

Лекция

Тема: Система органов мочевого выделения

- 1. Общая характеристика органов мочевого выделения.**
- 2. Строение органов мочевого выделения. Классификация почек.**
- 3. Филогенез и онтогенез системы органов мочевого выделения.**

1. Общая характеристика органов мочевого выделения

Органы мочевого выделения

Органы мочевого выделения – organa uropoetica, которые нередко объединяют в мочевыводящую систему – systema uropoetica, – обеспечивают конечные процессы обмена веществ в организме, способствуют выведению из него продуктов метаболизма (азотистые продукты белкового обмена, различные соли и избытки воды).

Моча – urina, являясь экскретом почек, содержит в своем составе не только продукты белкового и солевого обменов, но и ряд других непостоянных веществ, которые образуются как в норме, так и при патологических процессах. Поэтому клинический анализ состава мочи имеет важное значение при уяснении функционального состояния всего организма с целью постановки правильного диагноза и прогнозирования исхода заболевания.

К мочевым органам относятся: **почки, мочеточники, мочевого пузыря и мочеиспускательный канал.**

Функции органов мочевого выделения:

1. Осуществляют выработку, временное хранение и выделение из организма жидких конечных продуктов обмена – мочи (urina).

2. Выполняют экскреторную функцию, извлекая из крови и удаляя из организма вредные продукты азотистого обмена (мочевину, мочевую кислоту, аммиак) инородные вещества (лекарства и др.), некоторые гормоны.

3. Удаляя избыток воды, минеральные вещества и кислые продукты, почки регулируют водно-солевой обмен.

4. Поддерживают относительное постоянство осмотического давления и активной реакции крови.

5. В почках синтезируются гормоны, участвующие в регулировании кровяного давления и диуреза (мочеотделения).

2. Строение органов мочевого выделения. Классификация почек.

Почка (renes)

Почечная ткань окружает эксцентрически расположенную неправильную полость **почечный синус**, который открывается наружу через **почечные ворота**. Почечный синус включает **начальную часть** мочевых путей (**почечные чашечки** у многососочковых почек и почечная лоханка) и окружающую их жировую ткань с сосудами и нервами.

В почках различают **краниальный** и **каудальный концы**, **верхнюю** и **нижнюю поверхности** и **латеральный** и **медиальный края**. Почка состоит из **наружного**, более темного и более объемистого **коркового вещества**, или

коры и внутреннего, более светлого **мозгового вещества**, или **медуллы**. Граница между ними различима. Мозговое вещество разделено на **пирамиды**. Вершиной пирамиды является **почечный сосочек**, вдавливающийся в **чашечку**, а основание пирамиды граничит с корковым веществом.

Нефроны являются основными структурными единицами почки, они состоят из **капсулы клубочка** (капсулы Шумлянскогo), **проксимального** (главного) **отдела**, имеющего вид извитых канальцев, **петли нефрона** (петли Генле), состоящей из нисходящей и восходящей частей, и **дистального** (вставочного) извитого **отдела**. Длина нефрона около 4 см. В обеих почках крупного рогатого скота около 8 млн. нефронов. Около 80% нефронов находится в корковом веществе и примерно 20% располагается так, что клубочки и часть проксимальных отделов нефронов лежат в корковом веществе, а петля – в мозговом веществе. Нефроны впадают в **собирательные трубки** коркового вещества, входя вместе с прямыми канальцами нефронов в состав **мозговых лучей**. Собирательные трубочки проходят через мозговое вещество и оканчиваются **сосочковым каналом**. Таким образом, в корковом веществе почки находятся **почечные тельца**, **проксимальные** и **дистальные отделы** нефронов (извитые канальцы). Нефрон начинается расширенным слепым концом мочевого канальца, стенка которого вдавливается, образуя **двустенную чашу** с **щелевидным пространством** между стенками (просвет капсулы). Это образование называется **капсулой клубочка**. Внутри капсулы располагается **клубочек** из артериальных капилляров, анастомозирующих между собой. Капсула с клубочком называется **почечным** (мальпигиевым) **тельцем**.

Наружная часть капсулы клубочка состоит из одного слоя эпителиальных клеток непостоянной высоты, лежащих на базальной мембране. Эпителий наружной части капсулы переходит в высокий эпителий проксимального отдела нефрона. Внутренняя часть капсулы образована плоскими, неправильной формы клетками – **подоцитами** с большими широкими отростками – цито-трабекулами, которые, в свою очередь, ветвятся на мелкие отростки – **цитоподии**. Между подоцитами находятся межклеточные промежутки. Цитоподии подоцитов соприкасаются с трехслойной базальной мембраной, к обратной стороне которой прилежат эндотелиоциты капилляров.

Через внутреннюю часть капсулы нефрона и стенку капилляров клубочка в полость капсулы выделяется **первичная моча** – все составные части плазмы крови, за исключением белков. Первичной мочи образуется примерно на 80% больше, чем окончательной. Из **полости капсулы** она попадает в **полость проксимального канальца**. Этот каналец имеет значительную протяженность и сильно извивается. **Петля нефрона**, представляющая собой прямую **трубку**, состоящую из **тонкой нисходящей** части петли и **толстой восходящей**.

В **дистальном** отделе нефрона **всасывается** только **вода** и окончательно формируется **моча**. **Дистальный** отдел переходит в

собирающую почечную трубочку. Собираательные трубочки впадают в **сосочковые протоки**, которые открываются на **вершине пирамид**. Из сосочковых протоков моча стекает в почечные **чашечки**, а из них через **стебельки** в **лоханку**. Все эти образования выстланы **переходным эпителием**. Из лоханки моча направляется во внепочечную систему органов (мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал), отводящую мочу от почек.

Классификация почек. За основу при **классификации** строения почек принято брать их **структурную единицу**, соответствующую эмбриональной дольке почки и называемую **почечкой**. Каждая почечка построена по общему плану обычной почки, в ней имеются все зоны обычной почки и свой **сосочек с чашечкой**. **Почечки** соединены друг с другом выводящими трубочками и соединительной тканью. На разрезе **почечка** состоит **из двух зон** — **периферической** и **центральной**. **Центральная** (мозговая, или мочевыводящая) **зона** в виде конуса с вершиной, называемой **почечным сосочком**. Построена она из **мочевыводящих канальцев**, открывающихся на почечном **сосочке** многочисленными отверстиями. **Периферическая** (корковая, или мочевыводящая) **зона** одевает колпачком центральную зону. В ней концентрируются **мочевыводящие канальцы**, начинающиеся в почечных тельцах и переходящие в отводящие канальцы мозговой зоны. Каждая **почечка** отдает выходящие **трубочки** которые, соединяясь, формируют **мочеточник**. Почки такого гроздевидного строения относятся к **множественным почкам** и встречаются, например, у **белого медведя** и **дельфина**.

Бороздчатые многососочковые почки отличаются от множественных тем, что отдельные **почечки** срастаются своими центральными частями. На поверхности такой почки ясно заметны дольки, разделенные бороздками, а на разрезе видны многочисленные пирамиды, заканчивающиеся сосочками. Такое строение у почек **крупного рогатого скота**.

Гладкие многососочковые почки характеризуются полным слиянием корковой зоны. С поверхности такие почки гладкие, но на их разрезе видны почечные пирамиды. Это указывает на то, что **гладкие почки** состоят из многочисленных почечных долек. Каждая пирамидка оканчивается чашечкой. **Почечные чашечки** открываются в общую полость — **почечную лоханку**, *из которой* уже выходит **мочеточник**. Такое строение имеют почки **свиньи** и **человека**.

Гладкие однососочковые почки дифференцируются по признаку **полного слияния** не только **корковых**, но и **мозговых** зон: у них лишь один общий, сосочек, погруженный в почечную лоханку. **Гладкие однососочковые** почки очень распространены и свойственны **лошади**, **мелким жвачным**, **олению**, **собаке**, **кролику**, **кошке**.

Мочеточник — ureter — трубкообразный орган: его стенка образована слизистой, гладкомышечной и адвентициальной оболочками. Диаметр мочеточника у крупных животных редко превышает 1 см. Мочеточник начинается от почечной лоханки в воротах почки и прикрытый брюшиной направляется по дорсальной брюшной стенке каудально. В тазовой полости, в мочеполовой складке брюшины он достигает дорсальной поверхности мочевого пузыря близ его шейки и на границе серозной оболочки и адвентиции прободает мышечную оболочку. Затем **мочеточник** на коротком расстоянии (до 3—5 см у крупных животных) следует каудомедиально между мышечной и слизистой оболочками мочевого пузыря и лишь, затем открывается в его полость. Такой ход мочеточника в стенке мочевого пузыря препятствует обратному поступлению мочи из мочевого пузыря в мочеточники, не мешая току мочи из почек в пузырь.

Мочевой пузырь — vesica urinaria является резервуаром для непрерывно поступающей из почек мочи, которая периодически выводится наружу через мочеиспускательный канал. **Мочевой пузырь** представляет собой перепончатомышечный мешок грушевидной формы. На нем **различают** обращенную в брюшную полость **вершину**, **тело** и направленную в тазовую полость **шейку**. Слизистая оболочка мочевого пузыря выстлана, как и в мочеточнике, **переходным эпителием**. На дорсальной стенке пузыря недалеко от шейки видны отверстия мочеточников. Краниальнее отверстий заметны два валика мочеточников, а каудальнее — непарный мочеиспускательный гребень, достигающий у самцов семенного холмика. Валики и гребень формируют **пузырный треугольник**.

Мышечная оболочка мочевого пузыря состоит из гладкой мышечной ткани. В области шейки круговой слой мышечной оболочки образует **сфинктер**. Снаружи вершина и тело мочевого пузыря покрыты серозной оболочкой. Вентрально с тела пузыря она переходит на тазовую и брюшную стенки как срединная связка пузыря.

Иннервируется мочевой пузырь **подчревными** и **тазовыми** нервами, кровоснабжается **внутренней подвздошной артерией**.

Мочеиспускательный канал, или **уретра**, — urethra служит для выведения мочи из мочевого пузыря и представляет трубку из слизистой и мышечной оболочек. Внутренним отверстием уретра начинается от **шейки мочевого пузыря**, наружным отверстием открывается у самцов на головке полового члена, а у самок на границе между влагалищем и его преддверием. Уретра у коров сравнительно короткая (10—14 см), лежит на дне тазовой полости вентрально от влагалища. Слизистая оболочка ее содержит небольшие углубления — лакуны и крупные вены. Мышечная оболочка в каудальной своей части кроме гладкой мышечной ткани имеет снаружи поперечно исчерченную ткань, которая формирует мышцу мочеиспускательного канала. Эта мышца выполняет функцию произвольного (наружного) сфинктера мочевого пузыря.

Близ наружного отверстия уретры у коровы имеет клапан и дивертикул. Вход в дивертикул расположен каудальнее и снизу отверстия мочеиспускательного канала со стороны преддверия влагалища. У свиньи уретра перед впадением в мочеполовое преддверие также имеет небольшой клапан. У кобылы уретра короткая — 6-8 см.

3. Филогенез и онтогенез системы органов мочевыделения

Филогенез

Эволюция органов мочеотделения протекала по пути увеличения площади соприкосновения кровеносного русла с выделительной тканью почек в результате избирательности фильтрационно-резорбционной способности различных почечных образований, а также благодаря активному ответвлению и выведению адсорбированных веществ и воды. При этом развитие мочевой системы имеет ту особенность, что она развивается не из одного зачатка, постепенно растущего и усложняющегося, а представлена рядом морфологических образований из разных зачатков.

У простейших животных продукты обмена каждой клетки выделяются из организма во внешнюю среду **диффузно** (кишечнополостные – гидра). У более высокоорганизованных животных в связи с дифференциацией различных систем организма появляются и специализированные органы выделения. Наиболее примитивные из них – **выделительные трубочки**, или нефридии, происходящие из эктодермы и пронизывающие все тело.

У низших хордовых (ланцетник) выделительные органы хотя и построены по типу нефридиев, но у них они имеют мезодермальное происхождение.

Нефридиальные каналцы (до 100 пар) располагаются метамерно в жаберной области и открываются одним концом в полость тела, а другим – наружу. Впоследствии формируется один проток – примитивный мочеточник, в него открываются все сегментальные трубочки. В полости тела по соседству с нефридиями кровеносные сосуды образуют густую сеть капилляров в виде клубочков. Нефридии как структурные единицы входят в состав почек позвоночных.

У позвоночных в процессе филогенеза ясно прослеживаются изменения мочеотделительного аппарата. Происходит постепенно угасание функции трубочек передних отделов туловища с одновременным усилением развития мочевых трубочек задних отделов, концентрирующихся в компактные органы. На более поздних стадиях эволюции у них появляется общий для всех выделительных трубочек выводной проток. Этот проток открывается наружу в задний конец кишечного тракта – клоаку. Такой ход развития мочеотделительного аппарата дает основание различать три самостоятельные генерации почек:

- 1) предпочку, или пронефрос;
- 2) промежуточную почку, или мезонефрос,
- 3) дефинитивную почку, или метанефрос

Для всех генераций характерно наличие особого фильтрационного приспособления – **почечного тельца**. Оно представляет собой измененную у начального участка трубочку, эпителиальная стенка которой расширяется и формирует чашеобразную складку. В последнюю входит петля артериального сосуда, превращающаяся в сосудистый клубочек, а складка трубочки становится капсулой клубочка.

Капсула и сосудистый клубочек получили название **почечного тельца**. **Экскреторная** функция осуществляется эпителием почечных канальцев. Одновременно с преобразованием мочевого аппарата происходили изменения и в отводящих каналах полового аппарата. В области **предпочки** развивался отводящий путь для полового аппарата самки (мюллеров канал), а канал промежуточной почки частично превратился в отводящий путь для клеток полового аппарата самца (вольфов канал).

Предпочка, или головная почка, у высших позвоночных встречается редко. Она состоит чаще всего из 3 – 4 пар канальцев с воронками. Против каждой воронки в стенке развивается сосудистый клубочек. Предпочка имеется у круглоротых, некоторых костистых рыб и у личинок амфибий.

Промежуточная, или туловищная, почка более сложная по функции и строению, представляет следующую генерацию нефрогенной ткани и развивается как позднейшая стадия предпочки и позади нее. Промежуточная почка функционирует до конца жизни у рыб и амфибий. У остальных позвоночных, в том числе и у млекопитающих, этот орган, хотя и вполне сформированный, функционирует лишь в определенный период эмбриональной жизни.

Только у немногих **рептилий**, а среди **млекопитающих** у клоачных и сумчатых, мезонефрос некоторое время остается и после эмбрионального периода.

Дефинитивная, или тазовая, почка развивается у взрослых рептилий, птиц и млекопитающих.

В полном виде тазовая почка развивается из двух зачатков. Мочеотделительная ее часть происходит из нефрогенной ткани, как и пронефрос и мезонефрос, а мочеотводящая часть – из отростка на заднем канале вольфова протока, который становится мочеточником.

Все млекопитающие имеют **мочевой пузырь**. Он развивается у них или из **аллантоиса** (однопроходные и сумчатые), или аллантоиса и клоаки на месте их соприкосновения (все плацентарные). Еще при наличии клоачной перепонки в области клоаки образуется фронтальная перегородка, которая отделяет дорсальную часть клоаки от вентральной, сохраняющей свою связь с аллантоисом. Из последнего впоследствии кроме мочевого пузыря развивается и **мочеиспускательный** (у самок), или **мочеполовой** (у самцов), канал.

Эмбриональное развитие системы мочеотделения позвоночных в основном совпадает с теми изменениями, которые имели место в процессе филогенеза.

За исключением эпителиальной оболочки мочевого пузыря и мочеиспускательного канала, которые имеют энтодермальное происхождение, мочевыделительная система позвоночных развивается из **мезодермы**.

Развивающиеся почечные канальцы позвоночных демонстрируют повышенную сложность, поскольку те, которые формируются в шейном отделе, последовательно заменяются в грудопоясничном и крестцовом отделах более функционально компетентными структурами. Эти структуры называются **пронефрос**, **мезонефрос** и **метанефрос** соответственно. По мере развития и обретения функциональности более каудальных структур пронефрический и мезонефральный канальцы атрофируются, а метанефрос остается единственной функционирующей почкой. Дефинитивная почка закладывается в тазовой полости, но позднее смещается краниально – в область расположения промежуточной почки.

На ранних стадиях развития поверхность дефинитивной почки у всех животных гладкая, но в связи с развитием на краниальном конце постоянного мочеточника и собирательных канальцев на почке появляются борозды, делящие ее на доли.

У крупного рогатого скота доли, в количестве до 20, сохраняются в течение всей жизни.

У остальных же животных возникшие доли срастаются вторично и таким образом образуются гладкие почки. У крупного рогатого скота сохраняются и основные собирательные канальцы, в то время как у остальных животных они срастаются и формируют почечную лоханку.