

# ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ



- В паренхиме почек выделяется корковое и мозговое вещество. Структурной единицей почки является нефрон.
- В каждой почке около миллиона нефронов. Каждый нефрон состоит сосудистого клубочка, находящегося в капсуле шумлянско-боумена, и почечного канальца. К капиллярам клубочка подходит приносящая артериола, а от него отходит выносящая. Диаметр приносящей больше, чем выносящей.
- Клубочки расположенные в корковом слое относятся к корковым, а в глубине почек - юкстамедуллярными. От капсулы шумлянско-боумена отходит проксимальный извитой каналец, переходящий в петлю генле. В свою очередь она переходит в дистальный извитой мочевой каналец, который открывается в собирательную трубочку

# КЛУБОЧКОВАЯ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯ.

- Образование мочи происходит с помощью нескольких механизмов:
- **Клубочковая ультрафильтрация.** Находящийся в полости капсулы капиллярный клубочек состоит из 20-40 капиллярных петель. Фильтрация происходит через слой эндотелия капилляра, базальную мембрану и внутренний слой эпителия капсулы. Главная роль принадлежит базальной мембране. Она представляет собой сеть, образованную тонкими коллагеновыми волокнами, которые играют роль молекулярного сита.
- Ультрафильтрация осуществляется благодаря высокому давлению крови в капиллярах клубочка - 70-80 мм. Рт.Ст. Его большая величина обусловлена разностью диаметра приносящей и выносящей артериол. В полость капсулы фильтруется плазма крови со всеми растворенными в ней низкомолекулярными веществами, в том числе низкомолекулярными белками.
- В физиологических условиях не фильтруются крупные белки и другие большие коллоидные частицы плазмы. Остающиеся в плазме белки создают онкотическое давление 25-30 мм.Рт.Ст., которое удерживает часть воды от фильтрации в полость капсулы.



# КАНАЛЬЦЕВАЯ РЕАБСОРБЦИЯ.

- Вся образующаяся первичная моча поступает в канальцы и петлю Генле, где подвергается реабсорбции 178 л воды и растворенных в ней веществ. Вместе с водой в кровь возвращаются не все они. По способности к реабсорбции все вещества первичной мочи делятся на три группы:
- 1. Пороговые. В норме они реабсорбируются полностью. Это глюкоза, аминокислоты;
- 2. Низкопороговые. Реабсорбируются частично. Например мочевины;
- 3. Непороговые. Они не реабсорбируются. Креатинин, сульфаты.
- Последние 2 группы создают осмотическое давление и обеспечивают канальцевый диурез, т.е. Сохранение определенного количества мочи в канальцах. Реабсорбция глюкозы и аминокислот происходит в проксимальном извитом канальце и осуществляется с помощью транспортной системы сопряженной с натрием.

# КАНАЛЬЦЕВАЯ СЕКРЕЦИЯ И ЭКСКРЕЦИЯ.

- Они происходят в проксимальном участке канальцев. Это транспорт в мочу из крови и клеток эпителия канальцев веществ, которые не могут фильтроваться. Активная секреция осуществляется тремя транспортными системами. **Первая транспортирует органические кислоты, например парааминогиппуровую. Вторая органические основания. Третья этилендиаминтетраацетат (ЭДТА).**
- Экскреция слабых кислот и оснований происходит с помощью неионной диффузии. Это их перенос в недиссоциированном состоянии. Для осуществления экскреции слабых кислот необходимо, чтобы реакция канальцевой мочи была щелочной, а для выведения щелочей кислой. В этих условиях они находятся в недиссоциированном состоянии и скорость их выделения возрастает. Таким путем секретруются протоны и катионы аммония.

# НОРМАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЧИ.

- Суточный диурез составляет 1,5-2 л. Конечная моча имеет слабокислую реакцию с  $\text{pH}=5,0-7,0$ . Удельный вес не менее 1,018. Белка не более 0,033 г/л. Сахар, кетоновые тела, уробилин, билирубин отсутствуют. Эритроциты, лейкоциты, эпителий единичные клетки в поле зрения. Цилиндрический эпителий 1. Бактерий не более 50.000 в 1 мл.

# РЕГУЛЯЦИЯ МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ

- Почки имеют высокую способность к саморегуляции. Чем ниже осмотическое давление крови, тем выраженные процессы фильтрации и слабее реабсорбция и наоборот. Нервная регуляция осуществляется посредством симпатических нервов, иннервирующих почечные артериолы. При их возбуждении суживаются выносящие артериолы, кровяное давление в капиллярах клубочков, а как следствие эффективное фильтрационное давление, растут, клубочковая фильтрация ускоряется. Также симпатические нервы усиливают реабсорбцию глюкозы, натрия и воды.



# РЕГУЛЯЦИЯ МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ

- Гуморальная регуляция осуществляется группой факторов.
- **1. Антидиуретический гормон (АДГ).** Он начинает выделяться из задней доли гипофиза при повышении осмотического давления крови и возбуждения осморцепторных нейронов гипоталамуса. АДГ взаимодействует с рецепторами эпителия собирательных трубочек и увеличивает проницаемость эпителия дистальных канальцев и собирательных трубочек для воды. В результате реабсорбция воды возрастает и она сохраняется в сосудистом русле.
- **2. Альдостерон.** Увеличивает реабсорбцию натрия, но одновременно выведения калия и протонов в канальцах. В результате возрастает содержание калия и протонов в моче. При недостатке альдостерона организм теряет натрий и воду.



# РЕГУЛЯЦИЯ МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ

- **3. Натрийуретический гормон** или атриопептид. Образуется в основном в левом предсердии при его растяжении, а также в передней доле гипофиза и хромоаффинных клетках надпочечников. Он усиливает фильтрацию, снижает реабсорбцию натрия. В результате возрастают выведение натрия и хлора почками, повышает суточный диурез.
- **4. Паратгормон и кальцитонин.** Паратгормон усиливает реабсорбцию кальция, магния и снижает обратное всасывание фосфата. Кальцитонин уменьшает реабсорбцию этих ионов.

# РЕГУЛЯЦИЯ МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ

- **5. Ренин-ангиотензин-альдостероновая система.** Ренин это протеаза, которая вырабатывается юкстагломерулярными клетками артериол почек. Под влиянием ренина от белка плазмы крови 2-глобулина-ангиотензина отщепляется ангиотензин I. Затем ангиотензин I превращается ренином в ангиотензин II. Это самое сильное сосудосуживающее вещество. Образование и выделение ренина почками вызывают следующие факторы:
  - А) понижение артериального давления;
  - Б) снижение объема циркулирующей крови;
  - В) при возбуждении симпатических нервов, иннервирующих сосуды почек.

# РЕГУЛЯЦИЯ МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ

- Под влиянием ренина суживаются артериолы почек и уменьшается проницаемость стенки капилляров клубочка. В результате скорость фильтрации снижается. Одновременно ангиотензин II стимулирует выделение альдостерона надпочечниками. Альдостерон усиливает канальцевую реабсорбцию натрия и реабсорбцию воды. Происходит задержка воды и натрия в организме. Действие ангиотензина сопровождается усилением синтеза антидиуретического гормона гипофиза. Увеличение воды и хлорида натрия в сосудистом русле, при прежнем содержании белков плазмы, приводит к выходу воды в ткани. Развиваются почечные отеки. Это происходит на фоне повышенного артериального давления



# РЕГУЛЯЦИЯ МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ

- **6. Калликреин-кининовая система.** Является антагонистом ренин-ангиотензиновой. При снижении почечного кровотока в эпителии дистальных канальцев начинает вырабатываться фермент калликреин. Он переводит неактивные белки плазмы кининогены в активные кинины. В частности брадикинин. Кинины расширяют почечные сосуды, увеличивают скорость клубочковой ультрафильтрации и уменьшают интенсивность процессов реабсорбции. Диурез возрастает.
- **7. Простагландины.** Они синтезируются в мозговом веществе почек и стимулируют выведение натрия и воды.

# НАРУШЕНИЕ ФУНКЦИИ ПОЧЕК.

- Нарушения экскреторной функции почек возникают при острой или хронической почечной недостаточности. В крови накапливаются азотсодержащие продукты обмена - мочевая кислота, мочеви́на, креатинин. Повышается содержания в ней калия и снижается натрия. Возникает ацидоз. Это происходит на фоне повышения артериального давления, отеков и снижения суточного диуреза. Конечным итогом почечной недостаточности является уремия. Одним из ее проявлений является прекращение мочеобразования - анурия

# НЕВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ ПОЧЕК

- **РЕГУЛЯЦИЯ ПОСТОЯНСТВА ИОННОГО СОСТАВА И ОБЪЕМА МЕЖКЛЕТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ ОРГАНИЗМА.**
- Базисным механизмом регуляции объема крови и межклеточной жидкости является изменение содержания натрия. При увеличении его количества в крови увеличивается прием воды и происходит ее задержка в организме. Т.Е. Наблюдается положительный натриевый и водный баланс. В этом случае изотоничность жидких сред организма сохраняется. При низком содержании хлорида натрия в рационе выведение натрия из организма преобладает, т.Е. Имеет место отрицательный натриевый баланс. Но благодаря почкам устанавливается и отрицательный водный баланс и выведение воды начинает превышать ее потребление. В этих случаях через 2-3 недели устанавливается новый натрий-водный баланс.



# НЕВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ ПОЧЕК

- При увеличении объема циркулирующей крови (ОЦК) или гиперволемии повышается артериальное и эффективное фильтрационное давление. Одновременно в предсердиях начинает выделяться натрийуретический гормон. В результате выведение натрия и воды почками возрастает.
- При снижении объема циркулирующей крови или гиповолемии артериальное давление падает. Уменьшается эффективное фильтрационное давление и включается ряд дополнительных механизмов, обеспечивающих сохранение натрия и воды в организме. В сосудах печени, почек, сердца и каротидных синусах имеются периферические осморецепторы, а в гипоталамусе осморецепторные нейроны. Они реагируют на изменение осмотического давления крови. Импульсы от них идут в центр осморегуляции, находящийся в области супраоптического и паравентрикулярного ядер. Активируется симпатическая нервная система. Сосуды, в том числе и почек, суживаются

# НЕВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ ПОЧЕК

- Одновременно начинается образование и выделение гипофизом антидиуретического гормона. Выделяющиеся надпочечниками адреналин и норадреналин также суживают приносящие артериолы. В результате фильтрация в почках уменьшается, а реабсорбция усиливается. Одновременно активируется ренин-ангиотензиновая система. В этот же период развивается чувство жажды. Соотношение содержания ионов натрия и калия регулируется минералокортикоидами, кальция и фосфора паргормоном и кальцитонином.

# НЕВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ ПОЧЕК

- **2. Участие в регуляции системного артериального давления.** Они осуществляют эту функцию посредством поддержания постоянства объема циркулирующей крови, а также ренин-ангиотензиновой и калликреин-кининовой систем.
- **3. Поддержание кислотно-щелочного равновесия.** При сдвиге реакции крови в кислую сторону в канальцах выводятся анионы кислот и протоны, но одновременно реабсорбируются ионы натрия и гидрокарбонат анионы. При алкалозе выводятся катионы щелочей и гидрокарбонат анионы.
- **4. Регуляция кроветворения.** В них вырабатываются эритропоэтин. Выработку эритропоэтина стимулирует низкое напряжение кислорода в крови.



# МОЧЕВЫВЕДЕНИЕ

- Моча постоянно вырабатывается в почках и по собирательным трубочкам поступает в лоханки, а затем мочеточникам в мочевой пузырь. Скорость наполнения пузыря около 50 мл/час. В это время, **называемое периодом наполнения**, мочеиспускание или затруднено или невозможно. Когда в пузыре накапливается 200-300 мл мочи возникает **рефлекс мочеиспускания**. В стенке пузыря имеются рецепторы растяжения. Они возбуждаются и импульсы от них по афферентным волокнам тазовых парасимпатических нервов поступают в центр мочеиспускания. Он расположен во 2-4 крестцовых сегментах спинного мозга. От центра мочеиспускания импульсы поступают в таламус, а затем кору. Возникают позывы на мочеиспускание и начинается период опорожнения пузыря.

# МОЧЕВЫВЕДЕНИЕ

- От центра мочеиспускания, по эфферентным парасимпатическим тазовым нервам, начинают поступать импульсы к гладким мышцам стенки пузыря. Они сокращаются и давление в пузыре растет. В основании пузыря эти мышцы образуют внутренний сфинктер. Благодаря особому направлению гладко-мышечных волокон в нем, их сокращение приводит к пассивному раскрытию сфинктера. Одновременно открывается наружный мочиспучкательный сфинктер, образованный поперечнополосатыми мышцами промежности. Они иннервируются ветвями срамного нерва. Пузырь опорожняется. С помощью коры регулируется начало и течение процесса мочеиспускания. В то же время может наблюдаться психогенное недержание мочи. При накоплении в пузыре более 500 мл мочи может возникать защитная реакция -невроизвольное мочеиспускание. Нарушения - циститы, задержка мочи.