Hабросочек на тему:

"Строение и функции почек"

0. Общая характеристика

ПОЧКИ - важнейшие парные органы выделения позвоночных животных и человека, участвующие в водно-солевом гомеостазе, т. е. в поддержании постоянства концентрации осмотически активных веществ в жидкостях внутренней среды, постоянства объёма этих жидкостоей, их ионного состава и кистлотно-щелочного равновесия. Через почки выводятся из организма конечные продукты азотистого обмена, чужеродные и токсические соединения, избыток органических и неорганических веществ. Почки участвуют в метаболизме углеводов и белков, в образовании биологически активных веществ, регулирующих уровень артериального давления, скорость секреции альдостерона надочечниками и скорость образования эритроцитов.

1. Строение

У человека почки - парные бобовидные органы, расположенные на задней брюшной стенке по обеим сторонам позвоночника обычно на уровне 12-го грудного - 3-го поясничного позвонков. Одна почка расположена выше другой приблизительно на 2-3 см. Известны аномалии развития, когда имеется 1 или 3 почки. У взрослого человека каждая почка весит 120-200 г, её длина 10-12 см, ширина 5-6 см, толщина 3-4 см. Передняя поверхность почки покрыта брюшиной, но сама почка находится вне брюшинной полости. Почки окружены фасцией, под которой находится жировая капсула; непосредственно паренхима почек окружена фиброзной капсулой. Почка имеет гладкий выпуклый наружний край и вогнутый внутренний край, в центре его находятся ворота почки, через которые открывается доступ в почечную пазуху с почечной лоханкой, ворнкообразный резервуар, образованный в почке путём слияния больших почечных чашечек, продолжающийся в мочеточник. В этом же месте в почку входят артерия и нервы; выходят вена и лимфатические сосуды.

Отличительная особенность почек млекопитающих - ясно выраженное деление на 2 зоны - внешнюю (корковую) красно-коричневого цвета и внутреннюю (мозговую), имеющую лилово-крачный цвет. Мозговое вещество почек образует 8-18 пирамид; над пирамидами и между ними лежат слои коркового вещества - почечные (бертиниевы) столбы. Каждая пирамида имеет широкое основание, примыкающее к корковому веществу, и закруглённую и более узкую верхушку - почечный сосочек, обращённый в малую почечную чашечку. Последние открываются в большие почечные чашечки, из них моча поступет в почечную лоханку и далее в мочеточник.

В обеих почках человека около 2 млн. нефронов. Нефрон - это основная морфо-функциональная единица почек. Каждый нефрон состоит из частей, имеющих характерное название и выполняющих различные функции. Начальная часть нефрона (боуменова капсула), чашеобразный слепой конец мочевого канальца, окружающий сосудистый клубочек из, приблизительно 50 артериальных капилляров (клубочек Шумлянского), образуя вместе с ним мальпигиево, или почечное, тельце (общее количество которых достигает 4 млн.). Стенка боуменовой капсулы состоит из внутреннего и наружного листков, между которыми находится щель - полость боуменовой капсулы, выстланная плоским эпителием. Внутренний листок прилегает к клубочку, наружний продолжается в проксимальный извитой мочевой каналец, переходящий в прямую часть проксимального канальца. За ним следует тонкий нисходящий участок петли Генле, спускающийся в мозговое вещество почек, где он, изгибаясь на 180 градусов, переходит в тонкий восходящий, а затем толстый восходящий каналец петли Генле, возвращающийся к клубочку. Восходящая часть петли переходит в дистальный (вставочный) отдел нефрона; он соединяется связующим отделом с расположенными в коре почек собирательными трубками. Они проходят корковое и мозговое вещество почек и, сливаясь вместе, образуют в сосочке беллиниевы протоки, открывающиеся в почечную лоханку.

В почках млекопитающих и человека имеется несколько типов нефронов, различающихся по месту расположения клубочков в коре почек и по фукнкции канальцев: субкортикальные, интеркортикальные и юкстамедуллярные. Клубочки субкортикальных нефронов находятся в поверхностной зоне коры почек, юкстамедуллярные - у границы коркового и мозгового вещества почек. Юкстамедуллярные нефроны имеют длинную петлю Генле, спускающуюся в почечный сосокчек и обеспечивающуювысокий уровень осмотического концентрирования мочи. Для почек характерно строгое зональное распределение различных типов канальцев. В коре почек находятся все клубочки, проксимальные и дистальные извитые канальцы, корковые отделы собирательных трубок. В мозговом веществе располагаются петли Генле и собирательные трубки. От расположения отдельных элементов нефрона зависит эффективность осморегулирующих функций почек.

Клетки каждого отдела канальцев отличаются по строению. Для кубического эпителия проксимального извитого канальца характерны многочисленный микроворсинки (щёточная каёмка) на поверхности, обращённой в просвет нефрона. На базальной поверхности клеточная оболочка образует узкие складки, междй которыми рсположены многочисленные митохондрии. В клетках прямого участка проксимального канальца менее выражены щёточная каёмка и складчатость базальной мембраны, мало митохондрий. Тонкий отдел петли Генле меньшего диаметра, выстлан плоскими клетками с малочисленными митохондриями. Характерная особенность эпителия дистального сегмента нефрона (толстый восходящий отдел петли Генле и дистальный извитой каналец со связующим отделом) - малое число микроворсинок на поверхности канальца, обращённой в просвет нефрона, ярко выраженная складчатость базальной плазматической мембраны и многочисленные крупные митохондрии с большим числом крист. В начальных отделах собирательных трубок чередуются светлые и тёмные клетки (в последних больше митохондрий). Беллиниевы трубки образованы высокими клетками с немногочисленными митохондриями.

Кровь в почки поступает из брюшной аорты по почечной артерии, распадающейся в ткани почек на междолевые, дуговые, междольковые артерии, от которых берут начало афферентные (приносящие) артериолы клубочков. В них артериола распадается на капилляры, затем они вноыь соединяются, образуя эфферентую (выносящую) артериолу. Афферентная артериола почти в 2 раза толще эфферентной, что способствует клубочковой фильтрации. Эфферентная артериола вновь распадается на капилляры, оплетающие канальца того же самого нефрона. Венозная кровь поступает в междольковые, дуговые и междолевые вены; они образуют почечную вену, впадающую в нижнюю полую вену. Кровоснабжение мозгового вещества почек обеспечивается прямыми артериолами. Почки иннервируют симпатичексие нейроны трёх нижних грудных и двух верхних поясничных сегментов спинного мозга; парасимпатические волокна идут к почкам от блуждающего нерва. Чувствительная иннервация почек в составе чревных нервов достигает нижних грудных и верхних поясничных узлов.

2. Функции

Основные функции почек (экскреторная, осморегулирующая, ионорегулирующая и др.) обеспечиваются процессами, лежащими в основе мочебразования: ультрафильтрацией жидкости и растворённых веществ из крови в клкубочках, обратным всасыванием частиц этих вешеств в кровь и секрецией некоторых веществ из крови в просвет канальца. В процессе эволюции почек фильтрационно-реабсорбционный механизм мочеобразования всё более преобладает над секреторным. Регуляция большинства выделения ионов у наземных позвоночных основана на изменении уровня реабсорбции ионов. Характерная особенность эволюции почек - увеличение объёма клубочковой фильтрации, которая у млекопитающих в 10-100 раз выше, чем у рыб и земноводных; резко возрастает интенсивность реабсорбции веществ клетками канальцев, т. к. отношение массы почек к массе тела почти одинаково у этих животных. Повышается функция почек по поддержанию стабильности состава веществ, растворённых в сыворотке крови. Развитие осморегулирующей функции почек тесно связано с типом азотистого обмена. У млекопитающих конечный продукт азотистого обмена - мочевина, осмотически высокоактивное вещество, для выведения которого необходимо значительное количество воды или способность осмотически концентрировать мочу. У человека в условиях покоя около 1/4 крови, выбрасываемой в аорту левым желудочком сердца, поступает в почечные артерии. Кровоток в почках мужчин составляет 1300 мл/мин, у женщин несколько меньше. При этом в клубочках из полости капилляров в просвет боуменовой капсулы происходит ультрафильтрация плазмы крови, обеспечивающая образование так назывемой первичной мочи, в которой практически нет белка. В просвет канальцев поступает около 120 мл жидкости в 1 минуту. Однако в обычных условиях около 119 мл фильтрата поступает обратно в кровь и лишь 1 мл в виде конечной мочи выводится из организма. Процесс ультрафильтрации жидкости обусловлен тем, что гидростатическре давление крови в капиллярах клубочка выше суммы коллоидно­осмотического давления белков плазмы крови и внутрипочечного тканевого давления. Размер частиц, фильтруемых из крови, определяется величиной пор в фильтрующей мембране, что, по-видимому, зависит от диаметра пор центрального слоя базальной мембраны клубочка. В большинстве случаев радиус пор меньше 28 A, поэтому электролиты, низкомолекулярные неэлектролиты и вода свободно проникают в просвет нефрона, белки же практически не проходят в ультрафильтрат. Функциональное значение отдельных почечных канальцев в процессе мочеобразования неодинаково. Клетки проксимального сегмента нефрона всасывают (реабсорбируют) попавшие в фильтрат глюкозу, аминокислоты, витамины, большую часть электролитов. Стенка этого канальца всегда проницаема для воды; объём жидкости к концу проксимального канальца уменьшается на 2/3, но осмотическая концентрация жидкости остаётся той же, что и плазмы крови. Клетки проксимального канальца способны к секреции, т.е. выделению некоторых органических кислот (пенициллин, кардиотраст, парааминогиппуровая кислота, флуоресцеин и др.) и органических оснований (холин, гуанидин и др.) из околоканальцевой жидкости в просвет канальца. Клетки дистального сегмента нефрона и собирательных трубок участвуют в реабсорбции электролитов против значительного электрохимического градиента; некоторые вещества (калий, аммиак, ионы водорода) могут секретироваться в просвет нефрона. Проницаемость стенок дистального извитого канальца и собирательных трубок для воды увеличивается под влиянием антидиуретического гормона - вазопрессина, выделяемого задней долей гипофиза, вследствие чего происходит всасывание воды по осмотическому градиенту.

Осморегулирующая функция почек обеспечивает постоянство концентрации осмотически активных веществ в крови при различном водном режиме. При избыточном поступлении воды в организм выделяется гипотоническая моча, в условиях воды образуется осмотически концентрированная моча. Механизм осмотического разведения и концентрирования мочи был открыт в 50-60х гг. 20 века. В почках млекопитающих канальцы и сосуды мозгового вещества образуют противоточно-поворотную множительную систему. В мозговом веществе почек параллельно друг другу проходят нисходящие и восходящие отделы петель Генле, прямые сосуды, собирательные трубки. В результате активного транспорта натрия клетками восходящего отдела петли Генле соли натрия накапливаются в мозговом веществе почек и вместе с мочевиной удерживаются в этой зоне почек. При движении крови вниз, вглубь мозгового вещества, мочевина и соли натрия поступают в сосуды, а при обратном движении, к корковому веществу, выходят из них, удерживаясь в ткани (принцип противотока). При действии вазопрессина высокая осмотическая концентрация характерна для всех жидкостей (кровь, межклеточная и канальцевая жидкость) на каждом уровне мозгового вещества почек, исключая содержимое восходящих отделов петель Генле. Стенки этих канальцев относительно водонепроницаемы, а клетки активно реабсорбируют соли натрия в окружающую межклеточную ткань, вследствие чего осмотическая концентрация уменьшается. При отстутсвии вазопрессина стенка собирательных трубок водонепроницаема; при действии этого гормона она становится водопроницаемой и вода всасывается из просвета по осмотическому градиенту в окружающую ткань. В почке человека моча может быть в 4-5 раз осмотически концентрированнее крови. У некоторых обитающих в пустынях грызунов, имеющих особенно разитое внутреннее мозговое вещество почек, моча может в 18 раз превосходить по осмотическому давлению кровь.

Изучены молекулярные механизмы абсорбции и секреции веществ клетками почечных канальцев. При реабсорбции натрий пассивно поступает по электрохимическому градиенту внутрь клетки, движется по ней к области базальной плазматической мембраны и с помощью находящихся в ней "натриевых насосов" (Na/K ионнообменный насос, электрогенный Na насос и др.) выбрасывается во внеклеточную жидкость. Каждый из этих насосов угнетается специфическими ингибиторами. Применение в клинике мочегонных средств, используемых, в частности, при лечении отёков, основано на том, что они вляют на различные элементы системы реабсорции Na, K, в отличие от Na, клетка нефрона может не только реабсорбировать, но и секретировать. При секреции K из межклеточной жидкости поступает в клетку через базальную плазматическую мембрану за счёт работы Na/K насоса, а выделяется он в просвет нефрона через апикальную клеточную мембрану пассивно. Это обусловлено увеличением калиевой проницаемости мембран и высокой внутриклеточной концентрацией K. Реабсорбция различных веществ регулируется нервными и гормональными факторами. Всасывание воды возрастает под влиянием вазопрессина, реабсорбция Na увеличивается альдостероном и уменьшается натрийуретическим фактором, всасывание Ca и фосфатов изменяется под влиянием паратиреоидного гормона, тирокальциотинина и др. Молекулярные механизмы регуляции переноса различных веществ клеткой нефрона неодинаковы. Так, ряд гормонов (например, вазопрессин) стимулирует внутриклеточное образование из АТФ циклической формы АМФ, которая воспроизводит эффект гормона. Другие же гормоны (например, альдостерон) воздействуют на генетический аппарат клетки, вследствие чего в рибосомах усиливается синтез белков, обеспечивающих изменение переноса веществ через клетку канальца.

Важное значение имеет почка как инкреторный (внутрисекреторный) орган. В клетках её юкстагломерулярного аппарата, расположенного в области сосудистого полюса клубочка между приносящей и выносящей артериолами, происходит образование ренина, а возможно и эритропоэтина. Секреция ренина возрастает при уменьшении почечного артериального давления и снижении содержания Na в организме. В почках вырабатывается как эритропоэтин, так и, по-видимому, вещество, угнетающее образование эритроцитов; эти вещества участвуют в регуляции эритроцитарного состава крови. Установлено, что в почке синтезируются простагландины, вещества, меняющие чувствительность почечной клетки к некоторым гормонам (например, вазопрессину) и снижающее кровяное давление.

3. Литература.

1. Большая Советская Энциклопедия, том 1, 3, 4, 15, 20, 21, М., 1975

2. Физилогия почки, под ред. Ю.В.Наточина, Л., 1972

3. Основы нефрологии, под ред. Е.М.Тареева, М., 1972