0,06% (лягушка), у рептилий – 0,07% (ящерица), у птиц – 0,08% (страус), у млекопитающих - 0,2% (лошадь). У диких животных головной мозг крупнее, чем у домашних при одинаковой массе тела. При массе тела 30-35 кг, головной мозг составляет у собаки 0,25%, а у волка- 0,47%. Таким образом, масса головного мозга зависит от вида, условий жизни, размеров животного. Она меняется даже в течение индивидуального развития. У человека масса мозга увеличивается до 20-25 лет, а затем некоторое время остается без изменений. Однако после 30 лет она постепенно снижается к 40 годам на 2-3%, к 50 годам - на 3-4% и к 60 годам - на 8%.

Головной мозг является продолжение спинного мозга и также состоит из серого и белого мозгового вещества, но отличается от спинного мозга сложностью строения. Внутри головного мозга, так же как и в спинном, имеются полости (желудочки), заполненные ликвором.

Encephalon		
Substantia grisea	Substantia alba	Ventriculi (liquor)
1)Cortex cerebri 2)Cortex cerebelli 3)Nuclei подкорка	1) Ассоциативные 2) Коммиссуральные 3)Проекционные	1)Ventriculi lateralis 2)V. tertius 3) Aqueductus cerebri 4) V. quartus

В головном мозге серое вещество располагается по периферии и образует кору большого мозга и кору мозжечка. Кора большого мозга содержит огромное количество нейронов (10-14 млрд.), которые располагаются послойно и имеют в основном *пирамидальную форму*. Кора большого мозга – это высший отдел ЦНС, где осуществляется высший анализ и синтез нервных импульсов. Под корой располагается белое мозговое вещество, в котором встречаются отдельные скопления серого вещества. Вот эти скопления называют «ядрами» или нервными центрами. Ядра, как правило, регулируют работу различных органов. И их еще объединяют в единое понятие «подкорка». Если снять (удалить) полушария большого мозга, все, что останется будет называться «стволом головного мозга».

Белое мозговое вещество располагается в центре и образованно в основном миелиновыми нервными волокнами. Белое мозговое вещество образует проводящие пути:

- 1) Ассоциативные — соединяют отдельные участки коры в пределах одного полушария.
- 2) Комиссуральные – соединяют участки разных полушарий.
- 3) Проекционные – соединяют головной мозг со спинным.

**Деление головного мозга на отделы.** С дорсальной поверхности головной мозг поперечной щелью (*fissura transversa cerebri*) разделяется на большой и ромбовидный мозг. Большой мозг (*Cerebrum*) занимает большую часть полости черепа и состоит из конечного, промежуточного и среднего мозга. Каждый отдел головного мозга имеет связь с периферией с помощью корешков черепных нервов, а со спинным мозгом - проводящими путями.

Конечный мозг (Telencephalon) имеет боковые желудочки (два) и связан с периферией – 1 парой черепных нервов (обонятельный). Промежуточный мозг (Diencephalon) имеет третий мозговой желудочек и связан со 2 парой черепных нервов (зрительный). Средний мозг (Mesencephalon) имеет мозговой водопровод и связан с 3 (глазо-двигательный) и 4 (блоковой) парами черепных нервов.

**Ромбовидный мозг (Rhombencephalon) располагается в каудальном отделе полости черепа и имеет четвертый мозговой желудочек и связан с 5-12 парами черепных нервов. Он состоит из заднего (Metencephalon) и продолговатого мозга (medulla oblongata).**

Encephalon	
Cerebrum	Rhombencephalon
1) Telencephalon 2) Diencephalon 3) Mesencephalon	4) Metencephalon 5) Myelencephalon

### Продолговатый мозг (Myelencephalon)

Продолговатый мозг анатомически представляет собой продолжение спинного мозга и имеет вид тяжа, сдавленного дорсо-вентрально. Лежит он в специальной ямке на теле затылочной кости. Серое мозговое вещество продолговатого мозга состоит из скопления нервных клеток, которые образуют ядра и ретикулярную формацию. На его вентральной поверхности много чувствительных (сенсорных) и двигательных (моторных) ядер. Сенсорные ядра занимают латеральное положение, а двигательные ядра – медиальное.

1) На вентральной поверхности продолговатого мозга выделяют два узких продолговатых валика (пирамиды - pyramis medullae oblongatae) – это центробежные нисходящие проводящие пути (основной пирамидный путь), которые связывают головной мозг со спинным мозгом. Эти пути начинаются в коре (гигантские пирамидные клетки, мотонейроны), проходят через ядра подкорки продолговатого мозга и идут к вентральным двигательным рогам спинного мозга. Пирамидные пути (tractus pyramidalis) хорошо выражены у приматов и хищников (собака, кошка). У выхода в спинной мозг пирамидные пути перекрещиваются и образуют перекрест пирамид (decussatio pyramium), здесь же выходит 12 пара черепных нервов.

2) Латерально от пирамид на латеро-вентральной поверхности продолговатого мозга имеется округлое возвышение – олива (oliva), в состав которого входит оливное ядро (nucleus olivaris). Ядро оливы принимает участие в согласовании и координации движений скелетных мышц.

3) На переднем участке продолговатого мозга с вентральной стороны в виде поперечного валика выступает трапецевидное тело (corpus trapezoideum), от ядер которого берут начало корешки тройничного нерва. Трапецевидное тело хорошо выражено у жвачных животных.

4) На дорсальной поверхности продолговатого мозга имеется углубление – ромбовидная ямка (fossa rhomboidea), на дне которой располагаются ядра черепных

нервов: отводящего, лицевого, преддверно-улиткового, блуждающего и подъязычного нервов.

Таким образом, продолговатый мозг содержит жизненно важные рефлекторные центры. Здесь расположены центры: сердечно-сосудистой деятельности, дыхания, пищеварения (глотания, сосания, жевания, слюноотделения, отделения пищеварительных соков), рвоты, мигания, слезотечения. Продолговатый мозг играет большую роль в регуляции мышечного тонуса, получая импульсы от органов слуха и равновесия. Из него выходят многие черепные нервы (V-XII).

### Задний мозг (Metencephalon)

Состоит из мозжечка и мозгового моста, между ними располагается четвертый мозговой желудочек (*Ventriculus quartus*), который каудально переходит в центральный спинномозговой канал и заполнен ликвором.

1) Мозжечок (*cerebellum*) является наиболее крупной частью заднего мозга и располагается каудально от полушарий головного мозга, от которых он отделен поперечной мозговой щелью. Все позвоночные животные обладают мозжечком, развитие которого зависит от характера движения. Он наиболее сильно выражен у животных быстро плавающих, бегающих, прыгающих и летающих, и слабее у животных, передвигающихся медленно. Мозжечок имеет почти шаровидную форму и разделен двумя продольными бороздами на среднюю часть – червячок (*Vermis*) и боковые доли – полушария мозжечка (*Hemispheria cerebelli*), которые появляются у млекопитающих. Серое мозговое вещество образует кору мозжечка (*Cortex cerebelli*) и располагается по периферии, а белое находится в центре и имеет вид ветвистого образования, за что названо деревом жизни – *arbor vitae*. Мозжечок является крышей 4-го мозгового желудочка. Мозжечок связан с близлежащими отделами мозга 3-я парами ножек: назальными – с четверохолмием; боковыми – с мостом; каудальными – с продолговатым мозгом. Мозжечок выполняет следующие функции: регулирует мышечный тонус и координирует выполнение сложных двигательных актов. При его поражении у животных наблюдаются: атония – ослабление тонуса мышц; атаксия – нарушение координации движений; астазия – животное не может стоять спокойно, непрерывно качается в разных направлениях; астения – значительный упадок сил, быстрое утомление при движениях. Кроме регуляции двигательных функций, мозжечок оказывает влияние на автономную нервную систему.

2) Мозговой (Варолиев) мост (*Pons cerebelli*) - это мощный проводниковый аппарат, который появляется только у млекопитающих в связи с развитием плаща головного мозга. Он соединяет мозжечок, продолговатый мозг с полушариями большого мозга и располагается с вентральной стороны в виде плотного валика. Мозговой мост состоит в основном из белого мозгового вещества, но содержит и отдельные ядра серого вещества (собственные ядра моста). Мост состоит из двух частей. Проводящие пути одной части связывают кору большого мозга со спинным мозгом и корой полушарий мозжечка. В другой части проходят восходящие и нисходящие проводящие пути, располагается ретикулярная формация и часть ядер 5 пары черепных нервов (тройничный). Кроме этого в мозговом мосту находится центр пневмотаксиса, участвующий в регуляции дыхания.

## Средний мозг (Mesencephalon)

У низших животных выполняет интеграционную функцию, т.е. осуществляет взаимосвязь деятельности всех органов и систем внутри организма, а также управляет поведением животных. У высших позвоночных попадает в подчиненное положение по отношению к коре головного мозга и передает часть функций в промежуточный мозг (зрительные, слуховые). Средний мозг состоит из пластинки четверохолмия, мозгового водопровода, покрывки и ножек большого мозга.

1) Серое вещество формирует у млекопитающих пластинку четверохолмия – *Lamina tecti* (у всех остальных – двуххолмие), состоящую из холмов разного функционального назначения: 2-х ростральных и 2-х каудальных холмов. Передние холмы являются подкорковыми зрительными центрами, а каудальные – слуховыми. Они переключают зрительные и слуховые рефлексы с экстерорецепторов (анализаторов) в кору головного мозга и подкорковые ядра стволовой части головного мозга. Существует прямо пропорциональная зависимость выраженности холмов от остроты зрения или слуха. У животных с хорошим слухом преобладают каудальные слуховые холмы (ночные хищники, китообразные), а у животных с хорошим зрением преобладают ростральные холмы (копытные).

2) Белое мозговое вещество образует у млекопитающих ножки большого мозга (*Pedunculi cerebri*), которые являются мощным проводниковым аппаратом головного мозга. Между ножками имеется ямка Тарини, от нее отходит 3 пара черепных нервов (глазодвигательный), которая иннервирует прямые мышцы глаза. От основания ножек латерально отходит 4 пара нервов (блоковой).

3) Чепец (*Tegmentum mesencephali*) покрывает ножки большого мозга и является дном мозгового водопровода. В нем залегает красное ядро (*nucleus ruber*), от красного ядра начинается подкорковый двигательный путь к вентральным рогам спинного мозга (красноспинальный путь). В филогенезе красное ядро появляется у рептилий, разрушение его сопровождается ригидностью мышц (не способность к сокращению, как при столбняке). Красное ядро, как и мозжечок, регулирует тонус мышц.

4) На границе между чепцом и ножками находятся черная субстанция (*substantia nigra*), богатая пигментом меланином. Она тесно связана с подкорковыми ядрами и участвует в регуляции сложных двигательных реакций при жевании и проглатывании пищи.

5) Мозговой (Сильвиев) водопровод (*Aqueductus mesencephali*) соединяет третий и четвертый мозговые желудочки.

## Промежуточный мозг (Diencephalon).

Промежуточный мозг располагается впереди среднего мозга и позади полосатых тел концевой части мозга. Дорсально он прикрыт сосудистой покрывкой третьего мозгового желудочка и аммоновыми рогами. Промежуточный мозг состоит из 4-х отделов: эпителиамуса, таламуса, метаталамуса и гипоталамуса.

1) Эпиталамус (Epithalamus - надбугорье) состоит из эпифиза (железы внутренней секреции), ее уздечки и сосудистой покрывки третьего мозгового желудочка. Сосудистая покрывка (Tela choroidea ventriculi tertii) образована складкой мягкой оболочки мозга и сосудистым сплетением.

2) Таламус (Thalamus) - это самая массивная часть промежуточного мозга. Она состоит из зрительных бугров между которыми находится кольцевидный третий мозговой желудочек. В зрительных буграх располагаются подкорковые чувствительные центры (зрительные, слуховые, обонятельные и вкусовые) и происходит первоначальный анализ и синтез чувствительных импульсов. В нем выделяют около 40 ядер (специфические, ассоциативные, диффузные).

3) Метаталамус (metathalamus - забугорье) представлен коленчатыми телами (corpus geniculatum laterale et mediale), которые являются центрами переключения зрительно-слуховых путей на пути в кору.

4) Гипоталамус (hypothalamus - подбугорье) является высшим подкорковым вегетативным центром, который обеспечивает гомеостаз, сохраняя постоянство внутренней среды организма. В нем находятся высшие центры автономной нервной системы, регулирующие белковый, углеводный, липидный, водно-солевой обмен. Его передний отдел представлен серым бугром, воронкой и гипофизом (центральная железа внутренней секреции), а задний - сосцевидным телом и стенкой третьего желудочка. В сером бугре (tuber cinereum) располагаются ядра, оказывающие влияние на эмоциональные реакции организма. А в сосцевидном теле (corpus mammillaris) располагаются ядра – подкорковые центры обонятельного анализатора. У человека и собаки сосцевидное тело парное.

Гипоталамус находится в тесной морфофункциональной связи с гипофизом, образуя гипоталамо-гипофизарную систему. В ядрах гипоталамуса образуются нейросекреты, которые поступают в гипофиз и через него оказывают влияние на функцию почти всех желез внутренней секреции.

### **Конечный мозг (Telencephalon)**

Развитие конечного мозга тесно связано с обонятельным анализатором.

#### **Филогенез конечного мозга.**

У рыб и амфибий весь конечный мозг выполняет обонятельную функцию, а органом интегрирующим взаимоотношения между организмом и внешней средой является мозжечок и часть среднего мозга.

У рептилий в конечном отделе мозга выделяют небольшой участок, который начинает подчинять себе структуры среднего и промежуточного мозга (это древняя кора или палеокортекс). В дальнейшем у наземных животных возникает старая кора (архиокортекс) - простой, трехслойной структуры. Из нее формируются высшие обонятельные центры: грушевидные доли, извилины гиппокампа и их производные. Старая кора характеризуется расположением серого мозгового вещества под белым. Она лучше всего выражена у животных, обладающих острым обонянием (грызуны, домашние животные).

У млекопитающих появляется новая кора (неокортекс), которая характеризуется поверхностным расположением серого вещества в виде коры над

белым. В связи с сильным разрастанием коры на поверхности полушарий более древний обонятельный мозг уступает ей свое место, а сам смещается на вентральную (базальную) поверхность полушарий. Более того старая кора вынуждена свернуться и залечь на дно бокового желудочка в виде рога - аммонового рога (гипокампа). Этот представитель старой коры покрыт снаружи серым желобоватым листком.

Таким образом, в филогенезе коры головного мозга выделяют три стадии:

1) стадия древней коры (paleocortex). Такая кора характерна для рыб и амфибий. Элементы древней коры у высших позвоночных находятся в обонятельных луковицах и треугольниках.

2) стадия старой коры (archicortex). Такая кора характерна для рептилий и птиц. К ней относятся грушевидные доли, извилины гиппокампа и их производные.

3) стадия новой коры (neocortex). Новая кора или кора больших полушарий покрывает тонким слоем поверхность плаща, имеет огромное количество нервных клеток (14-16 млрд), именно в ней заложены все высшие центры нервной деятельности. Исследование коры идет в двух направлениях: изучаются клетки и нервные волокна, создается представление о citoархитектонике и миелоархитектонике.

**Строение конечного мозга.** Конечный мозг состоит из 2-х полушарий большого мозга, соединенных друг с другом мозолистым телом. В каждом полушарии выделяют плащ, обонятельный мозг, полосатое тело и боковой желудочек мозга.

### **Telencephalon**

Hemisphaera cerebri dextrum et sinistrum

Corpus callosum

1) Pallium >cortex cerebri

2) Rhiencephalon > bulbus olfactoris



Tr. olfactoris > bulbus priformis

3) Corpus striatum

4) Ventriculi lateralis > hippocampus

1) Плащ (Pallium) располагается дорсолатерально и условно на нем выделяют следующие доли:

а) *теменные*, в них располагаются высшие чувствительные центры;

б) *лобные* (наиболее филогенетически молодые), в них располагаются высшие двигательные центры. У кошки они занимают 3%; у собак – 7%; у приматов – 8-16%, а у человека - 29%.

в) *височные* доли, в них располагаются высшие слуховые центры.

г) *затылочные* доли, в них располагаются высшие зрительные центры.

Плащ построен из серого и белого мозгового вещества. Серое мозговое вещество образует кору большого мозга, а белое – проводящие пути. Белое мозговое вещество образовано в основном миелиновыми нервными волокнами и образует проводящие пути (ассоциативные, комиссуральные и проекционные).

2) Обонятельный мозг (Rhiencephalon) – это самая древняя часть конечного мозга, возникшая в связи с развитием обонятельного анализатора. Он располагается

вентромедиально и состоит из обонятельных луковиц, обонятельных трактов, обонятельных треугольников, грушевидных долей и аммоновых рогов.

А) *Обонятельные луковицы* (bulbus olfactorii) – это овальной формы парное образование, которое выступает за передний край полушария и располагается в обонятельной ямке решетчатой кости. В них впадают обонятельные нервы (1 пара черепных нервов), которые идут от обонятельного эпителия слизистой оболочки носовой полости. Обонятельные луковицы (хорошо развиты у хищников) и состоят из серого и белого мозгового вещества. Серое вещество образует первичные обонятельные центры, а белое – обонятельные тракты.

Б) *Обонятельные тракты* (tractus olfactorius lateralis et medialis) проводят обонятельные импульсы к грушевидной доле и между ними заключен обонятельный треугольник (trigonum olfactorium).

В) *Грушевидная доля* (lobus piriformis) располагается медиально от латерального обонятельного тракта, каудально от обонятельного треугольника и граничит с ножками большого мозга. Она является вторичным обонятельным центром, и от нее обонятельные импульсы поступают в гиппокамп.

Г) *Гиппокамп* (hippocampus - морской конек) или аммоновы рога представляют собой складку коры мозга, которая теряется в грушевидной доле. Своим дорсальным отделом гиппокамп образует дно бокового желудочка, и в его сером веществе располагаются высшие подкорковые обонятельные и вкусовые центры.

Д) Проводящие пути, связывающие аммоновы рога с различными участками коры полушарий и подкорковыми ядрами, образуют свод и его производные. *Свод* (fornix) образован проводящими путями между аммоновыми рогами и сосцевидным телом промежуточного мозга. На своде различают желобоватый листок, кайму и комиссуру аммоновых рогов, ножки, столбы и тело свода.

2) Полосатое тело (corpus striatum) располагается под корой и на разрезах мозга имеет вид чередующихся полос серого и белого вещества. Оно представляет собой группу ядер, которые являются важнейшими двигательными центрами. Ядра полосатого тела координируют произвольные движения (ходьбу, бег, лазанье, плавание), регулируют мышечный тонус, безусловные рефлексы (жесты, мимика) и вегетативные функции. К ним относятся хвостатое, чечевицеобразное, миндалевидное ядра и ограда. Между ядрами находятся капсулы (наружная, внутренняя), образованные проекционными путями.

А) *Хвостатое ядро* (nucleus caudatus) располагается на дне бокового желудочка, латеральнее и выше таламуса. В нем различают головку, тело и хвост.

Б) *Чечевицеобразное ядро* (nucleus lentiformis) лежит латерально от хвостатого ядра. Медиальная часть этого ядра более древняя и называется бледным шаром (globus pallidus), который тесно связан с обонятельным мозгом. Латерально от чечевицеобразного ядра находится наружная капсула, а медиально - внутренняя капсула, которая отделяет чечевицеобразное ядро от хвостатого ядра и таламуса.

В) *Миндалевидное тело* (corpus amygdaloideum) лежит между наружной капсулой, чечевицеобразным ядром и аммоновым рогом. Оно является частью обонятельного мозга и входит в состав лимбической системы.

Г) *Ограда* (claustrum) в виде тонкой пластинки серого вещества проходит латерально от наружной капсулы.

2) Боковые желудочки – это полости, заполненные цереброспинальной жидкостью, дно боковых желудочков образуют аммоновы рога и полосатые тела, а крышу - мозолистые тела. Боковые желудочки сообщаются между собой и переходят в третий мозговой желудочек.

3) Мозолистое тело (Corpus callosum) представляет собой мощную горизонтальную пластинку и образовано комиссуральными проводящими путями, которые соединяет правое и левое полушария головного мозга (самая крупная комиссура). Оно является самым филогенетически молодым образованием, находится в зачаточном состоянии у однопроходных и сумчатых млекопитающих (передняя спайка) и достигает значительного развития у плацентарных животных. Волокна, проходящие через мозолистое тело, расходятся во все стороны и образуют характерную лучистость мозолистого тела.

## **Общие структуры ЦНС**

**1) Ретикулярная формация** (formatio reticularis) или сетчатое образование впервые возникает у рыб и представляет собой скопления крупных нервных клеток, окруженных многочисленными волокнами, идущими в различных направлениях. Образования ретикулярной формации располагаются в промежуточном, среднем и продолговатом мозге, а так же в шейной части спинного мозга. Нейроны ретикулярной формации получают импульсы от всех рецепторов и постоянно находятся в активном состоянии.

Ретикулярная формация состоит из нисходящего и восходящего отделов. Нисходящий отдел оказывает как активизирующее, так и тормозящее влияние на рефлекторную деятельность спинного мозга. Этот отдел влияет так же на функцию внутренних органов, изменяя деятельность автономной нервной системы. Восходящий отдел оказывает активизирующее влияние на кору больших полушарий. Он влияет на процессы возбуждения и торможения, на сон и бодрствование, на образование условных рефлексов. С ретикулярной формацией связано проявление различных эмоций (ярость, страх, удовольствие и т.д.).

2) **Лимбическая система** (лат. Limbus – кайма) представляет собой структуры головного мозга, которые контролируют эмоциональное поведение, и обеспечивают приспособление организма к условиям внешней среды. В состав лимбической системы входят обонятельная луковица, обонятельный тракт, обонятельный треугольник, сосцевидные тела, гиппокамп, миндалевидное тело, свод и т.д.

Лимбическая система принимает участие в регуляции процессов обмена веществ, эндокринных функций, способствует поддержанию гомеостаза, влияет на сердечно-сосудистую пищеварительную, дыхательную системы. С лимбической системой связано пищевое и половое поведение животных. Имеются данные, что поражения гиппокампа и других лимбических структур вызывают нарушения памяти.

## **Оболочки головного мозга (Meninges).**

Головной мозг покрыт оболочками, между которыми имеется щелевидные пространства, содержащие цереброспинальную жидкость, что создает хорошую защиту для нервной ткани. Оболочки головного мозга переходят в оболочки спинного мозга. Различают три мозговых оболочки.

### Мозговые оболочки

Наружная – твердая Dura mater encephali	Средняя – паутинная arachnoidea encephali	Внутренняя – мягкая pia mater encephali
Cavum subdurale	Cavum subarachnoideale	

1) *Твердая мозговая оболочка* построена из плотной соединительной ткани и образует своеобразный мешок вокруг головного мозга. Она прочно срастается с надкостницей, поэтому эпидуральное пространство отсутствует. Между твердой м. оболочкой и надкостницей располагается только система венозных синусов (дорсальная и вентральная), отводящая кровь от головного мозга. В субдуральное пространство от твердой мозговой оболочки отходят две складки (серповидная и перепончатый мозжечковый намет), выполняющие фиксирующую роль. Субдуральное пространство заполнено ликвором.

2) *Паутинная оболочка* очень тонкая и прозрачная, состоит из рыхлой соединительной ткани и не имеет кровеносных сосудов. Она срастается на извилинах прочно с мягкой оболочкой. Субарахноидальное пространство, также заполнено ликвором, но сохраняется только в виде щелей между извилинами и на базальной поверхности мозга, где образует вентральные цистерны продолговатого мозга, мозгового моста и червячка.

3) *Мягкая (сосудистая) оболочка* построена из рыхлой соединительной ткани, содержит большое количество кровеносных сосудов и нервов. Она очень прочно срастается с головным мозгом и принимает участие в формировании сосудистых сплетений желудочков.

4) *Ликвор (цереброспинальная жидкость)* образуется в сосудистых сплетениях мозга, мягкой и паутинной оболочках. Он заполняет субдуральное и субарахноидальное пространства и через парные отверстия (Люжки), лежащих каудально от боковых ножек мозжечка, и непарного отверстия (Маженди), каудально от червячка, сообщается с полостями желудочков и каналов мозга. В субарахноидальном пространстве ликвор жидкость течет в сторону головного мозга, а в центральном канале спинного мозга – в каудальном.

### Лекция Нейрология №8 – Периферическая нервная система.

Понятие о периферической нервной системе. Ганглии и нервы. Общие принципы хода и ветвления нервов. Спинномозговые ганглии и нервы. Шейные, грудные, поясничные, крестцовые и хвостовые нервы. Черепные ганглии и нервы.

Периферическая нервная система - это часть нервной системы, которая находится за пределами головного и спинного мозга. Ее основными функциями являются:

1. Проведение нервных импульсов от всех рецепторов в центральную нервную систему (сегментарный аппарат спинного мозга и в соответствующие образования головного мозга).
2. Отведение нервных импульсов от центральных структур головного и спинного мозга (регулирующих и управляющих) ко всем органам и тканям.

К периферической нервной системе относятся ганглии и нервы с их корешками, сплетениями и окончаниями.

Ганглий (ganglion, нервный узел) - это скопление тел нейронов на периферии, которое окружено соединительно-тканной оболочкой. У низших животных они составляют центральный отдел нервной системы. Ганглии могут усиливать или ослаблять проведение нервного импульса, а также распространять нервный импульс на большое количество нейронов. Они располагаются по ходу нервов.

*Классификация ганглиев.* В зависимости от функции они делятся на аффлекторные (чувствительные) и эффекторные (двигательные), а в зависимости от топографии - на спинномозговые, черепные и вегетативные.

Нерв (nervus) - это группа нервных волокон, которые заключены в общий соединительно-тканый каркас. В нерве различают эпиневрй, одевающий нерв с поверхности, периневрй, одевающий пучки волокон, и эндоневрй, одевающий каждое нервное волокно в отдельности. В эпиневрйи проходят кровеносные и лимфатические сосуды, в периневрйи - артериолы и капилляры, а в эндоневрйи - кровеносные капилляры преимущественно продольного направления. Кроме этого, под пери- и эндоневрйем находятся периневральные лимфатические пространства, сообщающиеся с субдуральными и субарахноидальными пространствами мозга. Что же касается иннервации оболочек нервов, то она осуществляется ветвями, отходящими от данного нерва.

Биомеханические свойства нерва определяются его соединительно-ткаными компонентами. При малых деформациях основными факторами, определяющими прочность нерва являются эластические и коллагеновые волокна эпиневрйи, которые выполняют роль амортизаторов и принимают на себя большую часть деформирующей нагрузки. При больших деформациях и разрыве основными факторами, определяющими его прочность являются - периневрйи и эндоневрйи.

*Форма нервов.* Нервы бывают разной толщины и длины. Нервы большого диаметра называются нервными стволами (trunci), а малого диаметра - нервными ветвями (rami). В крупных нервах волокна по ходу нерва могут переходить из одного пучка в другой, поэтому толщина пучков, количество нервных волокон в них неодинаково на всем протяжении. Нервные волокна, образующие нерв, не всегда идут в нем прямолинейно, нередко они имеют зигзагообразный ход, что является структурным резервом растяжимости при движении туловища и конечности. Кроме этого, имеются еще и видовые особенности прохождения нервных волокон. Так, например, подмышечный нерв, у *собаки* - нерв на всем протяжении имеет сплетения, а у *кошки* только - в проксимальной части.

*Классификация нервов.* В зависимости от выполняемой функции нервы бывают чувствительные, двигательные и смешанные, а в зависимости от топографии - спинномозговые, черепные и вегетативные. В основном нервы бывают смешанными, т.е. в них проходят как чувствительные и двигательные волокна. Аfferентные волокна делятся на болевые, тактильные, термические, а эfferентные - на двигательные, секреторные и трофические

*Возрастные изменения нервов.* С возрастом в нервах происходит снижение количества нервных волокон, уменьшение их диаметра, особенно миелиновых волокон и разрастание соединительно-тканых оболочек. Наиболее сильно увеличивается эпинеvрий, в основном за счет разрастания липоцитов. Перинеvрий и эндонеvрий утолщаются за счет волокон преимущественно коллагеновых, что то же связано со старением, но уже соединительной ткани (Слуцкий Л.И., 1969). Уменьшение количества нервных волокон связано так же с возрастным изменением кровоснабжения нервов. С утолщением сосудистой стенки наблюдается небольшое расширение просвета артерии, но темп нарастания толщины ее стенки превышает увеличение ее просвета, что приводит к нарушению гемодинамики нерва. С возрастом извилистость волокон уменьшается: снижается способность нервов компенсировать физиологические растяжения и небольшие патологические повреждения, которые возникают в процессе жизнедеятельности.

## ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ХОДА И ВЕТВЛЕНИЯ НЕРВОВ

1. Все крупные нервы (нервные стволы) идут вместе с сосудами, образуя сосудисто-нервные пучки, окруженные общими соединительно-ткаными влагалищами. Каждый такой пучок, как правило, состоит из нерва, артерии, двух вен и нескольких лимфатических сосудов.

2. Все нервы идут к органам по кратчайшему пути, т.е. магистрально. Если в процессе внутриутробного развития органы перемещаются, то нерв соответственно удлиняется и следует за ними.

3. Согласно принципу билатеральной симметрии все нервы являются парными (правыми и левыми) и идут симметрично от головного и спинного мозга, лежащего по осевой линии тела.

4. Согласно принципу сегментарности нервы отходят от тех сегментов мозга, которые соответствуют зачаткам мышц - миотомам, из которых происходят эти мышцы. Мышцы, образующиеся из нескольких миотомов, имеют несколько источников иннервации и по ним можно проследить «бывшую когда то сегментарность».

5. В кости нервы входят вместе с сосудами через питательные отверстия в местах закрепления сухожилий мышц и связок; в скелетные мышцы - преимущественно с внутренней поверхности, в области геометрического центра мышцы; во внутренние органы нервы часто входят с вогнутой поверхности, образуя вместе с сосудами ворота органа.

6. Деление нервов на ветви происходит по трем типам:  
а) *магистральный тип* - нерв отдает боковые ветви ко всем органам, расположенным на пути его следования;

- б) *дихотомический тип* - нерв делится на два равнозначных нерва;  
 в) *рассыпной тип* - нерв распадается на несколько мелких ветвей.

7. По своему ходу нервы могут обмениваться с близлежащими нервами своими нервными волокнами и далее переплетаясь между собой формируют сплетения (plexus). Нервные сплетения образуются в связи с дифференциацией тканей и органов. Они представляют собой сложные соединения, где происходит обмен между нервными волокнами, пучками, нервами. Сплетения обеспечивают полисегментальную иннервацию и могут распространять, замещать и даже восстанавливать нервные импульсы. Согласно принципу топографии они могут быть наружными и внутренними. К *внутренним* относят сплетения в ЦНС, нервных стволах (подмышечный нерв, лицевой нерв), нервах и в стенках внутренних органов (концевые). *Наружные* сплетения образуются ветвями спинномозговых нервов (шейное, плечевое, поясничное, крестцовое, хвостовое).

## СПИННОМОЗГОВЫЕ ГАНГЛИИ И НЕРВЫ

Центральная нервная система сообщается с периферической при помощи корешков нервов. Корешки спинномозговых нервов имеют значительное отличие в своем строении от нервов. В них почти отсутствует эпиневррий и периневррий, поэтому пучки нервных волокон окружены только эндоневрием, происходящим из мягкой мозговой оболочки. Поэтому количество соединительной ткани в корешках с/м нервов значительно меньше, чем в нервах и колеблется от 0,06% до 3,6% от всей площади поперечного сечения.

Формирование спинномозговых нервов (nervi spinales). Все спинномозговые нервы образуются двумя корнями (корешками): дорсальным и вентральным. Дорсальный (radix dorsalis), принято относить к чувствительным, в связи с расположением на нем спинномозгового ганглия (ganglion spinalis), который образован чувствительными нейронами, а вентральным (radix ventralis) - к двигательным. При этом нервные волокна обоих корешков вначале идут прямолинейно, потом объединяются в общий нервный ствол, где переплетаются и даже образуют сплетения внутри пучков.

Лишь у ланцетника и миног дорсальные и вентральные корни идут на периферию самостоятельными нервами. Начиная с акул (хрящевые рыбы), в связи с симметричной миомерией и формированием позвонков, оба корня спинномозговых нервов соединяются друг с другом в общий ствол нерва.

От общего смешанного нервного ствола перед выходом из позвоночного канала отходят две ветви:

- 1) ветвь к оболочкам спинного мозга (r.meningeus);
- 2) белая соединительная ветвь (r.communicans albus) (преганглионарное волокно), которая идет к симпатическому ганглию (ganglia trunci

sympathici) и получает от него серую соединительную ветвь (r.communicans griseus) (постганглионарное волокно), которая далее сливается с общим нервным стволом.

Затем ствол делится на дорсальные (n.dorsales) и вентральные нервы (n.ventrales) соответственно разграничению мускулатуры туловища на дорсальный и вентральный мышечные тяжи.

Дорсальные спинномозговые нервы иннервируют надпозвоночную группу мышц и кожу, а вентральные - мускулатуру подпозвоночной группы мышц, а также мышц стенок полостей и конечностей. Каждый дорсальный и вентральный с/м нерв делится на латеральные и медиальные ветви для иннервации поверхностного и глубокого слоев мышц и органов.

*Классификация спинномозговых нервов.* Все с/м нервы топографически подразделяются на шейные, грудные, поясничные, крестцовые и хвостовые. Количество пар с/м нервов, кроме шейных и хвостовых, соответствует количеству позвонков.

1) Шейные с/м (n.cervicales) в количестве 8 пар выходят через межпозвоночное отверстие и делятся на дорсальные и вентральные ветви. Как дорсальные, так и вентральные шейные с/м нервы образуют друг с другом сплетения.

а) Дорсальные ветви (r.dorsalis) иннервируют полуостистую м. головы, остистую м. шеи, длинную м. шеи, пластыревидную м., трапециевидную м..., кожный покров. Отдельные ветви характеризуются определенным ходом и зоной иннервации, поэтому получают специальное название.

- К ним относят *большой затылочный нерв (n.occipitalis major)*, идущий к затылочно-атлантному, атланта-осевому суставам, их мышцам и кожному покрову этой области.

Кроме этого, дорсальные ветви 3, 4, 5, 6 шейных с/м нервов образуют глубокое шейное сплетение

б) Вентральные ветви (r.ventralis) иннервируют длинную м. головы, длинную м. шей, грудинно-нижнечелюстную м. К специальным ветвям относятся:

- большой ушной нерв (n. auricularis magnus) иннервирует мышцы ушной раковины и кожный покров основания головы;

- диафрагмальный нерв (n. phrenicus) направляется в грудную полость и разветвляется в диафрагме;

- надключичный нерв (n.supraclavicularis) разветвляется в кожном покрове плечевого сустава, плеча и подгрудка.

Кроме этого, вентральные ветви 5, 6, 7, 8 шейных с/м нервов и вентральные ветви 1, 2 грудных с/м нервов участвуют в формировании плечевого сплетения (plexus brachialis). Плечевое сплетение располагается на медиальной поверхности лопатки, вентрально от лестничной мышцы и из него выходит 8 основных нервов, которые иннервируют грудную конечность.

2) Грудные с/м нервы (n.thoracici), количество их пар соответствует количеству позвонков определенного вида животного. Грудные с/м нервы также делятся на дорсальные и вентральные ветви.

а) Дорсальные ветви иннервируют экстензоры позвоночного столба, дорсальную зубчатую краниальную м., ромбовидную м, трапецевидную м., кожный покров....

б) Вентральные ветви 1 и 2 участвуют в формировании плечевого сплетения, а остальные называются межреберными нервами (n.intercostals) и идут вместе с одноименными сосудами в межреберных пространствах.

3) Поясничные с/м нервы (n. lumbales). Количество их соответствует числу поясничных позвонков.

А) Дорсальные ветви поясничных с/м нервов иннервируют экстензоры поясницы, ягодичные м., кожный покров и из них происходят краниальные ягодичные кожные нервы (n.cutanei glutei craniales).

б) Вентральные ветви образуют поясничное сплетение (plexus lumbalis). Из него выходят 6 основных нервов для иннервации брюшных стенок, наружных органов размножения и тазовой конечности.

4) Крестцовые с/м нервы (n. sacrales). Количество их соответствует числу крестцовых позвонков.

а) Дорсальные ветви иннервируют экстензоры тазобедренного сустава, кожный покров крупа и из них происходят средние ягодичные кожные нервы (n.cutanei glutei media).

б) Вентральные ветви образуют крестцовое сплетение (plexus sacralis). Из него выходят 5 основных нервов для иннервации тазовой конечности и органов тазовой полости.

5) Хвостовые с/м нервы (n.caudales), в количестве 5-6 пар, образуют хвостовое сплетение. Дорсальные (вентральные) ветви хвостовых с/м нервов соединяясь образуют дорсальный (вентральный) нерв хвоста, который идет до кончика хвоста.

## ЧЕРЕПНЫЕ ГАНГЛИИ И НЕРВЫ

Черепных нервов (n.cranii) у домашних животных 12 пар. Они формируются примитивно, т.е. их дорсальные и вентральные корни сохраняют свою самостоятельность. Одни из черепных нервов - 5, 7, 8, 9 и 10 пары содержат ганглии, следовательно, они гомологичны дорсальным спинномозговым нервам, а нервы без ганглиев - это 3, 4, 6 и 12 пары гомологичны вентральным с/м нервам. Что же касается 1 и 2 пары, то по-своему происхождению они стоят обособленно от всех остальных нервов и представляют собой «часть головного мозга выдвинутую на периферию».

*Классификация черепных нервов.* В зависимости от происхождения, строения и объектов иннервации черепные нервы разделяются на три группы: чувствительные, двигательные и смешанные.

Чувствительные черепные нервы их развитие связано с развитием рецепторного аппарата и появлением органов чувств. К ним относятся 1, 2 и 8 пары.

1) 1 пара - обонятельные нервы (n.n.olfactorii, 15-20 нитей) образованы отростками рецепторных клеток обонятельного эпителия слизистой оболочки носовой полости. Они проникают через продырявленную пластину решетчатой кости в обонятельные луковички и идут в ядра обонятельного мозга.

2) 2 пара - зрительный нерв (n.opticus) образован отростками ганглиозных клеток сетчатки глаза, которые формируют единый толстый ствол. После входа в черепную полость через зрительное отверстие часть волокон правого и левого зрительных нервов частично перекрещиваются и продолжают в зрительные тракты, направляясь к ядрам промежуточного мозга.

3) 8 пара - преддверно-улитковый нерв (n.vestibulocochlearis) образован двумя корешками (вестибулярным и улитковым), на каждом из них располагаются ганглии (вестибулярный - g.Vestibulare и улитковый - g.cochleare). Ганглии образованы телами чувствительных нейронов, дендриты которых воспринимают вестибулярные и звуковые сигналы из окружающей среды. Волокна вестибулярного корня проходят во внутреннем слуховом проходе и заканчиваются на дне четвертого мозгового желудочка, а волокна улиткового корня идут с лицевым нервом и образуют трапециевидное тело продолговатого мозга.

Двигательные черепные нервы образованы двигательными нервными волокнами, которые являются отростками клеток двигательных ядер ствола головного мозга. К ним относятся 3, 4, 6, 11 и 12 пары. 3, 4 и 6 пары иннервируют мускулатуру, происшедшую из трех пред-ушных сегментов (предчелюстного, подчелюстного, подъязычного).

1) 3 пара - глазо-двигательный нерв (n.oculomotorius) выходит от ядер среднего мозга и через глазничную щель появляется в орбите. Он иннервирует большинство мышц глаза и разделяется на две ветви: дорсальную и вентральную. На вентральной ветви находится парасимпатический ресничный ганглий, через который идет путь к сфинктору зрачка.

2) 4 пара - блоковой нерв (n.trochlearis) выходит от ядер среднего мозга и через глазничную щель появляется в орбите. Он иннервирует дорсальную косую мышцу глаза и обеспечивает вращение глаз.

3) 6 пара - отводящий нерв (n.abducens) выходит от ядер продолговатого мозга и через глазничную щель появляется в орбите. Он иннервирует латеральную прямую мышцу глаза и оттягиватель глазного яблока, благодаря ему становится возможным смыкание век.

4) 11 пара - добавочный нерв (n.accessorius) образуется черепными и спинномозговыми корешками. С/м корешки отходят от первых шести шейных сегментов, а черепные - от продолговатого мозга. Соединяясь, корешки выходят общим стволом через рваное отверстие. Однако черепные волокна от продолговатого мозга вплетаются в 10 пару (блуждающий нерв) и образует в нем возвратный нерв. Спинномозговые волокна идут к плечеголовной м., трапециевидной м. и грудинно-нижнечелюстной м. (11 пара, как самостоятельный нерв, отделился от вагуса только у млекопитающих.)

5) 12 пара - подъязычный нерв (n.hypoglossus) выходит от ядер продолговатого мозга через подъязычное отверстие. Вступает в связь с первым шейным с/м нервом, образует петлю подъязычного нерва. Иннервирует мышцы языка и подъязычной кости, которые образовались из под-жаберного миотома. Черепным нервом он стал только у рептилий.

Смешанные черепные нервы. Их развитие тесно связано с формированием жаберного аппарата и с первичной сегментацией головы. К ним относятся 5, 7, 9 и 10 пары.

1) 5 пара - тройничный нерв (n.trigeminus). На основании сравнительно-анатомических и эмбриологических данных 5 пара является как бы дорсальными корешками для 3 и 4 пары черепных нервов. Он образован двумя корешками (дорсальный и вентральный), которые отходят от ядер среднего и заднего мозга. На дорсальном чувствительном корешке располагается тройничный ганглий - g.trigeminale (Гассеров). Дистально от ганглия оба корешка соединяются в общий ствол ещё в черепной полости, далее ствол делится на три нерва: глазничный (n.opthalmicus), верхнечелюстной (n.maxillaris) и нижнечелюстной (n.mandibularis). Этот нерв основной чувствительный нерв для зубов, кожи и слизистых оболочек области головы, а также двигательный для жевательной мускулатуры.

2) 7 пара - лицевой нерв (n.facialis) На основании сравнительно-анатомических и эмбриологических данных 7 пара является как бы дорсальным корешком 6 пары черепных нервов. Он выходит от ядер продолговатого мозга, покидает черепную полость через лицевой канал каменистой кости. В лицевом канале на нерве лежит коленчатый ганглий – g.geniculi. Этот нерв основной чувствительный для языка (вкусовые сосочки), а также двигательный для всей мимической мускулатуры. В своем составе содержит парасимпатические волокна для слюнных желез.

3) 9 пара - языкоглоточный нерв (n.glossopharyngeus). Он выходит от ядер продолговатого мозга 4-5 корешками через рваное отверстие. При выходе из черепной полости имеет каменистый ганглий – g.proximale, образованный телами чувствительных нейронов. Нерв общей чувствительности для корня языка, небной занавески и глотки, а также двигательный - для расширителей глотки. В своем составе содержит парасимпатические нервные волокна для слюнных желез. Не имеет соответствующего ему двигательного корня вследствие редукции за-ушных миотомов.

4) 10 пара- блуждающий нерв (n.vagus). Он выходит от ядер (чувствительное, двигательное, парасимпатическое) продолговатого мозга 10-15 корешками через рваное отверстие. При выходе из черепной полости имеет яремный ганглий – g.proximale, а при соединении с симпатическим стволом – узловатый ганглий – g.distale. Блуждающий нерв сложный по составу, осуществляет парасимпатическую иннервацию органов шеи, грудной и брюшной полостей, а также содержит чувствительные и двигательные волокна (мышцы глотки и гортани). Он относится к автономной нервной системе.

Таким образом, по ходу черепных нервов (5, 7, 8, 9, 10) встречаются черепные ганглии, которые образованы телами чувствительных нейронов. В этих же нервах проходят двигательные (в прошлом висцеральные) волокна, обслуживавшие в далеком прошлом жаберную мускулатуру. У млекопитающих они иннервируют производные жаберной мускулатуры: жевательные м. (5 пара); мимические м. (7 пара); расширитель глотки (9 пара); сжиматели глотки, мышцы гортани, гладкую мускулатуру внутренних органов (10 пара); трапецевидную и плечеголовную м. (11 пара).

## Лекция Нейрология №9 Автономная нервная система.

Исторический экскурс. Понятие об автономной нервной системе и ее морфологических особенностях. Фило- и онтогенез автономной нервной системы. Симпатическая, парасимпатическая и метасимпатическая части автономной нервной системы.

*Исторический экскурс.* В процессе прогрессивной эволюции и в связи со специализацией частей организма в первоначально единой нервной системе выделились два отдела - вегетативный и анимальный.

Возникновение понятий «вегетативной» и «анимальной» связано с представлениями французского ученого М. Биша (19 в.) о наличии в организме растительных (вегетативных) и животных (анимальных) функций. К *вегетативным* относятся функции питания, дыхания, выделения, размножения и циркуляции жидкостей, эти функции свойственны как животным, так и растительным организмам. К *анимальным* функциям относятся произвольные мышечные сокращения и функции специальных органов чувств (зрения, слуха, обоняния, вкуса и осязания), которые свойственны исключительно животным организмам. Таким образом, становление анимального нервного аппарата связано с развитием органов чувств и произвольной (исчерченной) мускулатуры, вегетативного - с эволюционными изменениями внутренних органов, сосудов и желез. Позже знаменитый физиолог Клод Бернар постулировал новый признак вегетативной нервной системы, превратив ее в систему непроизвольной иннервации. Признак непроизвольности во многом оказался плодотворным. Он позволил английскому физиологу В. Гаскеллу обратить внимание на наличие в организме двух типов мышечной ткани, подчиненной соответственно «произвольной» и «непроизвольной» иннервации. В пределах непроизвольной оказалась иннервация мускулатуры сосудов, кожных образований, внутренних органов.

Гаскелл показал также существование своеобразной химической чувствительности мышц, часть которых реагирует сокращением на применение адреналина. Это позволило ему разделить непроизвольную н/с на симпатическую (адреналовую) и парасимпатическую (нервную систему внутренностей). В дальнейшем его соотечественник Джон Ленгли установил различие в конструкции произвольной и непроизвольной иннервации. Он показал, что произвольная соматическая иннервация осуществляется однеионным путем - тело нервной клетки лежит в ЦНС, а ее отросток лежит на периферии, достигая исполнительного органа (скелетной мышцы). В тоже время путь непроизвольной вегетативной иннервации представлен двумя нейронами, первый из которых находится в ЦНС, второй - в периферическом ганглии. Эту непроизвольную часть н/с Ленгли назвал автономной, подчеркнув тем самым гораздо большую ее независимость от ЦНС.

Особую роль автономной нервной системе в организме обосновал академик Л.А.Орбели. Данные его школы показали, что вегетативная (симпатическая) иннервация оказывает воздействие на функциональное состояние всех органов и

тканей, в том числе и отделов ЦНС. Таким образом, был сформулирован основной принцип ее функционирования в организме - **адаптационно-трофический характер** оказываемого влияния.

Функция автономной н/с не автономна, хотя и не подконтрольна нашему сознанию; она находится в подчинении спинного мозга, мозжечка, гипоталамуса, базальных ядер конечного мозга и высших отделов н/с - коры головного мозга.

Согласно международной анатомической номенклатуре, сейчас термин вегетативная н/с заменили на автономную н/с, а термин анимальная н/с - на соматическую. К автономной нервной системе (*systema nervosum autonomicum*) относится комплекс центральных и периферических нервных структур, главной функцией которых является В.Кэнона поддержание гомеостаза, т.е. постоянства внутренней среды организма (В.Кэнон, 1939). Гомеостатические механизмы обеспечивают независимость организма от меняющихся условий внешней среды. Автономная н/с не подконтрольна сознанию, но с соматической н/с функционирует в содружестве. Таким образом, автономная н/с контролирует функции внутренних органов, сосудов и желез, а также осуществляет адаптационно - трофическое влияние на все органы животных.

*Понятие об автономной нервной системе.* Нервная система едина, но условно её делят по функциональному принципу и зонам иннервации на соматическую и автономную.

Соматическая н/с иннервирует, главным образом, тело (*soma*), а именно опорно-двигательный аппарат, кожный покров и связывает организм с внешней средой при помощи органов чувств.

Автономная (вегетативная) н/с иннервирует внутренние органы (сердце, легкие, желудок, кишечник.), железы, сосуды, сердце, а так же регулирует обменные процессы и поддерживает постоянство внутренней среды организма.

Анатомически автономная н/с высших позвоночных представлена вегетативными центрами, лежащими в спинном и головном мозге, вегетативными ганглиями и нервными волокнами.

Основу деятельности нервной системы составляют рефлексы, морфологическим субстратом которых являются рефлекторные дуги, представляющие собой цепь из чувствительного (афферентного), передаточного (вставочного) и двигательного (эфферентного) нейронов. Афферентные нейроны автономных и соматических рефлекторных дуг расположены в чувствительных спинномозговых и черепных ганглиях. Следовательно, эти ганглии являются общими для соматической и автономной н/с. Вставочные нейроны автономной н/с, в отличие от соматических, располагаются отдельными очагами в спинном и головном мозге и формируют **вегетативные (автономные) центры**.

Что же касается эфферентных (двигательных) нейронов, то здесь имеются значительные различия: соматические эфферентные нейроны сосредоточены в центральной нервной системе, а автономные эфферентные нейроны выселились за пределы центральной н/с и образовали **вегетативные (автономные) ганглии** – *ganglia autonómica*. Таким образом, в автономной нервной системе эфферентный путь рефлекторной дуги представлен двумя нейронами. Первый нейрон - это

вставочный нейрон, который располагается в вегетативных центрах, а второй - это эфферентный нейрон, который лежит в вегетативных ганглиях. Отростки этих нейронов направляются к органам в составе вегетативных или смешанных нервов.

*Особенности автономной нервной системы.* В отличие от соматической н/с автономная имеет ряд особенностей:

1. Вегетативные центры, или ядра, располагаются *очагово*, т.е. в определенных участках среднего, продолговатого, спинного мозга.
2. Путь к иннервируемому органу обязательно идет через *ганглий*, поэтому нервные пути вегетативной н/с образованы двумя нейронами. Первый нейрон находится в вегетативных центрах, его волокна оканчиваются на ганглии и называются преганглионарными. Второй нейрон располагается в ганглии, отходящие от него волокна называются постганглионарными. Они идут к иннервируемому органу. (Центр-преганглионарное волокно-Ганглий-постганглионарное волокно-Орган).
3. Образование по ходу нервных волокон *вегетативных сплетений* – plexus autonomici вокруг кровеносных сосудов, в воротах органа или внутри его стенки.
4. Сохранение примитивных признаков строения - это меньший калибр нервных волокон, отсутствие у большей части волокон миелиновой оболочки. Поэтому вегетативные волокна, в основном, *безмиелиновые* и состоят из нескольких нервных волокон (3-20), окруженных общей соединительно-тканной оболочкой
5. Отсутствие строгой сегментарности строения, которая характерна для соматической нервной системы.
6. Наличие собственных чувствительных (афферентных) нейронов и как следствие этого формирование простых рефлекторных дуг местного значения.

*Классификация автономной нервной системы.* Автономную нервную систему принято подразделять на симпатический (pars sympathica) и парасимпатический (pars parasymphatica) отделы. Это деление имеет исторические корни и связано с исследованиями Дж. Ленгли, который впервые предложил разделять автономную н/с на симпатический и парасимпатический отделы, что же касается нервных сплетений стенки кишки, то Дж. Ленгли выделил их отдельно и назвал «энтеральной системой». В дальнейшем, академик А.Д.Ноздрачев, продолжив исследования в этой области, предложил заменить термин «энтеральная система» на метасимпатический отдел. Таким образом, автономная нервная система, согласно последним исследованиям, подразделяется на три отдела: симпатический, парасимпатический и метасимпатический («энтеральный»), которые имеют определенные функциональные и структурные особенности (Физиология человека под ред. Р.Шмидта, Г.Тевса, 1996, т.2).

В свою очередь, развитие частей автономной н/с шло, вероятно, параллельно, чем объясняется наличие у каждой из них единого эффекторного звена (Центр-Ганглий-Орган). Путь от центра к иннервируемому органу лежит через ганглии. В процессе эволюции в этом звене выработались особые свойства, характерные для каждой из этих частей. У симпатического и парасимпатического отделов появились

рефлекторные дуги с образованием собственных центров в спинном и головном мозге. В метасимпатической части обособился сенсорный аппарат, возникли собственный «водитель ритма» и эффекторный нейрон с собственным медиаторным обеспечением. Иными словами, в метасимпатической части н/с возникли свои вегетативные центры, расположенные непосредственно в стенках исполнительных органов.

*Фило- и онтогенез автономной нервной системы.* В филогенезе автономная н/с проходит сложный путь развития. У беспозвоночных (аннелиды - кольчатые черви) обособляются нервные элементы, связанные с кишечной трубкой, и формируются самостоятельные ганглии. У членистоногих вегетативные ганглии и, идущие от них, нервные стволы дифференцируются на симпатические (туловищные) и парасимпатические (краниальные и каудальные). Впервые появление метасимпатической н/с отмечается у круглоротых (миноги) и хрящевых рыб (акулы, скаты) по ходу симпатических сплетений пищеварительного канала. В ряду костистых рыб образуется парный симпатический ствол со связями, характерными для высших позвоночных. У рептилий, кроме того, формируются интрамуральные сплетения во внутренних органах. А у птиц преганглионарные волокна покидают спинной мозг в составе вентральных корешков.

В эмбриогенезе источником клеток автономной н.с. у млекопитающих является ганглиозная пластинка, которая подразделяется на участки, дающие впоследствии симпатическую и парасимпатическую н.с. Их периферическая часть, а также метасимпатическая н.с. образуются в результате миграции нейробластов в стенки внутренних органов.

В зависимости от расположения вегетативных центров и ганглиев, а также характера влияния на функции иннервируемых органов вегетативную н/с подразделяют на три части: симпатическую н/с - Pars sympatica (от греч. sympathies - чувствительный, восприимчивый к влиянию), парасимпатическую н/с - Pars parasympatica (от греч. para- возле, при) и метасимпатическую н/с - Pars metasympatica.

### Симпатическая часть нервной системы

Симпатическая н/с по своим основным функциям является трофической. Она вызывает усиление обменных процессов, учащение сердечной деятельности, повышение артериального давления, усиление дыхания, увеличение поступления  $O_2$  к мышцам, и в тоже время ослабление секреторной и моторной функции пищеварительного тракта. Симпатическая нервная система оказывает воздействие на мышечную оболочку (гладкие миоциты) сосудов, поэтому её ещё называют «сосудистой».

Симпатическая н/с по строению делится на центральную часть, расположенную в спинном мозге (торако-люмбальный), и периферическую, включающую ганглии, нервные волокна и их сплетения.

Центры симпатической н/с - промежуточно-латеральные ядра располагаются в латеральных (боковых) рогах груднопоясничного отдела спинного мозга (от 1-го грудного до 4-го поясничного). Аксоны от симпатических центров через межпозвоночные отверстия выходят из спинного мозга по вентральным корешкам в виде белых соединительных ветвей (преганглионарные волокна - гр. *communicantes albi*) и идут к симпатическим ганглиям.

Симпатические ганглии в основном располагаются вдоль позвоночного столба (околопозвоночные) и по ходу крупных кровеносных сосудов.

*Околопозвоночные ганглии* располагаются метамерно по обе стороны позвоночного столба и составляют основу симпатического ствола (*ganglia trunci sympathici*). Симпатический ствол (*truncus sympathicus*) - парный (правый и левый) и подразделяется на шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой отделы.

Число симпатических ганглиев, как правило, соответствует числу нейросегментов, но встречаются исключения, так как они могут сливаться между собой, например, в шейном отделе их всего три (краниальный, средний, каудальный); в грудном отделе первые три, сливаясь между собой и с каудальным шейным, образуют шейно-грудной (звездчатый) ганглий; в хвостовом отделе в области 2-4 хвостового позвонка оба ствола, правый и левый, соединяются в непарный хвостовой ганглий от которого симпатические волокна могут доходить до 7-9 хвостовых позвонков.

По белым ветвям в ганглии симпатического ствола входят преганглионарные волокна - это аксоны нейронов симпатических центров. От ганглиев симпатического ствола отходят постганглионарные волокна: одна часть волокон в виде серых соединительных ветвей (гр. *communicantes grisei*) идет в составе всех спинномозговых нервов к гладкой мускулатуре сосудов тела, а другая часть - идет в составе специальных нервов, имея определенный ход и зону иннервации. К ним относятся наружные и внутренние сонные нервы, яремный нерв, позвоночный нерв, сердечные, легочные, пищеводные, грудные, аортальные нервы, которые идут по ходу сосудов, образуют соответствующие симпатические сплетения и осуществляют их иннервацию.

*Ганглии, по ходу крупных кровеносных сосудов*, располагаются на значительном удалении от спинного мозга в периваскулярных сплетениях. К их числу принадлежат ганглии брюшной и тазовой полостей. Преганглионарные волокна поступают к ним чаще транзитом через симпатический ствол и образуют такие крупные нервы, как большой и малый чревные нервы, подчревный нерв. Эти нервы вступают в ганглии брюшной и тазовой полостей (чревные, краниальный и каудальный брыжеечные, тазовые) и от них постганглионарные волокна направляются к органам самостоятельно или вместе с сосудами разветвляясь на них, образуя одноименные сплетения. Одним из самых крупных вегетативных сплетений брюшной полости является брюшное аортальное сплетение, расположенное на аорте и продолжающееся на ее ветви. Самым крупным и самым важным по значению в составе брюшного аортального сплетения является «солнечное» сплетение (чревое), которое находится вокруг одноименного ствола. В состав солнечного сплетения входят 2-а чревных и краниальный брыжеечный ганглии, которые могут объединяться в полулунный. К солнечному сплетению подходят правый и левый

большой и малый чревные нервы и поясничные внутренностные нервы, проходят через его узлы транзитом волокна блуждающего нерва, а также чувствительные волокна правого диафрагмального нерва. Таким образом, от ганглиев солнечного сплетения отходят нервы, содержащие постганглионарные симпатические волокна и преганглионарные парасимпатические волокна, которые вместе с сосудами направляются к органам. Располагаясь вокруг органов нервы формируют так называемые сосудистые (периартериальные) вегетативные сплетения (селезеночное, печеночное, желудочное, краниальное брыжеечное). Из каудального брыжеечного ганглия, расположенного на одноименной артерии, выходят постганглионарные волокна, из которых сформированы подчревный нерв, семенниковое или яичниковое сплетение. Постганглионарные волокна из подчревных ганглиев образуют продолжение подчревного нерва и подчревное или тазовое сплетение, расположенное на брыжейке прямой кишки или широкой маточной связке.

Таким образом, периферический отдел симпатической н/с представлен ганглиями, нервными стволами и сплетениями.

### Парасимпатическая часть нервной системы

Парасимпатическая н/с играет в основном охранительную роль. При ее возбуждении происходит сужение зрачка при сильном свете, торможение сердечной деятельности во время сна и отдыха, снижение артериального давления, сокращение бронхов и в тоже время усиление функции пищеварительного тракта. Она оказывает воздействие на мышечные оболочки (гладкие миоциты) желез и внутренних органов.

Общая организация парасимпатической н/с подобна симпатической. В ней также выделяют центральные и периферические образования, передача возбуждения к исполнительному органу в основном осуществляется по двухнейронному пути: преганглионарный нейрон располагается в сером веществе мозга; постганглионарный вынесен далеко на периферию.

*Парасимпатическая нервная система имеет ряд особенностей:*

1. Ее центральные структуры расположены в 3-х различных далеко отстоящих участках мозга, отделенных не только друг от друга, но и от симпатических центров;
2. Парасимпатические волокна иннервируют, как правило, только определенные зоны тела, которые также снабжаются симпатической, а иные и метасимпатической иннервацией.
3. Преганглионарные парасимпатические волокна обычно длиннее, чем постганглионарные. У симпатических волокон - чаще наоборот.
4. Передача нервного импульса с преганглионарных волокон на ганглий осуществляется, как в симпатике, так и парасимпатике, медиатором, т.е. химическим веществом - ацетил-холином. А вот передача нервного импульса с постганглионарных волокон на эффекторы осуществляется разными медиаторами: в симпатической н/с - адреналином и норадреналином, а в парасимпатике - так же ацетил-холином.

Парасимпатическая н/с также состоит из центральной и периферической. Центральные структуры парасимпатической н/с расположены в среднем и продолговатом мозге, а так же в крестцовом отделе спинного мозга. Периферический отдел представлен нервными ганглиями, которые располагаются вблизи или внутри иннервируемых органов (экстра и интрамуральные), стволами и сплетениями.

Центральные структуры парасимпатической н/с расположены в среднем мозге, продолговатом мозге и в крестцовом отделе спинного мозга.

Средне-мозговой центр формирует парасимпатические пути в сфинктер зрачка и в ресничную мышцу. Этот центр представлен ядром Эдингера-Вестфала, лежащим вблизи оральных бугров четверохолмия на дне мозгового водопровода медиальнее от ядра глазодвигательного нерва (чепец среднего мозга). Преганглионарные волокна следуют в вентральной ветви глазодвигательного нерва (3-я) до ресничного ганглия, который лежит на данном нерве. Из ганглия выходят короткие ресничные нервы, в них содержатся постганглионарные парасимпатические, симпатические (из краниального шейного ганглия) и чувствительные волокна.

Продолговато-мозговой центр содержат ядра: слезоотделительное, два слюноотделительных, а также двигательные и секреторные ядра блуждающего нерва для внутренних органов. Преганглионарные волокна к слезным, слюнным железам и другим образованиям головы покидают центр в составе лицевого (7-ой) и языкоглоточного (9-ой) черепных нервов и заканчиваются на эффекторных нейронах крылонебного, ушного, нижнечелюстного (подъязычного) ганглиев. От ганглиев постганглионарные волокна в составе лицевого и тройничного черепных нервов идут к иннервируемым органам.

Парасимпатические волокна блуждающего нерва берут начало в каудальном ядре, который находится латеральнее ядра языкоглоточного нерва. Аксоны нейронов этого ядра образуют преганглионарные волокна, которые в составе вагуса следуют к ганглиям околоорганных и внутриорганных сплетений. Постганглионарные волокна осуществляют парасимпатическую иннервацию гладкой мускулатуры и желез органов шеи, грудной и брюшной полости. Блуждающий нерв по функции смешанный. Аfferентные его волокна идут из слизистой оболочки пищеварительного тракта (начиная с глотки) и дыхательного тракта (начиная с гортани) к нейронам проксимального (яремного) и дистального (узловатого) ганглиев. Эfferентные соматические волокна направляются в исчерченную (поперечно-полосатую) мускулатуру глотки и гортани. Эfferентные парасимпатические - в неисчерченные (гладкие) мышцы пищеварительного тракта (начиная с пищевода), трахеи и бронхов, и в сердечную мышцу. Эfferентные секретизирующие волокна вагуса разветвляются в железах пищеварительных и дыхательных путей. Блуждающий нерв следует вдоль трахеи в грудную полость вместе с шейной частью симпатического ствола, образуя общий ствол – вагосимпатикус, и, сопровождая дорсо-медиально общую сонную артерию. При входе в грудную полость вагус отделяется, вступает в средостение и по пищеводу направляется в брюшную полость.

Крестцовый отдел представлен центрами, располагающимися в боковых рогах трех крестцовых сегментов спинного мозга. Отсюда в составе тазовых нервов преганглионарные парасимпатические волокна направляются в парасимпатические тазовые ганглии, которые формируют сплетения (прямокишечное, предстательное, маточное, влагалищное и др.), расположенные вблизи органов или в их стенках. Постганглионарные волокна осуществляют парасимпатическую иннервацию гладких мышц и желез органов тазовой полости.

Таким образом, постганглионарные парасимпатические волокна иннервируют глазные мышцы, слезные и слюнные железы, мускулатуру и железы пищеварительного тракта, трахею, гортань, легкие, предсердия, выделительные и половые органы. В отличие от симпатических парасимпатические не иннервируют гладкие мышцы кровеносных сосудов, за исключением половых артерий.

### **Метасимпатическая часть нервной системы**

Большинство внутренних органов, кроме симпатической и парасимпатической иннервации, имеет собственный автономный механизм, благодаря которому органы способны ритмично сокращаться с определенной частотой без воздействия извне. Этот автономный механизм, вызывающий ритмичные сокращения сердца, пищеварительного тракта, матки... осуществляется метасимпатической н/с.

Центры («водители ритма») располагаются в стенках внутренних органов. От них отходят преганглионарные волокна, которые идут к микроганглиям, лежащим также внутри стенки органов. Из этих микроганглиев выходят постганглионарные волокна, осуществляющие ритмичные сокращения иннервируемых органов.

Эта относительная функциональная автономия метасимпатической системы объясняется собственным нейрогенным ритмом и самостоятельной рефлекторной дугой, состоящей из следующих звеньев: сенсорного (чувствительное), ассоциативного (вставочное), эфферентного (двигательное) и медиаторного. Большинство полых органов наряду с существованием экстраорганной симпатической и парасимпатической н/с имеет собственный базовый механизм. Управление работой в этом случае обеспечивается рефлекторными дугами, замыкающимися в пределах стенки самих органов. Раньше к третьему отделу автономной н/с, называемому энтеральным, относили лишь рефлекторные дуги, замыкающиеся в подслизистом и межмышечном сплетениях кишки. Сейчас понятие метасимпатической н/с значительно шире, оно охватывает весь комплекс полых висцеральных органов (сердце, кишечник, желчный пузырь, бронхи, матка, мочеточник, мочевой пузырь).

*(Существующие данные свидетельствуют о том, что принципиальная модель метасимпатической нервной системы полностью совпадает с подобной моделью центральной нервной системы. Большинство реальных и предполагаемых медиаторов метасимпатической н/с является и нейротрансммиттерами в ЦНС. Сейчас твердо установлено, что, например, в энтеральной части метасимпатической медиаторную функцию осуществляет не менее 20 медиаторов холинэргической, адренэргической, серотонинэргической и др. природы. Все они встречаются в ЦНС. В метасимпатической н/с содержатся также гематоганглионарные барьерные*

*структуры, напоминающие по своей природе гематоэнцефалический барьер. Они защищают метасимпатические нейроны от непосредственного воздействия веществ, циркулирующих в крови.)*

Действительно, в составе метасимпатической н/с существуют собственные сенсорные элементы, которые могут быть механо-, хемо-, термо- и осморептторами. Они постоянно посылают в свои внутренние сети информацию о состоянии стенки внутреннего органа. Наряду с этим сенсорные элементы способны передавать сигналы и в центральные структуры нервной системы.

Метасимпатические нейроны синаптически связываются в сети, которые обрабатывают поступающую сенсорную информацию и одновременно контролируют активность эффекторных нейронов. Последние в свою очередь, являются общим конечными путями к эффекторам и могут инициировать, поддерживать, наконец, тормозить их поведение.

У позвоночных животных ядерные образования симпатической и парасимпатической систем располагаются в ЦНС. Метасимпатическая н/с не имеет таких представительств и является в значительно большей степени самостоятельной. Симпатическая н/с иннервирует все сосуды, а через них скелетную мускулатуру, все внутренние органы, часть гладкой мускулатуры глазного яблока, волосные мышцы т.д. Область иннервации парасимпатической н/с более узкая: экзокринные железы, часть гладкой мускулатуры глазного яблока, внутренние органы. Сфера иннервации метасимпатической н/с еще более ограничена и охватывает сугубо внутренние органы и то не все, а лишь обладающие собственным моторным ритмом. Таким образом, метасимпатическая часть н/с обладает многими признаками, отличающими ее от других частей автономной н/с.

#### *Особенности метасимпатической нервной системы:*

1. Она иннервирует только внутренние органы, наделенные собственной моторной активностью; в сфере ее иннервации находятся гладкая мышца, всасывающий и секреторный эпителий, локальный кровоток, местные эндокринные элементы.

2. Она получает синаптические входы от симпатической и парасимпатических систем и не имеет прямых синаптических контактов с эфферентной частью соматической рефлекторной дуги.

3. Наряду с общим висцеральным эфферентным путем она имеет собственное сенсорное звено

4. Представляя истинно базовую иннервацию, она обладает гораздо большей, чем симпатическая и парасимпатическая н/с, независимостью от ЦНС

5. Органы с разрушенными или выключенными с помощью ганглиоблокаторов метасимпатическими путями утрачивают присущую им ритмической моторной функции.

6. Метасимпатическая н/с имеет собственное медиаторное звено.

В заключении хочется отметить, по современным представлениям, основная роль парасимпатической и метасимпатической систем состоит в осуществлении

механизмов различных функций, обеспечивающих гомеостаз - относительное динамическое постоянство внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций.

В отличие от них, симпатическая н/с рассматривается как система тревоги, мобилизации защитных сил и ресурсов, для активного взаимодействия с факторами среды. Из этого следует, что, обеспечивая максимальное напряжение функций органов и систем для защиты организма, симпатическая н/с дестабилизирует постоянство внутренней среды. Задачу восстановления и поддержания этого постоянства, нарушенного в результате возбуждения симпатической н/с, берут на себя парасимпатическая и метасимпатическая системы.

## Лекция 10. АНАЛИЗАТОРЫ

Понятие об анализаторах. Обонятельный, зрительный,  
Равновесно-слуховой, вкусовой, осязательный и  
Висцеральные анализаторы

Кора головного мозга постоянно получает и анализирует различную информацию, поступающую от внутренних органов и из внешней среды. Восприятие и анализ этой информации обеспечивается анализаторами - производными нервной системы.

Анализатор - это единая функциональная система нейронов, воспринимающих раздражение, передающих возбуждение и анализирующих его в коре головного мозга. В каждом анализаторе, по И.П. Павлову различают три отдела : воспринимающий, проводящий и центральный.

- 1) Воспринимающий отдел - это рецепторы, которые трансформируют энергию внешнего или внутреннего раздражения в нервный процесс. Они делятся на две группы: экстерорецепторы, которые воспринимают раздражения из внешней среды и вместе со вспомогательными структурами образуют органы чувств, и интерорецепторы, которые воспринимают раздражения из внутренней среды организма. К ним относятся висцерорецепторы (располагаются во внутренних органах и воспринимают различные ощущения, например, полнота наполнения желудка, кишечника, мочевого пузыря, боль); проприорецепторы (располагаются в опорно-двигательном аппарате и обуславливают мышечно-суставное чувство); вестибулорецепторы (располагаются в локомоторном аппарате и органе равновесия - сигнализируют об изменении положения тела и отдельных его частей в пространстве).
- 2) Проводящий отдел служит для проведения нервного раздражения. К нему относятся нервы (спинномозговые и черепные) и экстерорецептивные проводящие пути спинного и головного мозга.
- 3) Центральный отдел - это нейроны проекционных зон коры головного мозга (зрительные, слуховые и т.д.), где происходит анализ и синтез полученных ощущений. На основе поступающей информации формируется отношение к окружающему миру и ответная реакция организма на раздражения в различных ситуациях.

## Классификация анализаторов.

В зависимости от того, какой раздражитель воспринимают рецепторы, различают следующие анализаторы:

1) Висцеральные анализаторы воспринимают раздражения, возникающие в органах и тканях, и сигнализируют в центральную нервную систему о состоянии внутренней среды организма. Воспринимающий отдел -интерорецепторы, проводящий-спинномозговые и черепные нервы, центральный-головной и спинной мозг.

2) Осязательный анализатор воспринимает различные раздражения из внешней среды (холод, тепло, прикосновение, давление, боль...). Воспринимающий отдел -экстерорецепторы кожного покрова и слизистых оболочек ряда органов, соприкасающихся с внешней средой, а именно слизистой глаз, губ, рта, языка, носовой полости, прямой кишки и наружных половых органов. Воспринимающий отдел иногда еще называют органом осязания (*organon tactus*). Кожная чувствительность обусловлена нервными окончаниями, имеющими различную форму и строение. Различные чувствительные точки и участки кожи можно рассматривать как проекции соответствующих точек мозга. Особо богаты чувствительными нервными окончаниями следующие участки кожи: губы, кончик носа, хобот или хоботок (свинья, крот), кончики пальцев (приматы). Помимо самой кожи осязанием обладают также волосы, связанные с нервными окончаниями. В ряде мест развиваются специальные осязательные волосы (вибриссы). Особенно часто они встречаются на губах и щеках и в виде отдельных пучков над глазами и на подбородке, образуя на морде чувствительную зону. Проводящий отдел осязательного анализатора - с/м и черепные нервы, центральный отдел -спинной и головной мозг.

3) Вкусовой анализатор обеспечивает анализ принимаемого корма и воды. У животных он изучен еще недостаточно, но есть данные, что они могут различать все четыре основных вкуса (сладкий, горький, кислый и соленый), но отдают предпочтение определенным вкусовым ощущениям. Так, свиньи и собаки предпочитают сладкое, крупный рогатый скот и лошади - соленое. Что же касается птиц, то у них чувство вкуса развито слабо и в значительной мере заменено осязанием. Воспринимающий отдел вкусового анализатора, или орган вкуса (*organon gustus*) представлен многочисленными вкусовыми почками, которые располагаются в эпителиальном покрове слизистой оболочки рта. У домашних животных вкусовые почки сидят в основном на вкусовых сосочках. Кроме них они встречаются также в зеве, твердом и мягком небе, глотки, гортани. У молодняка они более распространены и могут встречаться и в других местах ротоглотки, а у взрослых - на кончике, краях и спинке языка. Наибольшее количество вкусовых почек имеют животные с хорошо развитыми жевательными поверхностями коренных зубов (лошадь, корова, овца, коза) - несколько десятков тысяч. У человека общее количество вкусовых почек достигает двух тысяч. Вкусовые почки, находящиеся в толще слизистой оболочки, образуют многочисленные ее выросты - сосочки. Сосочки языка неоднородны по своей функции и подразделяются на механические и вкусовые. К вкусовым сосочкам относятся: грибовидные, листовидные, валиковидные. В *грибовидных сосочках* вкусовые почки сосредоточены обычно в ее

расширенной верхушке (шляпке) -они воспринимают кислый и соленый вкус. *Листовидные сосочки* представляют собой вертикально ориентированные складочки. Вкусовые почки залегают на обращенных друг другу сторонах этих складок. Они воспринимают сладкий вкус. *Валиковидные (желобоватые) сосочки* имеют вид цилиндра, окруженного валиком. Вкусовые почки располагаются как на боковых поверхностях цилиндра, так и на внутренней. Они воспринимают горький вкус. У голодного животного или человека вкусовые почки находятся в состоянии высокой активности. Во время еды активность их заметно снижается и начинает постепенно восстанавливаться лишь спустя полтора- два часа. И только через четыре- пять часов после еды способность остро воспринимать вкусовые раздражения вновь становится высокой. Если изо дня в день есть одну и ту же пищу, она начинает казаться безвкусной. Это объясняется привыканием вкусовых почек к однообразным раздражениям. Повышают их чувствительность различные специи, приправы к блюдам. В известной степени возбуждают и восстанавливают деятельность вкусовых рецепторных клеток продукты, контрастные по вкусу, например, сладких чай и бутерброд с соленой рыбой. При различных заболеваниях органов желудочно-кишечного тракта вкусовая чувствительность искажается, меняется даже внешний вид языка. Так, по наблюдениям клиницистов, при хронических гастритах с повышенной кислотностью, хронических энтеритах, колитах язык несколько увеличивается в объеме и бывает почти сплошь обложен беловатым налетом. А сухой, обложенный и слегка уменьшенный в размере язык характерен для гастритов с пониженной и нулевой кислотностью. При обострении язвенной болезни налет чаще серый или желтовато-серый. С помощью этого налета организм как бы стремится заблокировать вкусовой аппарат языка, подавить тем самым аппетит и создать больному органу щадящий режим. Особенно пристальное внимание уделяется налету на языке. Так, тонкий налет свидетельствует о начинающемся заболевании или поверхностной локализации патологического процесса; значительно более выраженный налет - признак хронической болезни. Если белый налет на языке, постепенно утолщаясь, приобретает желтый, а потом серый, темный цвет, это означает прогрессирование болезни. Осветление, истончение налета говорит об улучшении состояния.

Итак, воспринимающий отдел вкусового анализатора представлен вкусовыми почками. Каждая вкусовая почка образована вкусовыми рецепторными и опорными клетками. По форме почка напоминает луковицу, вершина которой обращена в сторону поверхности языка и открывается на ней крошечным отверстием- вкусовой порой. В просвет вкусовой поры обращены микроворсинки рецепторных клеток; они-то, собственно, и вступают в непосредственный контакт с различными пищевыми веществами. Как только это происходит, в рецепторной клетке начинаются реакции, в результате которых химическое раздражение трансформируется в нервный импульс. Информация о пищевом веществе идет по нервным волокнам ( к каждой вкусовой почке подходит их несколько), которые объединяются в нервы. Проводящий отдел представлен черепными нервами: барабанная струна (7-ая лицевой нерв)- от передней 2/3 языка; языкоглоточный нерв (9-ая )- от задней 1/3 языка и от валиковидных сосочков; блуждающий нерв (10-ая) - от глотки. Центральные отростки нейронов, осуществляющих вкусовую

иннервацию в полости рта, направляются в выше названный нерв к общему для них чувствительному ядру, лежащему в продолговатом мозге. Аксоны клеток этого ядра направляются в таламус (промежуточный мозг), где импульс передается на следующие нейроны, центральные отростки которых оканчиваются в коре большого мозга.. Итак, центр вкуса головного мозга находится в височной доли. Здесь происходит высший анализ вкусовых ощущений.

4) Обонятельный анализатор обеспечивает способность различать запахи. В жизни наземных животных обоняние играет важную роль в общении с внешней средой. Оно служит для распознавания запахов, для определения газообразных веществ, содержащихся в воздухе. В процессе эволюции орган обоняния, имеющий эктодермальное происхождение, вначале сформировался рядом с ротовым отверстием, а затем совместился с начальным отделом верхних дыхательных путей, отделившись от ротовой полости. У одних млекопитающих животных обоняние очень хорошо развито (макросматики). В эту группу входят насекомоядные, жвачные, копытные, хищные животные. У других животных обоняние отсутствует вообще (аносматики). К ним относятся дельфины. К третьей группы животных обоняние имеется, но развито слабо (микросматики). К ним принадлежат ластоногие и приматы. Обонятельный анализатор относится к приборам дистантного действия и состоит из воспринимающего (рецепторного) аппарата, проводящих путей и отдела головного мозга, где осуществляется высший анализ и синтез информации о запахах. Воспринимающий аппарат анализатора располагается в начальном отделе воздухоносных путей - в обонятельной части носовой полости. Это сравнительно небольшой участок, слизистая оболочка выделяется здесь своей припухлостью и цветом пигмента, так, у круп. и мелкого рог. скота, у лошади - желтого цвета, у свиньи - коричневой, у собаки и кошки - серого цвета. У животных с сильно развитым чувством обоняния (собаки) она может быть складчатой. В этом месте в толще слизистой оболочки залегают обонятельные нейросенсорные клетки, чередующиеся с опорными (поддерживающими), они достаточно плотно прилегают друг к другу, образуя обонятельный эпителий. Рецепторный слой обонятельной выстилки не является сплошным, он прерывается в глубине складок. Здесь же открываются разрозненные маленькие обонятельные (боуменовы) железы, выделяющие секрет, содержащий и слизь, который предохраняет слизистую от высыхания и растворяет пахучие вещества и таким образом делает их доступными для рецепторного восприятия. Процесс восприятия запаха начинается с рецепторной обонятельной клетки. Количество их может достигать у собаки 200 млн, у кролика - 100 млн, у копытных - 80 млн, а у человека - 40 млн. По форме обонятельные клетки напоминают веретено с двумя отростками: один - короткий, периферический, направляется к поверхности слизистой оболочки, другой - длинный, центральный - в головной мозг. Периферические отростки имеют на конце утолщение в виде булавы с 10-12 тонкими волосками- ресничками. Реснички эти чрезвычайно подвижны: они сгибаются, выпрямляются, поворачиваются в разные стороны, как бы отыскивая и улавливая молекулы пахучих веществ. На обонятельных ресничках обнаружены рецепторные участки, отличающиеся особым строением и свойствами, благодаря чему они контактируют только с определенными пахучими молекулами. В результате такого контакта в рецепторной клетке рождается нервный импульс,

который по центральному отростку идет в головной мозг. Центральные отростки формируют 15-20 обонятельных нервов. Обонятельные нервы через отверстия продырявленной пластинки решетчатой кости проникают в черепную полость, достигая следующего отдела обонятельного анализатора - обонятельных луковиц. Обонятельная луковица представляет собой сложно организованный центр, где осуществляется предварительная обработка всей информации о запахах. Из луковиц по двум обонятельным трактам, через обонятельные треугольники, сигналы поступают в грушевидные доли (вторичные обонятельные центры), гиппокамп (высшие подкорковые обонятельные центры) и кору височной доли головного мозга, где располагается высший отдел обонятельного мозга и где после окончательной обработки и синтеза информации формируется ощущение того или иного запаха.

5) Зрительный анализатор воспринимает величину, форму, цвет предметов внешнего мира, их расположение в пространстве, движение и т.п. Воспринимающим отделом зрительного анализатора является орган зрения (*organon visus*), который состоит из глаза и защитно-вспомогательных приспособлений (орбита, периорбита, конъюнктив, веки, слезный аппарат и глазные мышцы). Глаз или глазное яблоко представляет собой парный оптический орган шарообразной формы. Наиболее крупное глазное яблоко имеют животные ведущие ночной образ жизни. Среди домашних животных наиболее крупные глаза по отношению к величине тела имеют кошки, затем собаки. У подземных животных, в связи с редукцией органов зрения глазные яблоки очень малы и почти совсем скрыты под кожей (крот, землеройка). Зрительные оси, расположенных в орбитах, глаз также имеют разное направление у животных. При сближении зрительных осей обоих глаз, т.е. уменьшении угла между ними поле зрения одного глаза накладывается на поле зрения другого глаза. Этим достигается качественное бинокулярное зрение. При более примитивном монокулярном зрении оба поля зрения независимы друг от друга и в результате этого поле видения гораздо обширнее, но менее качественное. Угол зрения (между обеими зрительными осями) составляет : у зайца-170°, у лошади-137°, у свиньи-118°, у собаки-93°, у кошки -77°, у человека-14°, у льва-10°. Данные величины обусловлены образом жизни животных-одним нужно большое поле для обозрения, чтобы вовремя спастись (заяц, лошадь), а другим, наоборот, качество зрения для точной ориентировки при ловле добычи (кошка, лев).

Стенка глазного яблока образована тремя оболочками. Наружная (фиброзная) оболочка или склера, составляющая 4/5 всей окружности глаза, самая толстая, прочная; она обеспечивает глазному яблоку определенную форму и состоит в основном из коллагеновых волокон. Лишь в переднем отделе в склере как бы врезано крошечное окошко - роговица. На границе склеры и роговицы имеется желобок - лимб. Сеть капилляров заложенных в области лимба осуществляет питание роговицы, которая не имеет собственных кровеносных сосудов, что в значительной степени определяет ее абсолютную прозрачность. К наружной оболочке прилежит сосудистая оболочка, которая состоит из собственной сосудистой оболочки, ресничного тела и радужной оболочки. Радужка располагается позади роговицы и в своем составе имеет клетки - миопигментциты, которые обуславливают ее цвет и могут расширять или суживать зрачок. Зрачок - это небольшое отверстие в центре радужки. Форма его имеет видовые отличия: у собак,

свиньи и приматов он округлой формы, у кошки - в виде вертикальной щели, у травоядных- поперечно-овальный. Радужная оболочка отделяется от собственно сосудистой оболочки ресничным или цилиарным телом. В толще его находится находится ресничная мышца, при сокращении которой расслабляются связки, удерживающие хрусталик и он становится более выпуклым. А при расслаблении ресничной мышцы связки, наоборот, натягиваются, что ведет к некоторому уплощению хрусталика. Таким образом, цилиарное тело обеспечивает фокусирование зрения, без чего невозможно различать предметы, расположенные на расстоянии. Внутренний слой цилиарного тела, богатый кровеносными сосудами, продуцирует внутриглазную жидкость, поступающую в камеры глаза (переднюю и заднюю). За счет этой жидкости осуществляется питание роговицы, хрусталика и стекловидного тела. Хрусталик, стекловидное тело и внутриглазная жидкость составляют оптическую или преломляющую систему глаза. Внутри собственно сосудистой оболочки у травоядных и хищников имеется отражательная зона (тапетум), которая имеет полулунную форму и сине-зеленую окраску. Благодаря ей глаза светятся в темноте и имеют возможность видеть в отраженном свете. Самая внутренняя из трех оболочек- сетчатая. Как писал древнегреческий ученый **Герофил** «сетчатка - это стянутая рыбачья сеть, закинутая на дно глазного бокала и ловящая солнечные лучи». В фоторецепторном слое сетчатой оболочки (а всего в ней 10 слоев) расположены световоспринимающие элементы : высокоспециализированные клетки, имеющие отростки в виде палочек и колбочек. Палочки обеспечивают сумеречное зрение, а колбочки приспособлены к дневному свету и воспринимают цвета. Причем палочки намного чувствительнее колбочек. Благодаря им мы достаточно хорошо видим в темноте, но цвета не различаем: как известно, ночью все кошки серы. Способность же глаза воспринимать различные цвета обеспечивают колбочки трех типов : красно-, сине- и зеленочувствительные. Поэтому нормальное зрение у человека и называют трехмерным, или трихроматическим. Что же касается дальтоников, которые не могут различать красный и зеленый цвет, то у них в сетчатке глаза отсутствуют зеленочувствительные или красночувствительные колбочки. Цветное зрение выражено не у всех животных. Лошадь различает красный, зеленый, желтый, синий и фиолетовый цвета, корова и свинья - красный, желтый, зеленый и синий цвета. Собака хорошо различает до 50 оттенков серого цвета от черного до белого и есть данные о том, что собаки способны различать зеленый цвет. Что же касается птиц, то большинство из них обладает цветовым зрением. Колбочки и палочки через промежуточные биполярные клетки связаны с крупными ганглиозными клетками, дающими начало нервным волокнам. Собираясь в пучок, эти волокна образуют зрительный нерв, выходящий из глазного яблока и направляющийся в головной мозг. Диск зрительного нерва- место выхода волокон хорошо виден при обследовании глазного дна. Здесь отсутствуют палочки и колбочки, поэтому свет этим участком сетчатки не воспринимается и пятно называется слепым. И почти рядом с ним располагается другое пятно овальной формы, называемое желтым. Это место наилучшего видения, так как в области желтого пятна сетчатка наиболее тонкая. Таким образом, воспринимающим отделом зрительного анализатора является сетчатка глаза; проводящим - 2 пара черепных (зрительных) нервов и зрительные тракты; центральным - латеральное

коленчатое тело (таламус), зрительные бугры четверохолмия и затылочные доли коры полушарий.

б) Равновеснослуховой анализатор предназначен для восприятия звуков внешнего мира и положения тела в пространстве. Наибольшая острота слуха наблюдается у хищных животных (собака, кошка), средняя - у приматов, а некоторые животные даже способны воспринимать ультразвук (летучие мыши, киты дельфины). Воспринимающий отдел статоакустического анализатора представлен преддверно-улитковым органом (*organum vestibulocochleare*). Орган слуха и равновесия подразделяется на три части: наружное ухо, среднее и внутреннее ухо. Наружное ухо служит для улавливания звуковых колебаний и состоит из ушной раковины, ее мышц и наружного слухового прохода. Основу ушной раковины составляет эластический хрящ, покрытый кожей. Наружный слуховой проход представляет собой канал, который начинается наружным слуховым отверстием и заканчивается барабанной перепонкой. В его стенке залегают сальные железы, а также серные, выделяющие ушную серу. У крупного рогатого скота и свиньи наружный слуховой проход длинный, а у лошади и собаки - короткий. Барабанная перепонка построена из плотной соединительной ткани (коллагеновые волокна) и отделяет наружное ухо от среднего. У китообразных она отсутствует.

Среднее ухо является звукопроводящим отделом и располагается в барабанной полости, которая заполнена воздухом и соединена с глоткой через слуховые трубы. Через эти трубы давление воздуха в барабанной полости уравнивается с атмосферным давлением. У лошади в области слуховой трубы имеется мешкообразное выпячивание - воздухоносный мешок емкостью 450 см<sup>3</sup>. В среднем ухе находятся 4 слуховых косточки (молоточек, наковальня, чечевицеобразная косточка и стремечко), которые соединены между собой суставами и связками. Молоточек сращен с барабанной перепонкой. Колебания перепонки, возникающие под действием звуковых волн, передаются молоточку, от него наковаленке, затем чечевицеобразной косточке и от нее к стремечку. Основание стремечка подвижно вставлено в окошко овальной формы, «вырезанное» на внутренней стенке барабанной полости. Эта стенка отделяет барабанную полость от внутреннего уха. Через цепь этих косточек звуковые колебания, усиленные в 22 раза, передаются с барабанной перепонки на стенку внутреннего уха, за которой располагается специфическая жидкость (перилимфа), которая тоже способна колебаться.

Внутреннее ухо состоит из костного лабиринта и расположенного в нем перепончатого лабиринта. Костный лабиринт представляет собой систему костных полых образований, которые располагаются в толще височной кости. Он подразделяется на три части: преддверие, полукружные каналы и улитку. Перепончатый лабиринт приблизительно повторяет форму костного лабиринта и представляет собой совокупность сообщающихся между собой полостей, заполненных жидкостью - эндолимфой. Мягкие стенки перепончатого лабиринта очень чутко реагируют на колебания перилимфы, которая окружает их снаружи, и передают их эндолимфе, которая в свою очередь так же начинает вибрировать. Перепончатый лабиринт условно делится на две части: слуховую и вестибулярную.

Слуховая часть представлена перепончатой улиткой. Число ее завитков (оборотов) зависит от вида животного, так у лошади и кролика их 2, у крупного

рогатого скота и собаки -3, у свиньи - 4. Внутри перепончатой улитки находится спиральный орган (Кортиев орган), который является звуковоспринимающим отделом органа слуха. Основными элементами спирального органа являются рецепторные клетки, которые воспринимают звуковые раздражения. Эти клетки называются волосковыми (слуховыми) и располагаются они между опорными. В рецепторных волосковых клетках физическая энергия звуковых колебаний преобразуется в нервные импульсы. К волосковым клеткам подходят чувствительные окончания слухового (улиткового) нерва, которые воспринимают информацию о звуке и по нервным волокнам передают ее дальше. Высший слуховой центр расположен в височной доле коры больших полушарий : здесь осуществляется анализ и синтез звуковых сигналов.

Вестибулярная часть перепончатого лабиринта представлена преддверием и полукружными перепончатыми каналами. В преддверии различают овальный и круглый мешочки. На стенках мешочков и каналов имеются небольшие возвышения - макулы - чувствительные пятна и гребешки, которые содержат рецепторные волосковые и опорные клетки. Вот над этими гребешками и пятнами в эндолимфе плавают кристаллы кальцитов -отолиты, которые формируют отолитовую мембрану. При смещении этой мембраны происходит раздражение рецепторных волосковых клеток и вырабатывается нервный импульс, который по нервным волокнам вестибулярного (преддверного) нерва передается дальше. Вместе с волокнами улиткового нерва преддверный нерв образует 8 пару черепных нервов - преддверно-улитковый. Его волокна оканчиваются в вестибулярном ядре Дейтерса продолговатого мозга. Аксонами клеток этого ядра начинаются центральные проводящие пути вестибулярного анализатора, которые достигают мозжечка и коры (височной доли) головного мозга.

#### Филогенез органов чувств.

Органы чувств имеют эктодермальное происхождение. У беспозвоночных они в основном представлены чувствительными клетками, которые располагаются в эпидермисе и связаны с рецепторными нервными окончаниями.

У ланцетника имеются светочувствительные клетки (глазки Гессе), обонятельная ямка и чувствительные клетки на ротовых щупальцах.

У круглоротых развиваются парные органы зрения -глаза, имеется обонятельная капсула и появляется орган боковой линии, который воспринимает движение воды.

У рыб формируются органы вкуса в ротовой и глоточной областях, имеются обонятельные ямки, развиваются глаза (появляются палочки и колбочки в сетчатке глаза и хрусталик) и орган боковой линии.

У амфибий возникает орган обоняния, а вкусовые почки формируют вкусовые сосочки, появляется орган слуха , а орган боковой линии дает начало внутреннему уху.

У рептилий появляются носовые раковины, где располагается орган обоняния; в сетчатке глаза развиваются колбочки, хрусталик может изменять кривизну; формируется орган слуха и равновесия.

У птиц и млекопитающих органы чувств достигают наибольшего развития.

### Лекция № 11 ЭНДОКРИННЫЙ АППАРАТ

Понятие об эндокринном аппарате и составляющих его элементах. Общие анатомо-физиологические черты желез внутренней и смешанной секреции. Классификация желез. Щитовидная железа

**Понятие об эндокринном аппарате.** Управление работой органов пищеварения, дыхания, размножения ... обеспечивается не только нервной системой, но и эндокринным аппаратом, к которому относятся *железы внутренней и смешанной секреции*, вырабатывающие биологически активные вещества – гормоны. Гормоны (греч. hormao – двигаю, возбуждаю) поступают непосредственно в кровь и лимфу и оказывают регулирующее влияние на процессы развития клеток, тканей, органов и целого организма. К эндокринному аппарату (endo - внутрь, crino - выделяю) относятся железы внутренней и смешанной секреции, а так же диффузная эндокринная система. Кроме этого, имеется целый ряд органов, которые выполняют эндокринную функцию, но у них она не является основной.

Железы внутренней секреции	Железы смешанной Секреции	Органы, вырабатывающие гормоноподобные Вещества	Диффузная эндокринная система
Гипофиз	Поджелудочная железа (панкреатические островки)	Тимус – тимозин – на иммунную систему	APUD- сист парафолликулярные клетки щит. жел.;
Эпифиз	Половые железы (интерстициальная ткань)	Почки – ренин – на водно-солевой обмен	клетки мозгов. в-ва надпочечник.;
Щитовидная железа		Желудок – секретин - усиливает выделения пепсина	нейросекреторные клетки гипоталамуса;
Около-щитовидная железа		Кишечник – гастрин – возбуждает секрецию поджелудочной железы	пинеалоциты эпифиза; глав паратироциты
Надпочечная железа		Плацента – гонадотропин-увеличивает количество созревающих яйцеклеток	паращитовид. жел; эндокриноциты аденогипофиза;
		Сердце – аурикулин – на водно-солевой обмен	планценты; поджелудочн.
		Селезенка	желудочно-кишечного тракта

Несмотря на различия в происхождении, форме, величине и расположении, эндокринные железы имеют **общие анатомо-физиологические черты**:

1. Все эндокринные железы – это компактные органы, т.е. имеют строму и паренхиму. Строма представлена капсулой и трабекулами, которые построены из соединительной ткани. Паренхима, рабочая ткань железы построена из эпителиальной или нервной ткани.
2. Эндокринные железы не имеют выводных протоков и поэтому выделяют гормоны непосредственно в кровь или лимфу.
3. Эндокринные железы обильно снабжаются кровью и имеют хорошо выраженную сеть капилляров, которые по своему ходу образуют расширения – синусоиды. В синусоидах ток крови замедляется и, в следствие этого улучшается обмен веществ между кровью и тканью железы. Особенность кровоснабжения и иннервации эндокринных желез обеспечивает быстрое поступление гормонов в кровь или лимфу и распространение их в организме.
4. Для эндокринных желез характерен мерокриновый тип секреции, т. е. выделение гормонов происходит без разрушения целостности клеток железы.
5. В эндокринном аппарате железы функционируют не изолированно, а под непосредственным влиянием центральной нервной системы, особенно гипоталамуса. Нейросекреторные клетки (ядра) гипоталамуса выделяют специальные нейрогормоны, которые влияют на гипофиз. В свою очередь гипофиз, являющийся центральной железой эндокринного аппарата, выделяет кринотропные гормоны, которые активизируют деятельность почти всех других желез.



Таким образом, центральная нервная система влияет на деятельность эндокринного аппарата через гипофиз, а так же через идущие к железам нервы.

### Классификация эндокринных и смешанных желез

**I. Эмбриологическая классификация.** Железы внутренней и смешанной секреции развиваются из всех трех зародышевых листков.

1) Эндодермальные железы развиваются из эндодермы. К ним относятся щитовидная железа, околощитовидная железа и панкреатические островки поджелудочной железы;

2) Мезодермальные железы развиваются из мезодермы. К ним относятся корковый слой надпочечника, интерстициальная ткань половых желез, интерреналовые тельца;

3) Эктодермальные железы развиваются из эктодермы. К ним относятся гипофиз, эпифиз, мозговой слой надпочечника, параганглии.

**II. Морфофункциональная классификация.**

1) Группа аденогипофиза:

- а) щитовидная железа;
- б) кора надпочечника (пучковая и сетчатая зоны);
- в) семенники и яичники.

Центральное положение в этой группе принадлежит аденогипофизу, клетки которого продуцируют гормоны, регулирующие деятельность этих желез (аденокортикотропный, соматотропный, реотропный и гонадотропный гормоны).

2) Группа периферических эндокринных желез, деятельность которых не зависит от гормонов аденогипофиза:

- а) паращитовидные железы;
- б) кора надпочечников (клубочковая зона);
- в) панкреатические островки поджелудочной железы.

Эти железы условно называют саморегулирующимися. Так, гормон панкреатических островков инсулин снижает уровень сахара в крови, а повышенное содержание в крови последнего стимулирует секрецию инсулина.

3) Группа эндокринных органов «нервного происхождения» (нейроэндокринные):

- а) крупные и мелкие нейросекреторные клетки с отростками, образующие ядра гипоталамуса;
- б) нейроэндокринные клетки, не имеющие отростков (клетки мозговой части надпочечников и параганглиев);
- в) К-клетки щитовидной железы;
- г) аргирофильные и энтерохромаффинные клетки в стенках желудка и кишечника.

Эти нейросекреторные клетки совмещают нервную и эндокринную функции. Они воспринимают нервные импульсы и вырабатывают в ответ нейросекрет, который поступает в кровь или по отросткам нервных клеток транспортируется к клеткам. Так, клетки гипоталамуса продуцируют нейросекрет, который по отросткам нервных клеток доставляется в гипофиз, вызывая усиление или торможение деятельности его клеток.

4) Группа эндокринных желез нейроглиального происхождения:

- а) эпифиз (шишковидная железа);
- б) нейрогемальные органы (нейрогипофиз и срединное возвышение).

Секрет, вырабатываемый клетками шишковидного тела, тормозит выделение гонадотропных гормонов клетками аденогипофиза и таким образом угнетает деятельность половых желез. Клетки задней доли гипофиза не продуцируют гормонов, а обеспечивают накопление и выделение в кровь вазопресина и окситоцина, которые продуцируются клетками гипоталамуса.

**Щитовидная железа** располагается на трахеи и состоит из двух долей и перешейка, который может быть железистым или фиброзным. У некоторых животных от перешейка в краниальном направлении может отходить тонкий, треугольной формы отросток – пирамидальная доля. Каждая доля состоит из долек, основу которых составляют фолликулы, выстланные однослойным кубическим эпителием. Фолликулы, образующие паренхиму железы, имеют диаметр 0,02-0,6 мм, заполнены коллоидом и густо оплетены кровеносными капиллярами. Секреторная функция железы активизируется под влиянием тиреотропного гормона гипофиза. При этом коллоид разжижается и через стенку фолликула переходит в кровеносное русло. Дольки между собой разделены соединительнотканными прослойками, которые вместе с фиброзной капсулой формирует остов железы, или строму, заключающую в себе многочисленные сосуды и нервы. Кровоснабжается железа обильно ветвями наружной сонной и подключичной артерией. Оттекающая от нее кровь поступает во внутренние яремные вены. В щитовидной железе образуются гормоны (тироксин, тирокальцитонит и др.), стимулирующие обменные процессы в организме. Наряду с этим гормоны щитовидной железы влияют на функциональное состояние нервной системы и рост скелета. Консистенция железы плотная, окраска коричнево-красная или темно-красная. Иногда встречаются добавочные щитовидные железы.

**Видовые особенности.** *Лошадь.* Длина долей до 4 см, масса 20-35 г., перешеек фиброзный слабо выраженный. *Рогатый скот.* КРС – доли массивные (длина 6-7 см, ширина 4-5 см, масса 15-42 г.), перешеек железистый. *Овца* – доли значительных размеров (длина 2,5-5,0 см, ширина 1,0-1,5 см, масса 4-7 г.), перешеек фиброзный. *Коза* – доли крупные (длина до 4 см, масс 8-11 г.), перешеек часто отсутствует. *Собака* – доли миндалевидной доли (длина 1,2-5,2см, масса 0,5-2,5г.) перешеек железистый или отсутствует. У диких животных из отряда парнокопытные, хищные, грызуны перешейка нет.

**Паращитовидные железы** (эпителиальные тельца). С щитовидной железой связаны лишь топографически, а так это самостоятельные органы. Они подразделяются на наружную и внутреннюю железы. Наружная железа располагается вблизи щитовидной железы, а внутренняя - или под ее капсулой, или в ее паренхиме. Месторасположение, форма и размеры характеризуется большим разнообразием и зависит от вида, породы, пола и возраста животного. Функция околощитовидных желез особенно сильно активизируется при переломах костей, во время беременности, а у птиц в период интенсивной яйцекладки. Кровоснабжение железы осуществляется ветвями общей сонной или краниальной щитовидных артерий.

**Надпочечники** состоят из коркового и мозгового вещества, имеющих различное происхождение, строение и функции. Кровоснабжение осуществляется из разных источников: краниальные ветви от каудальной диафрагмальной (у жвачных от чревной), средние ветви от брюшной аорты (у собак и свиней) и каудальные ветви от почечной артерии.

**Гипофиз.** В его составе различают переднюю долю (аденогипофиз) и заднюю долю (нейрогипофиз), имеющие различное происхождение и функции. Аденогипофиз построен из эпителиальных железистых клеток, образующих тяжи, густо оплетенные широкими капиллярами (синусоидами). В нейрогипофизе присутствуют многочисленные волокна – отростки нервных клеток, лежащих в ядрах гипоталамуса. Кровоснабжение осуществляется за счет гипофизарных ветвей, отходящих от сосудистой сети основания головного мозга. Иннервация: эфферентные нервные волокна проникают по сосудистым сплетениям от краниального шейного симпатического узла, а афферентные – от первых трех шейных спинальных ганглиев, которые также в составе сосудистых сплетений.

**Эпифиз.** Гормоны участвуют в регуляции пигментного обмена и циклических видов деятельности организма, обусловленных суточными и сезонными ритмами. В нем различают тело и ножку. Кровоснабжение осуществляется за счет сосудов мозговой оболочки. Иннервация: нервные волокна проникают через переднюю и заднюю мозговые спайки от нервных клеток, заложенных в зрительных буграх и в уздечковом ганглии, а также по стенкам кровеносных сосудов.

**Поджелудочная железа** – железа со смешанной секреции. В ней имеются скопления эпителиальных клеток, получивших название панкреатических островков (островки Лангерганса), вырабатывающих инсулин – гормон, принимающий участие регуляции углеводного и жирового обмена. Наибольшее число островков расположено в хвостовой части железы. Кровоснабжение каждого панкреатического островка осуществляется одной-двумя артериолами, которые образуют сеть синусоидальных капилляров, число артериол выходящих из островков, колеблется от 12 до 20. Все они разветвляются в экзокринной части железы, что ставит обе части железы в тесную морфофункциональную зависимость. Иннервация: за счет периваскулярных нервных сплетений; чувствительная иннервация осуществляется ветвями блуждающего нерва.

**Половые железы** имеют в своем составе эндокринные клетки, вырабатывающие половые гормоны, которые обуславливают развитие вторичных половых признаков организации, в частности, влияние на развитие скелета, мускулатуры, подкожной жировой клетчатки.

**Диффузная эндокринная система** (APUD- система) дополняет и связывает между собой нервную и эндокринную системы, осуществляя весьма чувствительный контроль гомеостаза. В организме животного и человека разбросаны

гормонпродуцирующей клетки, продуцирующие нейроамины и олигопептиды, которые обладают гормональным действием.

Обобщающая таблица

**Эндокринный аппарат**

Железа	Топография	Паренхима		Основные группы гормонов
		Ткань	Клетки основные	
1	2	3	4	5
<b>1. Гипофиз</b> Hypophys (входит в состав гипоталамуса)	Ямка турецкого седла в основании клиновидной кости	<u>аденогипофиз</u> (эпителий 70-80%) а) передняя доля	<u>Аденоциты</u>	<i>Криотропные гормоны</i> – стим. деят. энд. желез; <i>Соматотропный</i> регулирует рост тела
		б) промежуточная доля	Аденоциты	<i>Меланотропин</i> – усил. пигмент. обмен; <i>Липотропин</i> – жировой обмен
		<u>Нейрогипофиз</u> (нероглия 20-30%) или в) задняя доля	<u>Питуициты</u> накапливают горм., которые синтезир. в гипоталамусе	<i>Окситоцин</i> – гладкие мышцы матки, их тонус; <i>Вазопрессин</i> – гладкие мышцы сосудов, тонус; <i>Антидиуретический</i> - водно-солевой обмен
			Лекарственный препарат «Питуитрин» - усиливает сокращение матки при родовой деятельности	
1	2	3	4	5
<b>2. Эпифиз</b> Eiphysis (только у молодых, с возрастом)	Лежит в щели между полушариями большого мозга и	Нейроглия	<u>Пинеалоциты</u>	Антагонисты горм. гипофиза: <i>Антигонадо-тропин</i> – задерж. развитие

инволирует) грушевидной формы или в виде пшенич- ного зерна	мозжечка, под зрительными холмами			половых желез; <i>Серотонин</i> – суживает кровеносные сосуды; <i>Мелатонин</i> – замедляет пигментный обмен
3) Щитовидная железа <i>Glandula thyreoidea</i> Две доли перешеек	Вентральная часть шеи	Эпителий	<u>Тироциты,</u> фолликулы В центре гормон в виде коллоида	<i>Тироидные горм.</i> регулируют обмен веществ, влияют на развитие ЦНС
			<u>Околофол- ликуляр- ные клетки</u> (К-клетки)	<i>Тирокальци- тонит</i> – обмен кальция
4) Околощито- видные железы <i>Glandulae Parathyreo- ideae</i>	Расположены около стенки щитовидной железы или в ее долях в виде 2-4 небольших телец	Эпителий	<u>Паратиро- циты</u>	<i>Паратгормон</i> – фосфорно- кальциевый обмен

5) Надпочечные железы Glandulae Suprarenales Парные	Брюшная полость, около краниального края почки	Корковое в-во (эпителий): а) клубочковая (наружная) зона	Корковые эндокриноциты, или кортикоциты	<i>Минералокортикоиды</i> – водно-солевой обмен (альдостерон) задерж. катионы натрия в орг-ме;
		б) пучковая (средняя) зона	Кортикоциты	<i>Глюкокортикоиды</i> – углев., белк, мин. обмена (гидрокортизон и кортикостерон)
		в) сетчатая (внутренняя) зона	Кортикоциты	<i>Половые горм.</i> сходные с андрогенами и эстрогенами
		Мозговое в-во (нервная тк.)	Мозговые эндокриноциты, или адреналокортициты	<i>Адреналин и Норадреналин</i> – тонус симп. н. с. сосудосуживающ. возд. на кровен. Систему
6) Параганглии Paraganglia Инволюция анатомически обособленных образований к половому созреванию	Сонный (каротидный) клубочек, пояснично-аортальные; ретроперитонеально от надпочечников до половых желез и по ходу симпатических нервов; мелкие группы клеток в тканях органов (сердце, почки, легкие), внутри вегетативных нервных узлов	<u>Хромаффиноциты</u> или <u>норадреналокортициты</u>	<i>Катехоламины</i> , не исключено выработка <i>полипептидных гормонов</i> кров. давл., усил. серд. и дыхат. деят., т.е. тесно связано с симп. частью н.с.	
7) Поджелудочная железа Pancreas	Брюшная полость, в петле 12-ти перстной кишки	Экзокринная часть	Экзокринные панкреатоциты	Поджелудочный сок
		Эндокринная часть (эпителий) панкреатические островки	<u>В-клетки</u> (70-75%)	<i>Инсулин</i> – синтез гликогена
			<u>А-клетки</u> (20-24%)	<i>Глюкагон</i> -распад гликогена
	<u>Д-клетки</u> (1-2%)	<i>Соматостатин</i> рост тела		

8) Половые железы: а) семенники Testis	Мошонка	Экзокринная часть		Спермии
		Эндокринная часть (эпителий)	<u>Интерстициальные</u> <u>эндокриноциты</u>	<i>Андрогены</i> – муж. половые горм. <i>Тестостерон</i> – Разв. орг. размн
Б) яичники Ovarium	Брюшная полость	Экзокринная часть		Яйцеклетки
		Эндокринная часть (эпителий)	<u>Интерстициальные</u> <u>эндокриноциты</u>	<i>Эстрогены</i> - . влияют на разв. орг. размнож. <i>Прогестины</i> – <i>Прогестерон</i> – горм. желт. тела обеспечивает беременность; <i>Андрогены-стим.</i> проц. овуляции