

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА.

Выделение – это процесс удаления конечных продуктов метаболизма, которые уже не могут быть использованы организмом.

ВОДНЫЙ БАЛАНС ОРГАНИЗМА.

За сутки человек получает около 2500 мл воды:

- 1500 мл в виде питья, супа, компота, соков;
- 300 - 400 мл образуется в процессе распада в организме белков, жиров и углеводов.
- Для поддержания постоянного количества воды в организме приход воды должен быть равен её расходу. Расход воды контролируется органами выделения.

Органы выделения.

- **Почки** - основные органы выделения. Способствуют поддержанию постоянства ионного состава, осмотического давления, pH крови и внеклеточной жидкости, удаляют из организма многие вредные, ядовитые и лекарственные вещества. За сутки почки выделяют около 1500 мл мочи. Почки сами участвуют в образовании веществ, которые затем ими же выделяются: это аммиак, гиппуровая кислота и некоторые другие.
- **Кишечник** - выводит соли тяжелых металлов, продукты превращения желчных пигментов (билирубин), холестерин, вода (немного).
- **Потовые железы** - выделяют с потом воду (около 400 мл в сутки), продукты обмена белков (мочевую кислоту, мочевины, аммиак), соли, CO₂ и др. Потовые железы и потоотделение.

Пот выделяется потовыми железами, разбросанными по всему телу. Больше всего их на ладонях рук, подошвах, в подмышечных впадинах и т.д., а меньше всего - на голенях, бедрах, спине. С потом выделяются вода, соли, мочевина, мочевая кислота, аммиак и др. Выделение пота зависит от температуры окружающей среды и интенсивности работы. В среднем за сутки выделяется 500-600 мл пота, а при высокой температуре воздуха или физической работе в несколько раз больше. Потоотделение - рефлекторный процесс. Сальные железы также расположены по всей поверхности тела, но преимущественно около волос. Они выделяют около 20 г жира в день, кожное сало смазывает волосы и кожу и смягчает ее.
- **Легкие** - выводят CO₂, H₂O и некоторые летучие вещества.

Количество воды, выделяемое легкими и кожей, примерно одинаково и составляет в сумме около 1 литра за сутки. Легкие выделяют 99% CO₂ и только 1% выделяется кожей.

МОЧЕПОЛОВАЯ СИСТЕМА

Мочеполовая система объединяет две системы органов: мочевую и половую. Хотя эти две системы выполняют разные функции, они связаны между собой развитием и положением.

СИСТЕМА МОЧЕВЫХ ОРГАНОВ.

В систему мочевых органов входят почки, мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал.

В почках происходит процесс мочеобразования (диурез). Из почек моча по мочеточникам поступает в мочевой пузырь, служащий резервуаром для мочи, откуда по мочеиспускательному каналу моча выводится наружу.

ПОЧКИ - сложные трубчатые железы, выводящие с мочой:

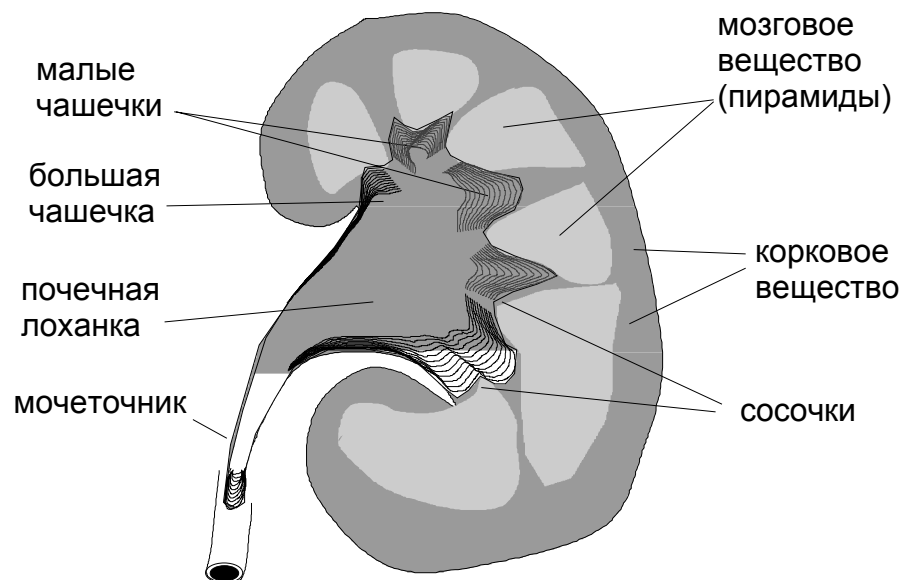
- конечные продукты распада белков (мочевину, мочевую кислоту, креатинин);
- избыток воды;
- избыток солей (сульфаты и фосфаты, калий и натрий);

- чужеродные вещества, попавшие в кровь (пенициллин, йодистые соли, краски и т.д.).

Через почки проходит за 1 минуту 1200 мл крови, а за 1 сутки вся кровь организма прокачивается через почки около 200 раз.

СТРОЕНИЕ ПОЧЕК.

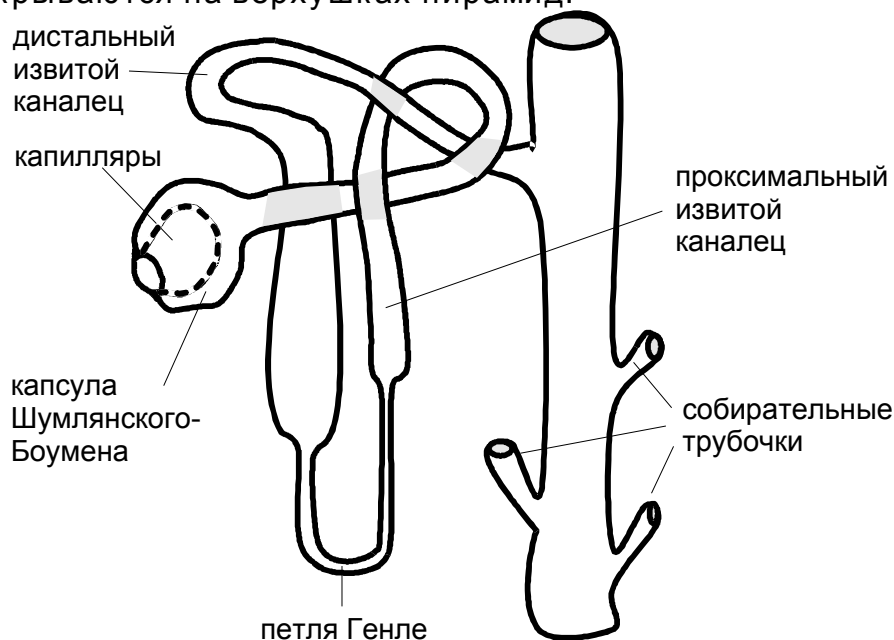
- Парные органы бобовидной формы длиной около 10 см, расположены позади брюшины на стенке брюшной полости по бокам от позвоночника на уровне XII грудного и I-II поясничных позвонков (чуть ниже уровня желудка.). Правая почка размещена ниже левой. Вес почки около 150 г.
- Снаружи почка покрыта соединительнотканной (фиброзной) и жировой капсулами.
- К верхнему полюсу почек прилегают железы внутренней секреции – **надпочечники**.
- На внутреннем крае почки находятся ворота, через которые проходят:
 - почечная артерия,
 - почечная вена,
 - лимфатические сосуды,
 - нервы,
 - мочеточник.
- На разрезе почки выделяют два слоя:
 - наружный (**корковый**) - содержит капсулы **нефронов** (структурная единица почки);
 - внутренний (**мозговой**) - содержит **почечные канальцы нефронов**.



Почечные канальцы образуют **почечные пирамиды**, разделенные столбиками коркового вещества. В почке всего 12 сосочков. Основания пирамид обращены к корковому слою, вершины с отверстиями из которых выделяется моча – к центру почки. Моча, выделившаяся на сосочках пирамид, впадает сначала в **малые чашечки** (8-9 шт.), затем - в **большие чашечки** (2 шт.) и в **почечную лоханку**, суженный конец которой переходит в мочеточник.

Нефрон является единицей строения почки. В каждой почке насчитывают около миллиона нефронов. Нефрон состоит из капсулы Боумена – Шумлянского и почечного канальца. В почках содержится до 3 млн нефронов, суммарная длина капилляров составляет примерно 120 км, а площадь поверхности их стенок - 40 м².

Капсула Боумена – Шумлянского расположена в корковом слое. Она представляет собой чашечку, стенка которой состоит из двух слоев эпителиальных клеток (напоминает вдавленный шарик на конце трубочки). Между этими слоями находится щелевидное пространство – полость капсулы. Внутри капсулы расположен клубочек капилляров. От капсулы отходит извитой каналец I порядка. Он выпрямляется и опускается в мозговой слой, там образует петлю Генле, затем возвращается в корковый слой, и вновь извивается, получая название извитого канальца II порядка. Последний впадает в собирательную трубочку нефрона. Собирательные трубочки сливаются, образуя более крупные выводные протоки. Они проходят через мозговое вещество и открываются на верхушках пирамид.



СТРОЕНИЕ НЕФРОНА

Почечные системы капилляров.

Капилляры мальпигиева клубочка.

- В капсулы нефронов входят приносящие артериолы (разветвления почечной артерии) и распадаются на капилляры, образуя мальпигиев (сосудистый) клубочек. Капилляры собираются в выносящую артериолу, диаметр которой в два раза меньше диаметра приносящей артериолы.
- Капилляры мальпигиева клубочка служат для фильтрации плазмы крови в полость мальпигиева клубочка (образование первичной мочи).

Особенность кровообращения в капсуле состоит в том, что просвет выносящего сосуда уже просвета приносящего сосуда. Это значит, что из капсулы оттекает крови меньше, чем в нее поступает.

Капилляры, оплетающие извитые канальцы и петлю Генле.

- Выносящие артериолы капсул нефронов вновь распадаются на сеть капилляров, оплетающих извитые канальцы и петлю Генле. После этого капилляры образуют вены, впадающие в почечную вену. Капилляры, оплетающие извитые канальцы и петлю Генле, служат для реабсорбции из первичной мочи веществ, представляющих ценность для организма.

Мочеточник - трубка длиной около 30 см., начинается от почечной лоханки и достигает мочевого пузыря. Благодаря сокращениям мышечной оболочки мочеточник способен к перистальтическим движениям, которые помогают продвигать капли мочи в мочевой пузырь.

Мочевой пузырь -местилище для мочи, которая периодически выводится из него через мочеиспускательный канал. Емкость мочевого пузыря около 500 см³. Слизистая оболочка пузыря образует складки, которые расправляются при его наполнении. В нижней части пузыря находится внутреннее отверстие мочеиспускательного канала, охваченное кольцевым гладкомышечным сфинктером.

ОБРАЗОВАНИЕ И ВЫДЕЛЕНИЕ МОЧИ (ДИУРЕЗ).

Процесс мочеобразования проходит в нефронах в две стадии: первая - образование первичной мочи и вторая - образование вторичной, или конечной, мочи.

ФАЗЫ ДИУРЕЗА.

Первая фаза диуреза (фильтрация).

- В первую фазу образуется первичная моча путем фильтрации плазмы крови из капилляров мальпигиева клубочка в полость капсулы нефрона (благодаря высокому гидростатическому давлению в капиллярах: 70 – 90 мм рт.ст. выше атмосферного, тогда как в других тканях оно составляет около 30 мм рт.ст.). Резкое снижение кровяного давления ведет к уменьшению выделения мочи. Обычно в почках функционируют не все сосудистые клубочки, а попеременно часть из них. В норме скорость клубочковой фильтрации составляет 125 мл в минуту, т.е. 180 л в сутки (это в 4,5 раза больше общего количества жидкости в организме).
- Первичная моча отличается от плазмы крови отсутствием в ней молекул белков, которые из-за своих размеров не могут пройти через стенку капилляров и капсулы. В ней содержатся продукты распада (мочевина, мочевая кислота и пр.), а также другие составные части плазмы, в том числе и необходимые для организма питательные вещества (аминокислоты, глюкоза, витамины, соли и др.).

Вторая фаза диуреза (реабсорбция) и третья фаза диуреза (секреция).

Первичная моча из капсулы поступает в почечные канальцы, где осуществляется вторая фаза – процесс реабсорбции, вследствие чего образуется вторичная моча. Вторичной, или конечной, называется моча, выводимая из организма наружу. Конечная моча по своему составу отличается от первичной: в ней нет сахара, аминокислот, некоторых солей, однако резко повышена концентрация других веществ, например, мочевины т.е. веществ, подлежащих удалению из организма. Формирование конечной мочи происходит по мере прохождения фильтрата по выводящим канальцам. Клетки, выстилающие стенки извитых канальцев, активно всасывают обратно (реабсорбция) воду, сахар, аминокислоты, витамины и некоторые соли (хлорид натрия). Вещества, всосавшиеся из первичной мочи, поступают в венозную часть капилляров, оплетающих извитые канальцы. Помимо обратного всасывания в канальцах происходит секретирование, т.е. выделение в просвет канальцев некоторых веществ (например,

Анатомия и физиология человека. Выделительная система.

креатинина, лекарственных веществ и др.). Мочевина, креатинин, сульфаты обратно не всасываются. В конечной моче содержится много мочевины (в плазме содержится 0,03% мочевины, а в конечной моче - 2% - в 70 раз больше).

В течение дня человек выделяет 1,5 л мочи. Если взять за основу концентрацию мочевины в конечной моче, то расчеты показывают, что через капсулу должно отфильтроваться и пройти сквозь извилистые канальцы 70 л первичной мочи, чтобы в результате обратного всасывания 69 л в оставшемся 1 л конечной мочи концентрация мочевины была в 70 раз выше ее концентрации в крови. Поскольку конечной мочи образуется 1,5 л, то соответственно первичной мочи должно отфильтроваться 100 л и из них 98,5 л должно всосаться обратно в кровь. Возможность такой фильтрации подтверждается измерениями давления в приносящем и выносящем сосудах, поскольку просвет выносящего сосуда уже просвета приносящего сосуда (1/6 - 1/10). Если считать, что фильтруется примерно 1/6 - 1/10 протекающей крови, то, действительно, первичной мочи должно образоваться 100 л.

Обратное всасывание может происходить пассивно, по принципу диффузии и осмоса, и активно благодаря деятельности эпителия почечных канальцев при участии ферментных систем с затратой энергии (АТФ). Для образования мочи затрачивается очень большое количество энергии (потребление кислорода почками равняется около 1/11 потребления кислорода телом, хотя почки составляют лишь 1/112 массы тела).

Таким образом, в 1 сутки образуется около 1,5 л вторичной мочи. В ней содержатся 95% воды и 5% твердых веществ: мочевина, мочевая кислота, креатинин, соли калия, натрия и др. При воспалительных процессах в почках и при напряженной мышечной работе в моче может появиться белок (в норме моча не содержит белки и глюкозы).

Реабсорбция в деталях:

- По всей длине извитого канальца происходит:
 - активная АТФ-зависимая реабсорбция Na^+ ,
 - пассивный выход Cl^- ,
 - реабсорбция воды (реабсорбируется в постоянном объеме по всей длине канальца. **Вазопрессин** (антидиуретический гормон), выделяемый задней долей гипофиза, стимулирует образование ферментов, увеличивающих проницаемость эпителия канальцев для воды в сторону капилляров. В результате кровь обогащается водой и количество мочи уменьшается (олигурия) или прекращается (анурия). Гормоны передней доли гипофиза резко увеличивают мочеобразование (полиурия). Усиление мочеобразования обуславливает гормон щитовидной железы - тироксин, а адреналин - гормон надпочечников - вызывает уменьшение мочеобразования. Мочевина, кофеин и некоторые другие вещества усиливают образование мочи.
- В проксимальных извитых канальцах 85% первичной мочи реабсорбируется:
 - глюкоза (Увеличение концентрации солей кальция в крови влечет за собой появление сахара в моче, так как нарушается процесс обратного всасывания сахара в извитых канальцах),
 - белок,
 - аминокислоты,
 - Na^+ , K^+ (полностью).
- В дистальных извитых канальцах происходит:

- реабсорбция Na^+ (ввод активируется симпатическими волокнами),
- экскреция K^+ ,
- активная экскреция креатинина,
- реабсорбция сульфатов,
- реабсорбция креатинина,
- реабсорбция мочевины
- регулируемая реабсорбция воды.

Выведение конечной мочи.

Конечная моча поступает из канальцев в малые чашечки, затем - в большие чашечки и почечную лоханку.

По мочеточникам благодаря перистальтике их стенок моча поступает в мочевой пузырь. Растяжение гладкомышечных стенок мочевого пузыря (при увеличении его объема до 200 – 300 мл) приводит к рефлекторному мочеиспусканию.

Непроизвольный центр мочеиспускания находится в пояснично-крестцовой части спинного мозга. Опорожнение мочевого пузыря происходит рефлекторно. Импульсы от рецепторов пузыря направляются к центру мочеиспускания в спинном мозге, а от него по парасимпатическому тазовому нерву - к мышцам пузыря, вызывая их сокращение и одновременное расслабление сфинктеров. На работу центра непроизвольного мочеиспускания оказывает влияние кора головного мозга (в лобных долях больших полушарий головного мозга), продолговатый и средний мозг. Человек может задерживать мочеиспускание или вызвать его, даже если он заполнен не полностью.

Произвольная задержка мочеиспускания отсутствует у новорожденных детей, появляется к 1-му году жизни и закрепляется ко 2-му, когда вырабатывается условный рефлекс задержки мочеиспускания.

Непроизвольное мочеиспускание у детей старшего возраста и у взрослых, а также ночное недержание мочи свидетельствуют о заболевании центральной нервной системы.

Интенсивность мочеобразования колеблется в течение суток: днем ее образуется больше, чем - ночью. При длительной физической нагрузке количество выделяемой мочи снижается. Моча представляет собой прозрачную жидкость светло-желтого цвета, из которой через некоторое время выпадает осадок из солей и слизи. Реакция мочи непостоянна: при питании белковой пищей ее реакция кислая, а при потреблении растительной пищи - реакция мочи нейтральная или даже щелочная. Удельный вес мочи в среднем равен 1 015-1 020. В состав мочи входят вода, продукты распада белков (азотсодержащие вещества), соли. В среднем за сутки с мочой выделяется до 60 г солей. В нормальной моче белка не содержится, если белок появляется в моче, то это говорит о заболевании почек (воспаление или патологические изменения проницаемости стенок капилляров). Белок может появиться в моче и у здоровых людей при большой физической нагрузке. Появление белка в моче называется альбуминурией. Выведение сахара с мочой называется глюкозурией: оно наблюдается у больных диабетом или при большом потреблении сахара. Кровоизлияние в области почек или мочевыводящих органов приводит к появлению крови в моче - гематурии. В норме в моче имеются пигменты - уробилин и урохром, придающие моче характерный цвет. Пигменты мочи образуются в кишечнике и почках из пигментов желчи, которые в свою очередь образуются из продуктов распада гемоглобина.

РЕГУЛЯЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЧЕК.

Регуляция деятельности почек осуществляется нейрогуморальными механизмами.

(Работа почек регулируется нервной системой: почки снабжены волокнами симпатической и парасимпатической вегетативной нервной системы. Центральная нервная система, в частности кора головного мозга, влияет на работу почек нейрогуморальным путем. В нормальных

Анатомия и физиология человека. Выделительная система.

условиях через нервы поступают импульсы, которые изменяют деятельность почек, но одновременно импульсы поступают к гипофизу, вызывая изменение его внутрисекреторной деятельности, что в свою очередь сказывается на работе почек. Влияют на деятельность почек гормоны, которые выделяются железами внутренней секреции в кровь.)

НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ДИУРЕЗА.

Симпатические нервы вызывают:

- сужение сосудов почек, соответственно снижая фильтрацию;
- стимуляцию реабсорбции натрия.

При сильных болевых ощущениях диурез уменьшается или прекращается.

При утомительной работе диурез также прекращается (моторно-рениальный рефлекс).

Парасимпатические (блуждающие) нервы

- расширяют просвет сосудов почек,
- активируют реабсорбцию глюкозы,
- активируют секрецию органических кислот.

ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ДИУРЕЗА.

- Гормон задней доли гипофиза – **вазопрессин** (антидиуретический гормон, АДГ) – усиливает реабсорбцию воды в почечных канальцах и таким образом уменьшает диурез.
- Гормон коры надпочечников **альдостерон** увеличивает реабсорбцию ионов Na^+ и секрецию K^+ и H^+ в канальцах. Таким образом, альдостерон участвует в поддержании постоянства ионного состава крови и имеет жизненно важное значение (после удаления надпочечников наступает смерть).
- **Паратгормон** паращитовидной железы (увеличивает уровень Ca^{2+} в плазме крови) и **кальцитонин** щитовидной железы (уменьшает уровень Ca^{2+} в плазме крови) регулирует выведение почками неорганического фосфора и кальция.
- **Адреналин** увеличивает реабсорбцию Na^+ и воды.
- **Тироксин** уменьшает реабсорбцию воды.
 Ca^{2+} : увеличение концентрации солей кальция в крови влечет за собой появление сахара в моче, так как нарушается процесс обратного всасывания сахара в извитых канальцах.

МЕХАНИЗМЫ НЕЙРОГУМОРАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ДИУРЕЗА.

1. ОСМОРЕЦЕПТОРЫ (рецепторы осмотического давления)

расположены

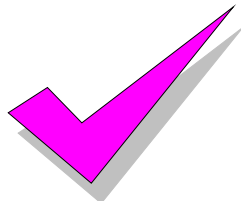
- в подбугровой области головного мозга (промежуточный мозг);
- в сосудах почек, печени и т.д.
- Стимуляция осморецепторов вызывает секрецию вазопрессина гипофизом, что приводит к активации образования гиалуронидазы (фермент, ответственный за реабсорбцию воды из дистальных канальцев нефронов). Таким образом, обратное всасывание воды усиливается.
- Антагонисты вазопрессина - витамин С и гепарин.

2. ВОЛЮМОРЕЦЕПТОРЫ (рецепторы объема) расположены

- в черепе,
- в правом предсердии,
- в артериях.

Анатомия и физиология человека. Выделительная система.

- Растяжение артерий приводит к возбуждению блуждающего нерва в подбугровой области и торможению выработки **вазопрессина**.
- Уменьшение объема крови возбуждает волюморецепторы, импульсы от которых поступают в промежуточный мозг и вызывают выделение в кровь гормона **гломерулотропина**. Гломерулотропин стимулирует образование **альдостерона** в корковом слое надпочечников. Альдостерон вызывает усиление реабсорбции Na^+ в дистальном сегменте нефрона и пассивную реабсорбцию воды.
- Волюморецепторы в тканях при уменьшении количества внеклеточной воды вызывают усиление рефлекторного выделения **альдостерона**, и наоборот.



Требования