

№ 100. per. E. 0376
а. р. т. 9888

В

№2`2010г (165)

МЕДИЦИНСКИЙ

С

Учебный журнал для студентов и врачей

Т

В НОМЕРЕ:

Н

И

**ФИЗИОЛОГИЯ
МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ
СИСТЕМЫ**

Р



Министерство здравоохранения Российской Федерации
Уральская государственная медицинская академия

Е. И. Зерчанинова

ФИЗИОЛОГИЯ МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Учебное пособие по нормальной физиологии
(для студентов всех факультетов медицинской академии)

УДК 612.46(075.8)

ББК 28.91я73

3-58

Зерчанинова Е.И. **Физиология мочевыделительной системы**
// Медицинский Вестник. -2010. -№2. -56 с.

В пособии представлена основная информация о строении и функционировании мочевыделительной системы организма. Освещены современные представления о нейрогуморальной регуляции процессов мочеобразования и мочевыделения. Рассмотрены основные группы методов исследования функции почек. Пособие предназначено для студентов медицинских институтов и медицинских факультетов университетов.

*Под редакцией зав. кафедрой нормальной физиологии
УГМА, профессора д.б.н. В. И. Банькова*

Рецензент:

профессор кафедры патологической физиологии, доктор медицинских наук А. В. Осипенко

**Утверждено на заседании кафедры нормальной физиологии
УГМА**

**Рекомендовано к изданию Центральным Методическим
Советом УГМА.**

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИОЛОГИЯ МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	5
<i>Мочевые органы.....</i>	<i>6</i>
Почки.....	6
Нефрон.....	10
Кровоснабжение почек	15
Юкстагломерулярный аппарат.....	15
Почечная чашка. Лоханка. Мочеточники.....	16
<i>Механизм образования и выведения мочи.....</i>	<i>16</i>
Механизмы мочеобразования	17
Клубочковая фильтрация.....	17
Канальцевая реабсорбция	20
Канальцевая секреция.....	27
<i>Количество, состав и свойства мочи</i>	<i>28</i>
<i>Выведение мочи.....</i>	<i>28</i>
<i>Нейрогуморальная регуляция деятельности почек.....</i>	<i>29</i>
Нервная регуляция	29
Гуморальная регуляция.....	30
<i>Методы количественной оценки форменных элементов в моче.....</i>	<i>33</i>
Проба Каковского - Аддиса	33
Проба Нечипоренко	34
Проба трех (двух-)сосудов	36
<i>Методы определения способности почек к осмотическому разведению и концентрированию мочи.....</i>	<i>37</i>
Проба по Зимницкому.....	37
Проба на разведение мочи	39
Проба на концентрирование мочи.....	40
<i>Методы определения парциальных функций почек.....</i>	<i>40</i>
Скорость клубочковой фильтрации.....	41
Определение канальцевой реабсорбции	42
Секреторная функция почек.....	42
Эффективный почечный плазматок и кровоток	42
ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ.....	44

ФИЗИОЛОГИЯ МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

В процессе жизнедеятельности в организме человека образуется значительные количества продуктов обмена, которые уже не используются клетками и должны быть удалены из организма.

Кроме того, организм должен быть освобожден от токсичных и чужеродных веществ, избытка воды, солей, лекарственных препаратов.

Органы, выполняющие выделительные функции, называются **выделительными** или **экскреторными**. К ним относят:

- органы пищеварения
- легкие
- кожа
- мочевыделительная система.

Главное их назначение - поддержание постоянства внутренней среды организма. Сдвиг функционального состояния одного из органов выделения приводит к изменению активности другого. Нарушение процессов выделения неизбежно ведет к появлению патологических сдвигов гомеостаза вплоть до гибели организма.

Легкие и верхние дыхательные пути

Удаляют из организма углекислый газ и воду. Через легкие выделяется большое количество ароматических веществ, как например, эфир, хлороформ при наркозе, сивушные масла при алкогольном опьянении. При нарушении выделительной функции почек через слизистую оболочку верхних дыхательных путей начинает выделяться мочевина, которая, разлагаясь определяет соответствующий запах аммиака изо рта. Слизистая оболочка верхних дыхательных путей способна выделять йод из крови.

Печень и желудочно-кишечный тракт

Выводят с желчью из организма ряд конечных продуктов обмена гемоглобина и других порфиринов в виде желчных пигментов, конечные продукты обмена холестерина в виде желчных кислот. В составе желчи из организма экскретируются также лекарственные препараты, например антибиотики.

Желудочно-кишечный тракт выделяет: продукты распада пищевых веществ, воду, вещества, поступившие с пищеварительными соками и желчью; соли тяжелых металлов, лекарственные препараты и ядовитые вещества (морфий, хинин, салицилаты, ртуть, йод); красители, используемые для диагностики заболеваний желудка (метиленовый синий, или конгорот).

Кожа

Кожа осуществляет выделительную функцию за счет деятельности *потовых* и в меньшей степени *сальных желез*. Потовые железы удаляют из организма: воду, мочевину, мочевую кислоту, креатинин, молочную кислоту, соли щелочных металлов, особенно натрия; органические вещества, летучие жирные кислоты, микроэлементы, пепсиноген, амилазу, щелочную фосфатазу.

Роль потовых желез в удалении продуктов белкового обмена возрастает при заболеваниях почек, особенно при острой почечной недостаточности.

С секретом *сальных желез* из организма выделяются свободные жирные и неомыляемые кислоты, продукты обмена половых гормонов.

Органы мочевой системы и половой системы объединяют в мочеполовой аппарат, так как они тесно связаны друг с другом в процессе развития, а анатомически имеют общие выводные протоки.

МОЧЕВЫЕ ОРГАНЫ

К *мочевым органам* относятся:

- почки - происходит образование мочи;
- мочеточники,
- мочевой пузырь и
- мочеиспускательный канал - предназначены для накопления и выведения мочи из организма.

Моча - жидкость, выводимая из организма и содержащая соединения, образующиеся в результате обмена веществ, которые не могут подвергаться дальнейшим превращениям в организме (мочевина, мочевая кислота, фенолы и др. вещества).

Почки

Почки являются основным органом выделения. Они выполняют в организме различные функции, одни из них прямо или косвенно связаны с процессами выделения, а другие не имеют такой связи.

Функции почек:

1. **Выделительная** или **экскреторная** функция. Почки удаляют из организма избыток воды, неорганических и органических веществ, продукты азотистого обмена и чужеродные вещества: мочевину, мочевую кислоту, креатинин, аммиак, лекарственные препараты.
2. Регуляция водного баланса и объема крови, внеклеточной и внутриклеточной жидкости (**волюморегуляция**) за счет изменения объема выводимой с мочой воды.
3. Регуляция постоянства осмотического давления жидкостей внутренней среды путем изменения количества выводимых осмотически активных веществ: солей, мочевины, глюкозы (**осморегуляция**).
4. Регуляция ионного состава жидкостей внутренней среды и ионного баланса организма путем избирательного изменения экскреции ионов с мочой (**ионная регуляция**).
5. Регуляция **кислотно-основного состояния** путем экскреции водородных ионов, нелетучих кислот и оснований.
6. **Образование и выделение в кровоток физиологически активных веществ**: ренина, эритропоэтина, активной формы витамина Д, простагландинов, брадикининов, урокиназы. За счет этих биологически активных веществ осуществляются следующие регуляторные влияния:
 - **регуляция уровня артериального давления** путем внутренней секреции ренина, веществ депрессорного действия, экскреции натрия и воды, изменения объема циркулирующей крови.
 - **регуляция эритропоэза** за счет образования гуморального регулятора эритрона - эритропоэтина.
 - **регуляция гемостаза** за счет образования гуморальных регуляторов свертывания крови и фибринолиза - урокиназы, тромбопластина, тромбоксана, а также участия в обмене физиологического антикоагулянта гепарина.
7. **Метаболическая функция** - участие в обмене белков, липидов и углеводов.
8. **Защитная функция** - удаление из внутренней среды организма чужеродных, токсических веществ.

Почка - парный паренхиматозный орган, имеет бобовидную форму, масса 120 - 200 г. Располагаются на задней брюшной стенке по бокам от позвоночника на уровне от XII грудного до I-II поясничных позвонков. Правая почка находится чуть ниже, чем левая и граничит с печенью, двенадцатиперстной кишкой и правым изгибом ободочной кишки. Левая почка прилежит к желудку, селезенке, хвосту поджелудочной железы, нисходящей ободочной кишке (рис. 1).

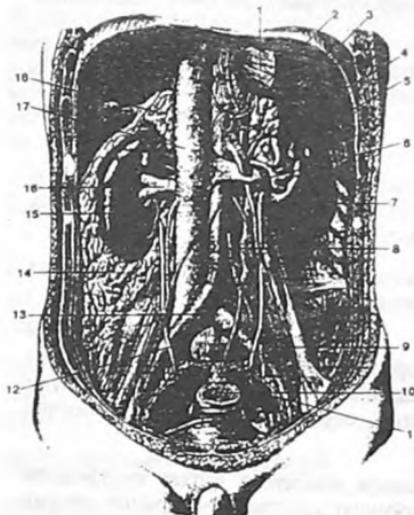


Рисунок 1. Положение почек и мочеточников на задней брюшной стенке, Органы пищеварения и брюшина удалены (по М.Р. Сапину и Д.Б. Никитюк, 2002). 1 - пищевод (отрезан); 2 - чревный ствол (отрезан); 3 - левый надпочечник; 4 - верхняя брыжеечная артерия (отрезана); 5 - почка (левая); 6 - левая почечная вена; 7 - левый мочеточник; 8 - аорта (брюшная часть); 9 - левая общая подвздошная артерия; 10 - прямая кишка; 11 - брюшина; 12 - правый мочеточник; 13 - правая общая подвздошная артерия; 14 - околопочечная забрюшинная клетчатка (жировая ткань); 15 - правая почка; 16 - правая почечная вена; 17 - нижняя полая вена; 18 - правый надпочечник

У почки выделяют **2 поверхности**:

- переднюю
- заднюю

2 края:

- латеральный (выпуклый)
- медиальный (вогнутый)

и **2 конца**:

- верхний
- нижний.

К верхнему, более толстому концу каждой почки прилежит надпочечник (железа внутренней секреции).

На медиальном крае находится углубление - почечные ворота, которые ведут в почечную пазуху. Через ворота в почку **входят**:

- артерии
- нервы

выходят:

- почечная вена
- лимфатические сосуды.

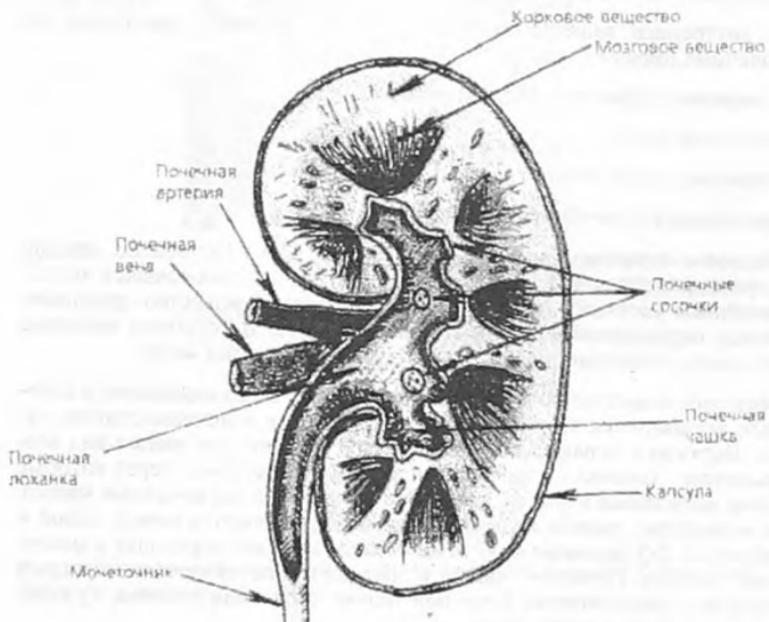


Рисунок 2. Внутреннее строение почки (по Г.Е. Ройтберг, А.В. Струтынский. Лаб. и инстр. диагн-ка забол. вн. органов, 1999)

В почечной пазухе располагаются:

- большие и малые чашки
- почечная лоханка
- жировая ткань.

Снаружи почка покрыта плотной **фиброзной капсулой**, плотно прилегающей к ее паренхиме. Кнаружи от фиброзной расположена **жировая капсула**, представляющая скопление жировых отложений. Почка с жировой капсулой окружена **почечной фасцией**, которая фиксирует почку к позвоночному столбу. В сохранении нормального положения почки помимо ее оболочек играют роль сосуды, проходящие в ворота почки, и внутрибрюшное давление.

На разрезе почки различают (рис. 2):

1. наружное вещество - более светлое, корковое, образует слой толщиной 4-5мм;
2. внутреннее вещество - более темное, мозговое, состоящее из почечных пирамид.

В **корковом веществе** располагаются:

почечные тельца

проксимальный извитой отдел почечных канальцев

дистальный извитой отдел почечных канальцев

Мозговое вещество имеет вид 7-10 пирамид. Основание каждой пирамиды направлено к корковому веществу, а суживающаяся часть - **почечный сосочек** - к малой чашке. Корковое вещество проникает между пирамидами в виде **почечных столбов**. В корковом веществе находятся почечные тельца, где образуется первичная моча.

Мозговое вещество построено преимущественно из канальцев, в которых формируется вторичная моча, оттекающая в мочевыводящие пути. Верхушки пирамид обращены к почечной пазухе; имеют вид возвышения - сосочка - с многочисленными отверстиями, через которые моча выделяется в **малые почечные чашки**. Малые почечные чашки, в количестве, равном количеству пирамид, сливаются между собой и образуют 2-3 **большие почечные чашки**, которые переходят в почечную лоханку. Почечные чашки и лоханка являются мочевыводящими путями и расположены почечной пазухе. Почечная лоханка, суживаясь, переходит в мочеточник.

НЕФРОН

Структурно-функциональной единицей почки является **нефрон**. Нефрон - это почечная капсула и система почечных канальцев, длина которых у 1 нефрона 50-55 мм (рис. 3). В каждой почке 1-1,2 миллиона нефронов. В норме существует определенная периодичность функционирования нефронов: не все нефроны функционируют одновременно, одни из них работают другие - нет. В этом проявляется принцип функциональной избыточности, дублирования.

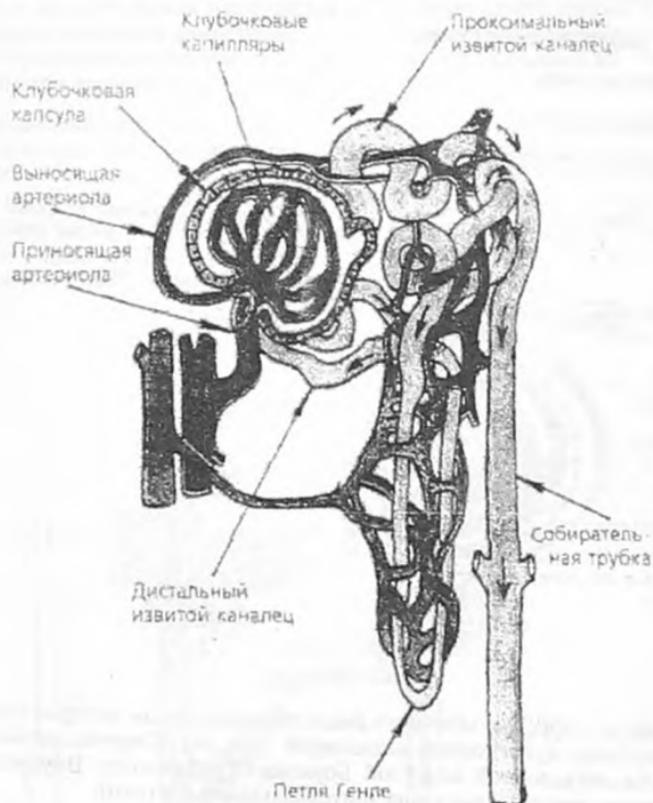


Рисунок 3. Кровоснабжение коркового нефрона (по Г.Е. Ройтберг, А.В. Струтынский. Лаб. и инстр. диагн-ка забол. вн. органов, 1999)

Нефрон состоит из нескольких последовательно соединенных отделов: клубочка капилляров, капсулы и почечного канальца. Клубочек 20-40 капилляров представляет собой разветвление приносящего сосуда, собирающихся в выносящий сосуд.

Капсула с сосудистым клубочком образует **почечное тельце**.

У нефрона выделяют:

1. капсула клубочка
2. проксимальный отдел (извитой) канальца нефрона

3. петля нефрона (петля Генле):

- восходящая часть

- нисходящая часть

4. дистальный отдел (извитой) канальца нефрона.



Рисунок 4. Строение и кровоснабжение мальпигиева клубочка (по А.В.Коробкову, С.А.Чесноковой, 1986)

Начинается нефрон с почечного (мальпигиева) тельца, которое содержит клубочек кровеносных капилляров (рис. 4). Снаружи клубочки покрыты двухслойной капсулой Боумэна-Шумлянского. Внутренняя поверхность капсулы выстлана эпителиальными клетками.

Пространство, находящееся между 2 слоями капсулы, образует как бы воронку, которая сообщается с просветом канальца. Образующаяся в почечных тельцах первичная моча по мере продвижения по канальцам нефрона концентрируется и выводится из почки.

Наружный листок капсулы состоит из базальной мембраны, покрытой кубическими эпителиальными клетками, переходящими в эпителий канальцев. Между 2 листками капсулы, расположенными в виде чаши, имеется щель или полость капсулы, переходящая в просвет проксимального отдела канальцев.

Проксимальный отдел канальцев начинается извитой частью, которая переходит в прямую часть канальца. Клетки проксимального отдела имеют щеточную каемку из микроворсинок, обращенных в просвет канальца.

Затем следует тонкая нисходящая часть петли Генле, стенка которой покрыта плоскими эпителиальными клетками. Нисходящий отдел петли опускается в мозговое вещество почки, поворачивает на 180 и переходит в восходящую часть петли нефрона.

Дистальный отдел канальцев состоит из восходящей части петли Генле и может иметь тонкую и всегда включает толстую восходящую часть. Этот отдел поднимается до уровня клубочка своего же нефрона, где начинается дистальный извитой каналец. Этот отдел канальца располагается в корковом веществе почки и обязательно соприкасается с полюсом клубочка между приносящей и выносящей артериолами в области плотного пятна.

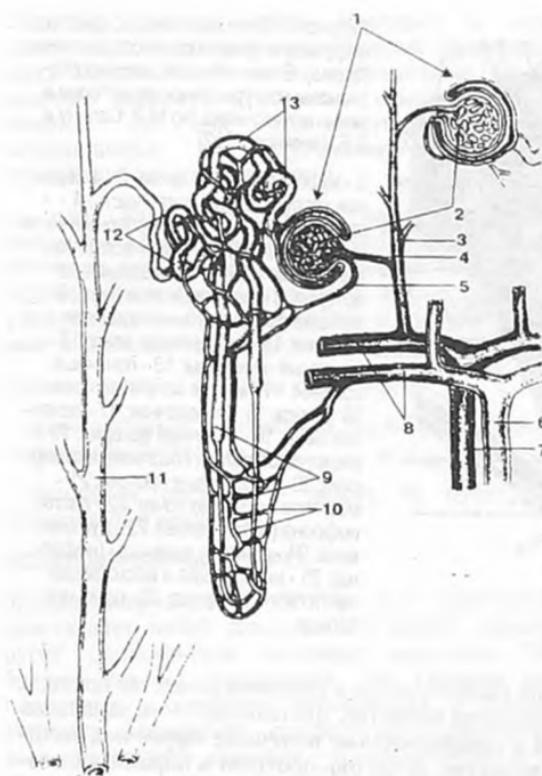


Рисунок 5. Строение и кровоснабжение нефрона (по А.В.Коробкову, С.А.Чесноковой, 1986).

- 1 - почечные (мальпигиевы) тельца, 2 - клубочек (капиллярный) почечного тельца, 3 - междольковая артерия, 4 - приносящая клубочковая артериола, 5 - выносящая клубочковая артериола, 6 - междольковая вена, 7 - междольковая артерия, 8 - дуговые артерия и вена, 9 - перитубулярная капиллярная сеть, 10 - петля нефрона (петля Генле), 11 - собирательная почечная трубочка, 12 - дистальная (извитая) часть канальца нефрона, 13 - проксимальная (извитая) часть канальца нефрона.

Дистальные извитые канальцы через короткий связующий отдел впадают в коре почек в собирательные трубочки. Собирательные трубочки опускаются из коркового вещества почки вглубь мозгового вещества

ва, сливаются в выводные протоки и открываются в полости почечной лоханки. Почечные лоханки открываются в мочеточники, которые впадают в мочевой пузырь.

По особенностям локализации клубочков в коре почек, строения канальцев и особенностям кровоснабжения различают 3 типа нефронов:

- суперфициальные (поверхностные)
- интракортикальные
- юкстамедуллярные.

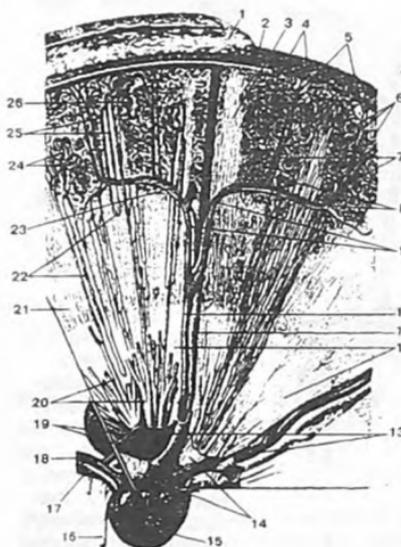


Рисунок 6. Почечные тельца; канальцы нефронов и кровеносные сосуды почки (схема). В нижней части рисунка обозначены контуры почки, ее артерии и вены, мочеточника (по М.Р. Салину и Д.Б. Никитюк, 2002).

- 1 - жировая капсула почки; 2 - фиброзная капсула; 3 - лучистая часть; 4 - звездчатая вена; 5 - капсулярные ветви (артериальные); 6 - клубочковые капиллярные сети; 7 - междольковые артерии; 8 - междольковые вены; 9 - дуговые артерии; 10 - междольковая артерия; 11 - междольковая вена; 12 - почечные пирамиды; 13 - почечные сосочки; 14 - малые почечные чашки; 15 - почка; 16 - мочеточник; 17 - почечная вена; 18 - почечная артерия; 19 - решетчатое поле и сосочковые отверстия; 20 - сосочковые протоки; 21 - мозговое вещество почки; 22 - петля нефрона (петля Генле); 23 - дуговая вена; 24 - извитые канальцы (нефрона); 25 - нисходящая и восходящая части петли нефрона; 26 - почечное тельце.

Клубочки всех нефронов располагаются в корковом веществе почки, а их петли находятся в мозговом веществе. Дистальные части канальцев нефронов открываются в **собирательные почечные трубочки**, начинающиеся в корковом веществе, затем они проходят в пирамидах мозгового вещества, впадают в короткие **сосочковые протоки**, которые открываются в малые почечные чашки.

Между внутренней и наружной стенками находится *полость капсулы*, которая продолжается в каналцы нефрона. Внутренняя стенка капсулы прочно сращена с капиллярами сосудистого клубочка.

Таким образом, между кровью капилляров и просветом капсулы клубочка находятся 2 сросшиеся стенки; из крови в просвет капсулы клубочков происходит фильтрация жидкости - *первичной мочи*.

КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ ПОЧЕК

Строение и функции нефронов тесно связаны с особенностями организации кровеносного русла почек. *Почечная артерия*, войдя в ворота почки, разветвляется и ее *междольевые артерии* проходят в почечных столбах между пирамидами мозгового вещества (рис. 6).

Дойдя до границы между мозговым и корковым веществом, междольевые артерии отдают *дуговые артерии*, располагающиеся между корковым и мозговым веществом. От дуговых артерий в корковое вещество отходят многочисленные *междольковые артерии*, от них ответвляются *приносящие артериолы*, распадающиеся на *клубочковые кровеносные капилляры*, окруженные капсулой клубочка.

Из этих капилляров берет начало *выносящая клубочковая артериола*, которая выйдя из почечного тельца, вновь распадается на капилляры (*вторичные*), оплетающие каналцы нефрона. Из этой вторичной сети кровь оттекает в вены, которые продолжают в *междольковые вены*, впадающие в *дуговые* и далее в *междольевые вены*: они сливаются и укрупняются, образуют *почечную вену*.

В почке имеется 2 системы капилляров:

1. *артериальный сосудистый клубочек* - располагается между 2 артериолами: *чудесная сеть*.
2. *типичная система* - лежит на путях между выносящими артериолами и венами.

ЮКСТАГЛОМЕРУЛЯРНЫЙ АППАРАТ

Юкстагломерулярный (ЮГА) или околоклубочковый, аппарат представляет собой совокупность клеток, синтезирующих ренин и другие биологически активные вещества. Морфологически он образует как бы треугольник, две стороны которого составляют подходящая к клубочку афферентная и выходящая эфферентная артериолы, а основание - специализированный участок стенки извитой части дистального каналца - плотное пятно. В состав ЮГА входят гранулярные клетки (юкстагломерулярные), расположенные на внутренней поверхности афферентной артериолы, клетки плотного пятна и специализированные клетки (юкставаскулярные),

расположенные между приносящей и выносящей артериолами и плотным пятном.

Почечная чашка. Лоханна. Мочеточники.

Из нефронов через сосочковые протоки моча поступает в малые почечные чашки. Количество их в 1 почке от 5 до 15. В полость малых почечных чашек вдаются верхушки почечных сосочков. Иногда в 1 малую чашку обращены верхушки 2-х или 3-х сосочков; при этом малая почечная чашка охватывает сосочки со всех сторон, образуя над его верхушкой *свод*.

В стенках свода имеются гладкомышечные клетки, образуют сжиматель свода. Комплекс структур свода, включающих сжиматель, соединительную ткань, нервы, кровеносные и лимфатические сосуды рассматриваются как *форникальный аппарат почки*. Он играет важную роль в процессе выделения мочи и препятствует ее обратному току в мочевые каналы.

Несколько малых почечных чашек открываются в одну большую чашку, которых у человека 2 - 3. Большие почечные чашки, сливаясь друг с другом, образуют одну общую полость - *почечную лоханку*.

Стенки почечных чашек, лоханки состоят из:

- слизистой (переходный эпителий)
- мышечной
- адвентициальной оболочек.

Мочеточник - цилиндрическая трубка. Различают брюшную и тазовую части, а также внутривенечную, косо прободает стенку мочевого пузыря.

Мочевой пузырь - резервуар мочи. У взрослого человека лежит в малом тазу позади лобкового симфиза. Вместимость до 500 мл. Выделяют 3 отдела:

- верхушка
- тело
- дно.

Нижний отдел, суживаясь, переходит в мочеиспускательный канал. Отверстия мочеточников - места их впадения в мочевой пузырь.

МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ И ВЫВЕДЕНИЯ МОЧИ

В течение суток человек потребляет около 2,5 л воды, в том числе 1,5 л в жидком виде и около 650 мл с твердой пищей. В организме, в процессе распада белков, жиров и углеводов, образуется еще около 400 мл воды. Из организма вода выводится главным образом через почки: 1,5 л в сутки; а также через легкие, кожу и частично с калом.

МЕХАНИЗМЫ МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ

Мочеобразование осуществляется за счет 3 последовательных процессов:

1. **клубочковой фильтрации** (ультрафильтрации) воды и низкомолекулярных компонентов из плазмы крови в капсулу почечного клубочка с образованием первичной мочи;
2. **канальцевой реабсорбции** - процесса обратного всасывания профильтровавшихся веществ и воды из первичной мочи в кровь;
3. **канальцевой секреции** - процесса переноса из крови в просвет канальцев ионов и органических веществ;

- лекарств

- креатинина

- аммиака

- протонов водорода.

КЛУБОЧКОВАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ.

Механизм образования первичной мочи.

В почечных тельцах (клубочек с капсулой) происходит фильтрация плазмы крови из капилляров клубочков в полость капсулы нефрона.

Фильтрация - это процесс прохождения воды и растворенных в ней веществ под действием разности давления по обе стороны мембраны.

За сутки образуется 150-180 л первичной мочи.

Кроме продуктов распада (мочевина, мочевая кислота) имеются все составные части плазмы крови за исключением белков: аминокислоты, глюкоза, витамины, соли.

Состав первичной мочи впервые был исследован Ричардсом, который получил мочу непосредственно из капсулы почечного тельца, путем введения микропипетки в полость капсулы и установил, что **первичная моча** - это **плазма, лишенная белка**.

Фильтрация воды и низкомолекулярных компонентов из плазмы крови в полость капсулы проходит через клубочковый (гломерулярный) фильтр.

Гломерулярный фильтр имеет 3 слоя:

1. эндотелиальные клетки капилляров
2. базальная мембрана
3. эпителий висцерального листка капсулы, или подоциты.

Эндотелий капилляров имеет поры диаметром 50-100 нм, что ограничивает прохождение форменных элементов крови (эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов). Основным барьером для фильтрации является *базальная мембрана*. Поры в ней составляют 3-7,5 нм и изнутри содержат отрицательные молекулы, что препятствует проникновению отрицательно заряженных частиц, в том числе белков. Третий слой фильтра образован отростками *подоцитов*, между которыми имеются щелевые диафрагмы - они ограничивают прохождение альбуминов и других молекул с большой молекулярной массой, эта часть фильтра также несет отрицательный заряд.

Таким образом, состав первичной мочи образован свойствами гломерулярного фильтра. В норме вместе с водой фильтруются все низкомолекулярные вещества, за исключением большей части белков и форменных элементов крови. В остальном состав ультрафильтрата близок к плазме крови.

Основным фактором, способствующим процессу фильтрации, является гидростатическое давление крови в капиллярах клубочков. К факторам, *препятствующим фильтрации*, относятся:

- **онкотическое** давление белков плазмы крови
- **давление жидкости** в полости капсулы клубочка, т.е. первичной мочи.

Следовательно, **эффективное фильтрационное давление** представляет разность между гидростатическим давлением крови в капиллярах и суммой онкотического давления плазмы крови и внутрипочечного давления.

$R_{\text{фильтр}} = R_{\text{гидр}} - (R_{\text{онк}} + R_{\text{мочи}})$

Таким образом, фильтрационное давление составляет:

$70 - (30+20) = 20$ мм рт ст.

Количественной характеристикой процесса фильтрации является **скорость клубочковой фильтрации**, которая определяется путем сравнения концентрации определенного вещества в плазме крови и моче. Для этого используются вещества, обладающие следующими *свойствами*:

- физиологически нетоксичные.

- инертные
- не связываются с белками в плазме крови
- не реабсорбируются в почечных канальцах
- выделяются с мочой только путем фильтрации.

Например, таким веществом является полимер фруктозы **инулин**, который не образуется в организме и его вводят внутривенно для измерения скорости клубочковой фильтрации. Измеренная с помощью инулина скорость клубочковой фильтрации называется также **коэффициентом очищения от инулина (клиренсом инулина)**.

$$\text{Син} = \text{Мин} \times V / \text{Пин}$$

где Син - клиренс инулина,

Мин - концентрация инулина в конечной моче

V - объем мочи в 1 мин

Пин - концентрация инулина в плазме.

Клиренс показывает, какой объем плазмы (в мл) очистился целиком от данного вещества за 1 мин.

При сравнении клиренса других веществ с клиренсом инулина можно определить процессы, участвующие в выделении этих веществ с мочой. Если клиренс вещества равен клиренсу инулина, следовательно, это вещество только фильтруется. Если клиренс вещества больше клиренса инулина, значит это вещество выделяется не только за счет фильтрации, но и секреции. Если клиренс вещества меньше клиренса инулина, то вещество после фильтрации реабсорбируется.

В клинической практике для определения скорости клубочковой фильтрации используют эндогенный метаболит **креатинин**, концентрация которого в крови довольно стабильна. Креатинин удаляется из крови в основном путем клубочковой фильтрации, но в очень малых количествах он секретруется, поэтому его клиренс - менее точный показатель, чем клиренс инулина. Широкое использование в клинике креатинина определяется тем, что для его измерения не требуется внутривенное введение.

В норме скорость клубочковой фильтрации составляет у мужчин 125 мл/мин; у женщин - 110 мл/мин.

В результате фильтрации за сутки образуется около 150-180 л первичной мочи. Большой объем ультрафильтрата является результатом:

- наличия фильтрационного давления, обильного кровоснабжения почек;

- обширной (до 2 кв. м) фильтрационной поверхности капилляров клубочков.

КАНАЛЬЦЕВАЯ РЕАБСОРБЦИЯ.

Механизм образования вторичной (конечной) мочи.

Первичная моча из капсулы поступает в почечные канальцы. По мере ее прохождения через канальцы происходит *реабсорбция* - обратное всасывание в кровь:

- глюкозы
- аминокислот
- микроэлементов
- ионов натрия, хлора, HCO_3^-
- витаминов
- воды
- солей.

Из 150 л первичной мочи образуется 1,5 л конечной.

Обратное всасывание различных веществ в канальцах может происходить *активно* и *пассивно*. **Пассивный транспорт** происходит без затраты энергии по электрохимическому, концентрационному или осмотическому градиентам. С помощью *пассивного транспорта* осуществляется *реабсорбция*:

- воды
- хлора
- мочевины.

Активным транспортом называется перенос вещества против электрохимического и концентрационного градиентов. Различают:

1. первично-активный
2. вторично-активный транспорт.

Первично-активный транспорт происходит с затратой энергии клетки. Например, перенос ионов натрия с помощью фермента натрий-калиевой АТФ-азы, который использует энергию АТФ.

Вторично-активный транспорт - перенос вещества осуществляется за счет энергии транспорта другого вещества. Механизмом вторично-активного транспорта реабсорбируется глюкоза и аминокислоты.

Большое значение в механизмах реабсорбции воды и ионов натрия, а также концентрирования мочи имеет работа поворотной противоточной множительной системы.

Реабсорбция воды и электролитов в петле нефрона.

Концентрация первичной мочи в извитом канальце первого порядка изотонична крови почечной артерии. В нисходящем колене петли нефрона осмотическая концентрация мочи нарастает, достигая максимума в месте поворота петли: здесь она более чем в 7 раз превышает осмотическую концентрацию крови почечной артерии. По мере продвижения мочи по восходящему колену петли нефрона в направлении от почечного сосочка к корковому слою осмотическая концентрация мочи вновь снижается. В месте перехода петли в дистальный извитой каналец она в 3 раза меньше осмотической концентрации крови.

Спускаясь затем по дистальному канальцу и особенно по собирательной трубке к почечному сосочку, моча вновь приобретает высокую осмотическую концентрацию.

Осмотическая концентрация крови, содержащейся в капиллярах, оплетающих почечные канальцы, и межклеточной жидкости, непостоянна и на всех уровнях нефрона соответствует осмотической концентрации мочи, а градиент концентрации имеется только вдоль петли нефрона и собирательной трубки.

Осмотическая концентрация мочи повышается по мере ее продвижения от коркового слоя к сосочковому и снижается в обратном направлении. Осмотическая концентрация крови и тканевой жидкости вокруг канальцев нефрона изоосмотична моче, которая находится в канальце данного участка.

Почка - единственный орган, не имеющий постоянства осмотического давления. Осмотическая концентрация в почке возрастает в направлении от коркового слоя к мозговому и достигает максимума у сосочков лоханки. Эти факты послужили основанием для создания поворотной противоточной теории, которая объясняет процесс реабсорбции воды и веществ.

В механизме образования мочи и поддержания осмотического гомеостаза важная роль принадлежит осмотической концентрации и разведению мочи, которые осуществляются по принципу поворотной противоточной системы.

Поворотной-противоточной системой представлена параллельно расположенными коленами петли Генле и собирательной трубкой, по которым жидкость движется в разных направлениях (противоточно).

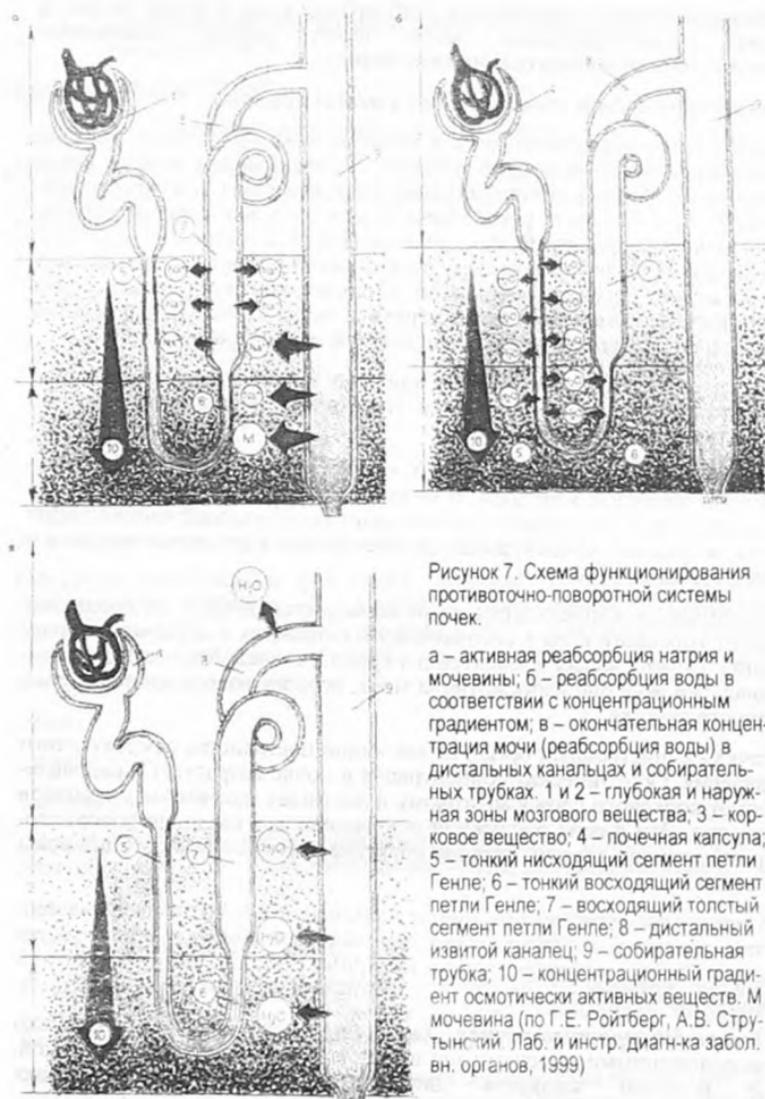


Рисунок 7. Схема функционирования противоточно-поворотной системы почек.

а – активная реабсорбция натрия и мочевины; б – реабсорбция воды в соответствии с концентрационным градиентом; в – окончательная концентрация мочи (реабсорбция воды) в дистальных канальцах и собирательных трубках. 1 и 2 – глубокая и наружная зоны мозгового вещества; 3 – корковое вещество; 4 – почечная капсула; 5 – тонкий нисходящий сегмент петли Генле; 6 – тонкий восходящий сегмент петли Генле; 7 – восходящий толстый сегмент петли Генле; 8 – дистальный извитой каналец; 9 – собирательная трубка; 10 – концентрационный градиент осмотически активных веществ. М – мочевины (по Г.Е. Ройтберг, А.В. Струтинский. Лаб. и инстр. диагн-ка забол. вн. органов, 1999)

Противоточный механизм состоит в том, что движение канальцевой жидкости в нисходящем и восходящем отделах петли Генле, а также в

прямых артериальных и венозных сосудах юкстамедуллярных нефронов происходит в противоположном направлении. Поворотный механизм осуществляется в самом колене петли Генле, где движение канальцевой жидкости получает обратное направление (рис. 7).

В основе функционирования поворотно-противоточной системы лежат особенности расположения восходящих и нисходящих частей в непосредственной близости друг от друга, параллельно которым в глубь мозгового вещества проходят собирательные трубочки и кровеносные капилляры.

Принцип функционирования поворотно-противоточного механизма включает следующие физиологические характеристики почек:

Эпителий тонкого нисходящего отдела имеет щелевидные пространства шириной до 7 нм.

Чем дальше в мозговое вещество спускается петля, тем выше становится осмотическое давление окружающей межклеточной жидкости (с 300 мосм/л в коре до 1200-1400 мосм/л на верхушке сосочка).

Восходящее колено почти непроницаемо для воды.

Эпителий восходящего отдела активно, с помощью транспортных систем выкачивает натрий и хлор.

В почечном поворотно-противоточном механизме движущей силой является активная реабсорбция натрия на всем протяжении *восходящего колена петли Генле*, в результате чего и достигается столь большая осмотическая разница вдоль канальцев нефрона при отсутствии на любом уровне поперечного градиента: в этом участке нефрона натрий активно реабсорбируется, а вода не пропускается.

При прохождении мочи через *нисходящий отдел петли Генле* она постепенно концентрируется вследствие перехода воды в тканевую жидкость по осмотическому градиенту, который создается выходом натрия из рядом расположенной восходящей части петли Генле. Переход натрия из дистального отдела петли Генле повышает осмотическое давление тканевой жидкости, которое компенсируется встречным током воды. Процессы выхода воды и натрия сопряжены.

В результате выхода натрия гипертоничная у вершины петли моча становится затем изотоничной и даже гипотоничной (по отношению к плазме крови) в конце нисходящего канальца петли Генле. Осмотическое давление мочи в нисходящем канальце в результате всасывания воды постепенно повышается, а осмотическое давление мочи в восходящем колене вследствие реабсорбции натрия столь же постепенно снижается.

Таким образом, между двумя соседними участками канальца разница в давлении невелика, а по ходу петли эти небольшие перепады в каждом участке канальца суммируются, что приводит к очень большому градиенту давления между началом, концом и вершиной петли Генле. Петля Генле работает как концентрирующий механизм и благодаря своему строению обладает высокой способностью к концентрированию при минимальной затрате энергии.

В результате действия поворотно-противоточной системы осмотическое давление возрастает в направлении от пограничной зоны (280-300 мосм моль/л) к вершинам пирамид (1200-1500 мосм моль/л), создавая так называемый *вертикальный концентрационный градиент*, который обеспечивается:

активной реабсорбцией натрия в толстом восходящем колене петли Генле, происходящей без эквивалентного всасывания воды, так как стенки этого отдела непроницаемы для воды; что приводит к повышению концентрации ионов натрия в наружной зоне мозгового вещества.

активной реабсорбцией мочевины в собирательных трубках, что увеличивает концентрацию осмотически активных веществ в глубокой зоне мозгового вещества.

В начальный отдел *нисходящего* участка поступает фильтрат, имеющий более низкое осмотическое давление, чем у окружающего вещества. По мере опускания по нисходящему отделу фильтрат, отдавая воду, постоянно имеет осмотический градиент с межклеточной жидкостью, поэтому вода покидает фильтрат на всем протяжении нисходящего колена, что обеспечивает здесь реабсорбцию около 15% ее объема от первичной мочи.

Под влиянием концентрационного градиента происходит *пассивная реабсорбция воды* из канальцев в интерстициальную ткань по всему *нисходящему колону* петли Генле, что приводит к нарастанию концентрации канальцевой жидкости от начала нисходящего отдела петли Генле до ее поворота в восходящий отдел.

Затем канальцевая жидкость попадает в *восходящий тонкий сегмент* петли нефрона, который также проницаем только для воды, и движется по направлению к наружной зоне мозгового вещества, где концентрация осмотически активных веществ ниже, чем у поворота петли. Поэтому вода поступает здесь из интерстициальной ткани почки в просвет канальца.

Восходящий толстый отдел петли Генле непроницаем для воды и проницаем для ионов натрия, здесь снова продолжается реабсорбция ионов натрия, но уже без эквивалентного количества воды, как в проксимальном канальце, поэтому концентрация канальцевой жидкости снижается, происходит ее разведение.

На базальной мембране эпителиальных клеток имеются системы активного выкачивания натрия и хлора. В результате концентрация этих ионов в проходящем здесь фильтрате может снижаться до 30–40 ммоль/л. Здесь реабсорбируется до 25% натрия. Активное выкачивание хлорида натрия из эпителия восходящего отдела петли Генле создает повышенное осмотическое давление межклеточной жидкости, благодаря этому из предшествующего, нисходящего отдела в интерстиций диффундирует вода.

В дистальном извитом канальце и собирательных трубках происходит дальнейшая факультативная реабсорбция воды, и концентрация канальцевой жидкости увеличивается; причем степень такой концентрации зависит от потребностей организма и регулируется АДГ, а реабсорбция натрия - альдостероном.

Окончательное концентрирование мочи происходит в собирательных трубках. Интенсивность такой концентрации зависит от 2 факторов:

1. способности почек создавать в интерстициальной ткани мозгового вещества концентрационный градиент осмотически активных веществ, т.е. от концентрационной способности почек;
2. потребности организма в жидкости и осмотически активных веществ.

В отличие от наружной зоны мозгового вещества почки, где повышение осмолярной концентрации основано главным образом на транспорте ионов натрия и хлора, во внутреннем мозговом веществе почки это повышение обусловлено участием ряда веществ, среди которых важнейшее значение имеет мочевины - для нее стенки проксимального канальца проницаемы.

В проксимальном канальце реабсорбируется до 50% профильтровавшейся мочевины, однако в начале дистального канальца количество мочевины несколько больше, чем количество мочевины, поступившей с фильтратом.

Имеется система внутривнепочечного кругооборота мочевины, которая участвует в осмотическом концентрировании мочи. При антидиурезе АДГ увеличивает проницаемость собирательных трубок мозгового вещества почки не только для воды, но и мочевины. В просвете собирательных трубок вследствие реабсорбции воды повышается концентрация мочевины.

Когда проницаемость канальцевой стенки для мочевины увеличивается, она диффундирует в мозговое вещество почки. Мочевина проникает в просвет прямого сосуда и тонкого отдела петли нефрона. Поднимаясь по направлению к корковому веществу почки по прямому сосуду, мочевины непрерывно участвует в противоточном обмене, диф-

фундирует в нисходящий отдел прямого сосуда и нисходящую часть петли нефрона.

Постоянное поступление во внутреннее мозговое вещество мочевины, ионов натрия и хлора, реабсорбируемых клетками тонкого восходящего отдела петли нефрона и собирательных трубок; удержание этих веществ благодаря деятельности противоточной системы прямых сосудов и петель нефрона обеспечивает повышение концентрации осмотически активных веществ во внеклеточной жидкости во внутреннем мозговом веществе почки.

Вслед за увеличением осмолярной концентрации интерстициальной жидкости, окружающей собирательную трубку, возрастает реабсорбция воды и повышается эффективность осморегулирующей функции почки. Эти данные об изменении проницаемости канальцевой стенки для мочевины объясняют, почему очищение от мочевины уменьшается при снижении мочеотделения.

В связи с выходом воды осмотическое давление мочи постепенно повышается, достигая максимума в области поворота петли. Гиперосмотическая моча поднимается по восходящему колену, где теряет ионы натрия и хлора, которые выводятся активной работой транспортных систем, поэтому в дистальные канальцы фильтрат поступает даже гипосмотическим (около 100-200 мосм/л). Таким образом, в нисходящем колене происходит процесс концентрации мочи, а в восходящем - ее разведение, но без поступления сюда воды.

Немаловажное значение в этом процессе имеют и кровеносные капилляры, которые как бы дублируют ход петли Генле. Прямые сосуды мозгового вещества почки, подобно канальцам петли нефрона, образуют *сосудистую противоточную систему*: из нисходящей части капилляра в паренхиму вода может поступать, а в восходящий отдел она возвращается; одновременно с этим в капилляры поступают ионы и другие соединения, а из них в паренхиму могут выходить дополнительно субстраты для выделения. Ускорение кровотока в этих капиллярах обеспечивает активное «вымывание» из интерстиция осмотически активных веществ.

Благодаря такому расположению прямых сосудов обеспечивается эффективное кровоснабжение мозгового вещества почки, но не происходит «вымывание» из крови осмотически активных веществ, так как при прохождении крови по прямым сосудам наблюдаются такие же изменения ее осмотической концентрации, как и в тонком нисходящем отделе петли нефрона.

При движении крови по направлению к вершине мозгового вещества концентрация осмотически активных веществ в ней постепенно возрастает, а во время обратного движения крови к корковому веществу соли и другие вещества, диффундирующие через сосудистую стенку,

переходят в интерстициальную ткань. Тем самым сохраняется градиент концентрации осмотически активных веществ внутри почки и прямые сосуды функционируют как противоточная система. Скорость движения крови по прямым сосудам определяет количество удаляемых их мозгового вещества солей и мочевины и отток реабсорбируемой воды.

Отличительные особенности нефронов, расположенных в различных отделах почек, особенно сказываются на активности реабсорбции в петле Генле. Чем длиннее петля Генле (юкстамедуллярные нефроны), тем более выражены в них процессы концентрации мочи.

КАНАЛЬЦЕВАЯ СЕКРЕЦИЯ.

Эпителий канальцев выполняет не только всасывающую функцию, но и **секреторную**.

Канальцевая секреция - это транспорт веществ из крови в просвет канальцев (мочу). Канальцевая секреция позволяет экскретировать некоторые ионы, например, калия, органические кислоты (мочевая кислота) и основания (холин, гуанидин), включая ряд чужеродных для организма веществ, таких как антибиотики (пенициллин), рентгеноконтрастные вещества (диодраст), красители (феноловый красный).

Канальцевая секреция представляет собой преимущественно **активный процесс**, происходящий с затратами энергии для транспорта веществ против концентрационного или электрохимического градиентов. В эпителии канальцев существуют разные системы транспорта (переносчики) для секреции органических кислот и органических оснований. Это подтверждается тем, что при угнетении секреции органических кислот пробенецидом, секреция оснований не нарушается.

Транспортные секреторирующие механизмы обладают свойством адаптации, т.е. при длительном поступлении вещества в кровотоки количество транспортных систем за счет белкового синтеза постепенно увеличивается. Это учитывают при лечении пенициллином. Так как очищение крови от него постепенно возрастает, необходимо увеличение дозировки для поддержания необходимой терапевтической концентрации.

Канальцевый эпителий синтезирует и секретирует вещества, образующиеся в самих клетках эпителия: аммиак, гиппуровую кислоту, которые выделяются с мочой; ренин, простагландины, глюкозу почек, поступающие в кровь.

Таким образом, состав конечной мочи зависит от процессов фильтрации, реабсорбции и секреции.

КОЛИЧЕСТВО, СОСТАВ И СВОЙСТВА МОЧИ

За сутки человек выделяет в среднем около 1,5 л мочи. При обильном питье, потреблении белковой пищи диурез возрастает. При потреблении небольшого количества воды, при усиленном потоотделении диурез снижается. Интенсивность мочеобразования колеблется в течение суток: ночью мочеобразование меньше, чем днем.

Моча представляет собой прозрачную жидкость светло-желтого цвета с относительной плотностью 1005-1025, которая зависит от количества принятой жидкости.

Состав мочи:

- вода - 95%;
- твердые вещества - 5%;
- мочевины - 2%;
- мочевая кислота 0,05%;
- креатинин 0,075%;
- соли натрия и калия.

За сутки с мочой выводится 25-30 г. мочевины, 15-25 г. неорганических солей.

Реакция мочи здорового человека обычно слабо-кислая. Однако pH ее колеблется от 5,0 до 7,0 в зависимости от характера питания. Если человек использует в рационе преимущественно мясную, белковую пищу, - реакция мочи слабокислая, нейтральная; если растительную пищу - реакция мочи нейтральная или слабо щелочная.

В моче здорового человека белок отсутствует или определяются его следы. Среди органических соединений небелкового происхождения в моче встречаются соли шавелевой кислоты, молочной кислоты, кетоновые тела.

Глюкозы в моче в обычных условиях быть не должно. Эритроциты появляются в моче (гематурия) при заболеваниях почек и мочевыводящих органов.

В моче содержатся пигменты: уробилин, урохром, которые определяют цвет мочи. С мочой выделяются электролиты (ионы натрия, калия, магния, хлора, кальция, сульфаты и др.

В моче содержатся гормоны и их метаболиты, ферменты, витамины.

ВЫВЕДЕНИЕ МОЧИ

Образовавшаяся моча из собирательных трубочек поступает в почечные лоханки. По мере заполнения лоханки мочой до определенного предела, который контролируется барорецепторами, происходит рефлексорное сокращение мускулатуры лоханки, раскрытие мочеточника и поступление мочи в мочевой пузырь.

Поступающая в мочевой пузырь моча постепенно приводит к растяжению его стенок. При наполнении до 250 мл раздражаются механорецепторы мочевого пузыря и импульсы передаются по афферентным волокнам тазового нерва в крестцовый отдел спинного мозга, где расположен центр непроизвольного мочеиспускания.

Импульсы от центра по парасимпатическим волокнам достигают мочевого пузыря и мочеиспускательного канала и вызывают сокращение гладкой мышцы стенки мочевого пузыря и расслабление сфинктера пузыря и сфинктера мочеиспускательного канала, что приводит к опорожнению мочевого пузыря. Ведущим механизмом раздражения рецепторов мочевого пузыря является его растяжение, а не рост давления.

Важное значение имеет скорость наполнения мочевого пузыря. При быстром его наполнении импульсация резко увеличивается. Спинальный центр находится под регулирующим влиянием вышележащих отделов: кора больших полушарий и средний мозг тормозят его, а передние отделы варолиева моста и задний отдел гипоталамуса стимулируют. Устойчивый корковый контроль мочеиспускания развивается на втором году жизни.

НЕЙРОГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЧЕК

Нервная регуляция

Нервная система регулирует:

- гемодинамику почки
- работу юкстагломерулярного аппарата
- фильтрацию
- реабсорбцию
- секрецию.

Раздражение *симпатических нервов* (являются преимущественно ветвями чревных нервов), иннервирующих почку, приводит к сужению ее кровеносных сосудов. При сужении приносящих артериол уменьшаются фильтрационное давление и фильтрация. Сужение

выносящих артериол сопровождается повышением фильтрационного давления и ростом фильтрации.

Стимуляция симпатических эфферентных волокон приводит к увеличению реабсорбции натрия, воды. Раздражение парасимпатических волокон, идущих в составе блуждающих нервов, вызывает усиление реабсорбции глюкозы и секреции органических кислот.

При *болевых раздражениях* диурез рефлекторно уменьшается вплоть до полного прекращения (болевая анурия). Механизм этого явления заключается в сужении почечных сосудов в результате возбуждения симпатической нервной системы, усилении секреции катехоламинов надпочечниками и увеличении продукции антидиуретического гормона (вазопрессина).

Уменьшение и увеличение диуреза может быть вызвано условно-рефлекторным путем, что свидетельствует о выраженном влиянии высших отделов ЦНС на работу почек. ЦНС регулирует работу почек или непосредственно через вегетативные нервы, или через нейроны гипоталамуса, изменяя секрецию гормонов. В этом проявляется единство нервной и гуморальной регуляции.

Гуморальная регуляция

Ведущую роль в регуляции деятельности почек принадлежит гуморальной системе. На работу почек оказывают влияние многие гормоны, главными из которых являются антидиуретический гормон (АДГ) или вазопрессин, и альдостерон.

Антидиуретический гормон (АДГ) или вазопрессин способствует реабсорбции воды в дистальных отделах нефрона путем увеличения проницаемости для воды стенок дистальных извитых канальцев и собирательных трубочек.

Механизм действия АДГ заключается в активации фермента аденилатциклазы, который участвует в образовании цАМФ из АТФ. Кроме того, АДГ активирует фермент гиалуронидазу, которая деполимеризует гиалуроновую кислоту межклеточного вещества, что обеспечивает пассивный межклеточный транспорт воды по осмотическому градиенту.

При избытке АДГ может наступить полное прекращение мочеобразования. *Уменьшение секреции АДГ* вызывает развитие несахарного диабета, при котором выделяется большое количество светлой мочи с незначительной относительной плотностью.

АДГ имеет важное значение в поддержании осмотического давления крови, вольеморегуляции.

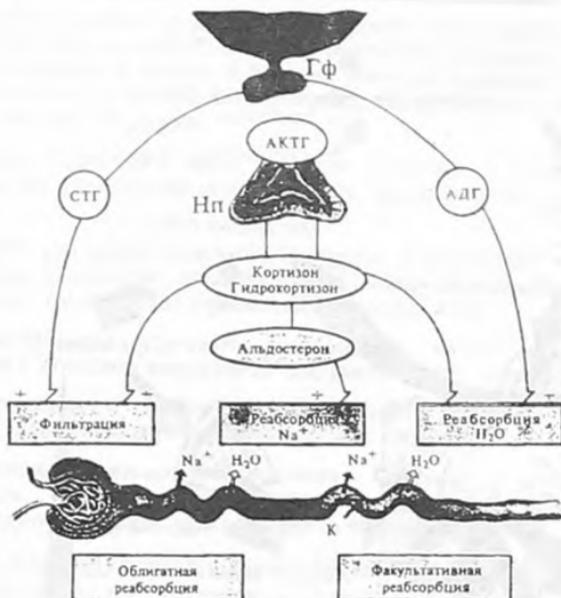


Рисунок 8. Роль гипофиза и надпочечников в регуляции диуреза - процессы, происходящие под влиянием гормонов (по А.В.Коробкову, С.А. Чесноковой 1986).

Альдостерон увеличивает реабсорбцию ионов натрия и секрецию ионов калия и водорода клетками почечных канальцев. Одновременно возрастает реабсорбция воды, которая всасывается пассивно по осмотическому градиенту, создаваемому ионами натрия, что приводит к уменьшению диуреза. Гормон уменьшает реабсорбцию кальция и магния в проксимальных отделах канальцев.

Натрийуретический гормон усиливает выведение ионов натрия с мочой.

Паратгормон стимулирует реабсорбцию кальция и тормозит реабсорбцию фосфатов, что приводит к повышению концентрации ионов кальция в плазме крови и усилению выведения фосфатов с мочой. Кроме того, паратгормон угнетает реабсорбцию ионов натрия и HCO_3^- в проксимальных канальцах и активизирует реабсорбцию магния в восходящем колене петли Генле.

Кальцитонин тормозит реабсорбцию кальция и фосфата.

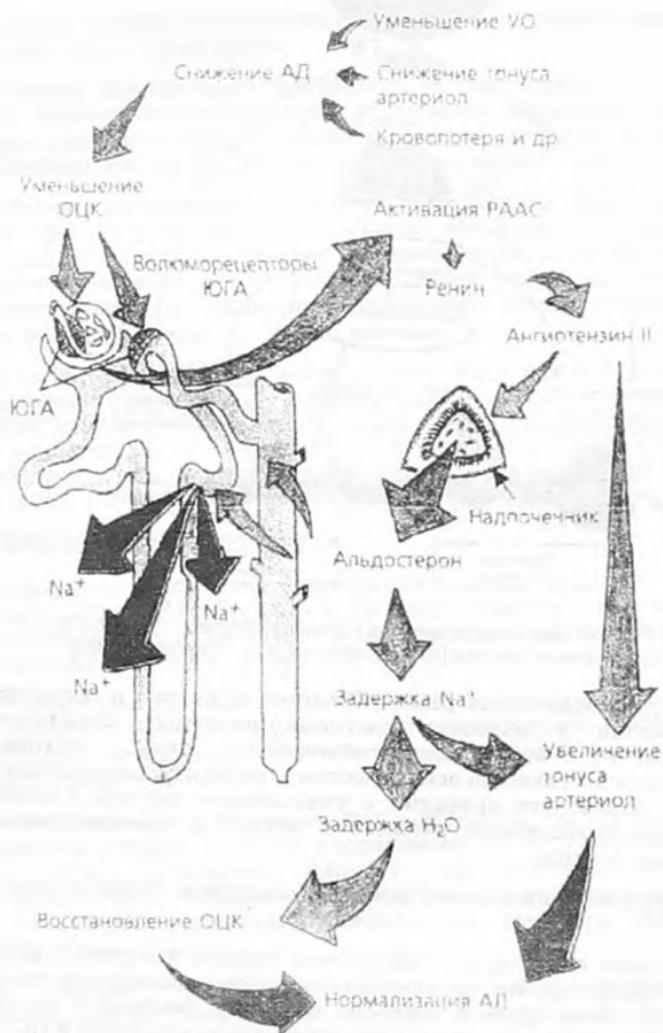


Рисунок 9. Участие юкстагломерулярного аппарата почек (ЮГА) в регуляции уровня артериального давления. УО – ударный объем; РААС – ренин-ангиотензин-альдостероновая система; ОЦК – объем циркулирующей крови (по Г.Е. Ройтберг, А.В. Струтынский. Лаб. и инстр. диагн.ка забол. вн. органов, 1999)

Адреналин в малых дозах суживает просвет выносящих артериол, в результате чего повышается гидростатическое давление, увеличиваются фильтрация и диурез. В больших дозах он вызывает сужение как выносящих, так и приносящих артериол, что приводит к уменьшению диуреза вплоть до анурии.

Инсулин. Недостаток этого гормона приводит к гипергликемии, глюкозурии, увеличению осмотического давления мочи и увеличению диуреза.

Тироксин усиливает обменные процессы, в результате чего в моче возрастает количество осмотически активных веществ, в частности, азотистых, что приводит к увеличению диуреза.

Простагландины угнетают реабсорбцию натрия, стимулируют кровоток в мозговом веществе почки, увеличивают диурез.

Соматотропин и **андрогены** увеличивают секрецию некоторых веществ, например, парааминогиппуровой кислоты.

Ренин-ангиотензин-альдостероновая система участвует в регуляции почечного- и системного кровообращения, объема циркулирующей крови, электролитного баланса организма.

МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В МОЧЕ

В тех случаях, когда исследование одной порции мочи не позволяет выявить достоверные лабораторные признаки воспалительного процесса в почках и мочевыводящих путях, целесообразно использовать методы количественного подсчета лейкоцитов, эритроцитов и цилиндров в суточной моче.

Проба Каковского - Аддиса

Для подсчета форменных элементов крови по методу Каковского - Аддиса мочу собирают в течение суток в отдельную емкость. Для предупреждения размножения микроорганизмов и сдвига pH в щелочную сторону (приводит к быстрому распаду форменных элементов), в мочу добавляют консервант (4-5 капель формальдегида, или 1 г тимола, или 10, 0 мл карболовой кислоты). Желательно хранить мочу в холодильнике.

Если нет возможности соблюдать эти условия, мочу собирают за 10 часов. Для этого вечером в 22 ч пациент опорожняет мочевой пузырь, эту порцию мочи выливают. В течение последующих 10 часов больной не мочится, а затем в 8 ч утра одномоментно собирает всю мочу, которая направляется на исследование.

Собранную мочу перемешивают и измеряют ее объем (V). Затем рассчитывают количество мочи, полученное за 12 минут (1/5 часа). Расчет по формуле:

$$Q = \frac{V}{t \times 5} \text{ (мл)},$$

где Q - объем мочи, выделенный за 12 минут (мл);

V - объем мочи, собранный за время исследования (мл);

t - время сбора мочи (24 или 10 ч);

5 - коэффициент пересчета за 1/5 часа.

Рассчитанное таким образом количество мочи центрифугируют и получают осадок. Надосадочную жидкость удаляют, оставляя в пробирке 0,5 мл (500 мкл) мочи с осадком. Это количество мочи и осадок перемешивают и заполняют им счетную камеру (камеру Горяева). Затем под микроскопом подсчитывают количество лейкоцитов, эритроцитов и цилиндров в 1 мкл осадка мочи.

Количество форменных элементов в 1 мкл мочи рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{A}{0,9}$$

где: X - число форменных элементов в 1 мкл;

A - число форменных элементов, подсчитанных во всей камере;

0,9 - объем камеры Горяева (в мкл).

Количество форменных элементов, выделенных за сутки, рассчитывают по формуле:

$$B = X \times 500 \times 5 \times 24, \text{ или}$$

$$B = 60\,000 \times X,$$

где B - число форменных элементов, выделенных за сутки;

X - число форменных элементов в 1 мкл.

У здорового человека в течение суток с мочой выделяется до 2×10^6 лейкоцитов; до 1×10^6 эритроцитов и до 2×10^4 цилиндров.

ПРОБА НЕЧИПОРЕНКО

Метод основан на определении количества форменных элементов в 1 мл мочи.

Мочу для исследования берут в любое время суток (лучше утром). Для исследования достаточно 5-10 мл мочи, полученной в середине мочеиспускания. Больной мочится в унитаз, затем - в специально подготовленную пробирку, после этого - снова в унитаз.

Мочу центрифугируют, отделяют верхний слой надосадочной жидкости, оставляя вместе с осадком 0,5 мл (500 мкл) мочи. Осадок перемешивают и заполняют им счетную камеру. Под микроскопом отдельно подсчитывают лейкоциты, эритроциты и цилиндры.

Вначале рассчитывают количество форменных элементов в 1 мкл осадка мочи по формуле:

$$X = A/0,9$$

где: X - число форменных элементов в 1 мкл;

A - число форменных элементов, подсчитанных во всей камере; 0,9 - объем камеры Горяева (в мкл).

затем в 1 мл мочи:

$$N = \frac{X \times 500}{V}$$

где N - число форменных элементов в 1 мл мочи;

X - число форменных элементов в 1 мкл мочи (вместе с осадком);

V - количество мочи, взятой для центрифугирования (в мл).

В норме в 1 мл мочи содержится не более 2×10^3 лейкоцитов и 1×10^3 эритроцитов. Цилиндры по этой методике практически не обнаруживаются.

Достоинства метода:

1. простота;
2. доступность;
3. малая трудоемкость.

Недостатки метода:

1. менее точный, чем метод Каковского-Аддиса;
2. не позволяет определить суточную экскрецию форменных элементов.

Результаты количественного подсчета форменных элементов крови в моче могут быть использованы для выявления скрытой лейкоцитурии и микрогематурии, для лабораторной

дифференциальной диагностики некоторых заболеваний почек и мочевыводящих путей.

Если в осадке мочи преобладают лейкоциты указывает на пиелонефрит и другие заболевания мочевыводящих путей. Преобладание эритроцитурии с определенной вероятностью указывает на наличие гломерулонефрита или других заболеваний, сопровождающихся эритроцитурией (мочекаменная болезнь, туберкулез почек, инфаркт почек и т.д.).

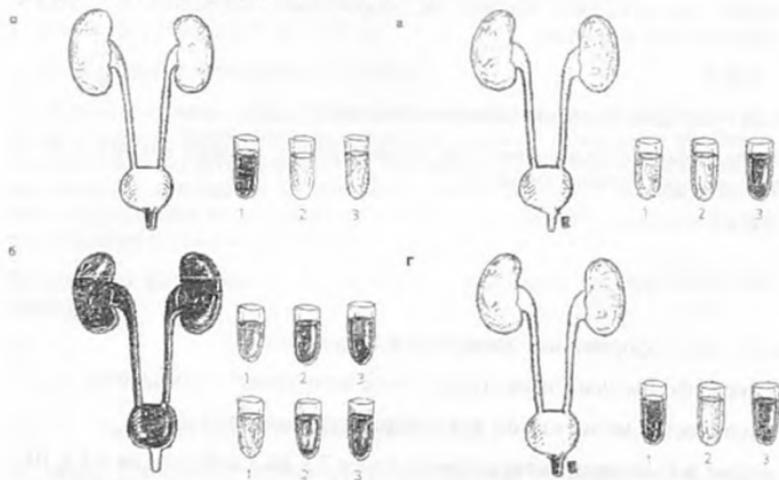


Рисунок 10. Ориентировочная оценка результатов трехстаканной пробы при поражении уретры (а), почек, мочеточников и мочевого пузыря (б), предстательной железы (в), предстательной железы и уретры (г)

ПРОБА ТРЕХ (ДВУХ-)СОСУДОВ

Эта проба была предложена для уточнения локализации источника гематурии и лейкоцитурии (почки или мочевыводящие пути). Считают, что при поражении уретры патологический осадок (лейкоциты, эритроциты) появляются в первой порции мочи (рис. 10, а). Для поражения почек, чашечно-лоханочной системы, мочеточников или мочевого пузыря характерно появление патологического осадка во всех трех порциях мочи или в третьей и второй порциях (рис. 10, б). При локализации патологического процесса в предстательной железе гематурия или лейкоцитурия обнаруживается, главным образом, в третьей порции мочи (рис. 10, в).

Из вышесказанного видно, что двухстаканная модификация рекомендуется для исследования женщин.

Хотя трехстаканная проба проста и не обременительна для больного, ее результаты имеют значение лишь для дифференциальной диагностики поражения уретры и простаты от других причин ренальной и пострենальной гематурии и лейкоцитурии.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СПОСОБНОСТИ ПОЧЕК К ОСМОТИЧЕСКОМУ РАЗВЕДЕНИЮ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЮ МОЧИ

Проба по Зимницкому.

Наиболее распространенная функциональная проба почек, которая дает возможность определить динамику количества отделяемой мочи и ее относительной плотности в течение суток.

Обязательные условия проведения пробы:

отсутствие у пациентов отеков и водянки полостей;

исключение в день исследования приема мочегонных средств;

обычный для данного пациента питьевой режим и характер питания (не допускается избыточное потребление жидкости).

Нарушение этих условий ведет к искусственному увеличению количества отделяемой мочи (полиурия) и уменьшению ее относительной плотности, что не позволяет правильно оценить результаты пробы.

Мочу для исследования собирают последовательно в течение суток (24 часа) через 3 часа в 8 банок, в том числе и в ночное время. В день проведения исследования необходимо измерять суточное количество выпитой и находящейся в пищевых продуктах жидкости.

Анализ результатов.

В лаборатории измеряют:

- количество мочи в каждой из 3-часовых порций;
- относительную плотность мочи в каждой порции;
- общий объем мочи (суточный диурез), сопоставляя его с объемом выпитой жидкости;
- объем мочи с 6 ч утра до 18 ч вечера (дневной диурез);
- объем мочи с 18 ч до 6 ч утра (ночной диурез).

При сохраненной способности почек к осмотическому разведению и концентрированию мочи на протяжении суток отмечаются:

1. значительные колебания объема мочи в отдельных порциях (от 50 до 250 мл);
2. значительные колебания относительной плотности мочи: разница между максимальными и минимальными показателями должна составлять не менее 0,012-0,016 (например, от 1006 до 1020 или от 1010 до 1026 и т.д.);
3. отчетливое (примерно двукратное) преобладание дневного диуреза над ночным.

Значительные суточные колебания относительной плотности мочи (в норме у взрослого человека примерно от 1005 до 1025 и даже больше) связаны с сохраненной способностью почек поочередно концентрировать и разводить мочу в зависимости от постоянно меняющихся потребностей организма.

В молодом возрасте максимальная относительная плотность, характеризующая способность почек концентрировать мочу, должна быть не ниже 1,025; у лиц старше 45-50 лет - не ниже 1,020-1,022. Минимальная относительная плотность, отражающая способность почек к осмотическому разведению мочи, у здорового человека должна быть ниже осмотической концентрации (осмолярности) безбелковой плазмы, равной 1,010-1,012, и обычно составляет 1,005-1,007.

Концентрирование мочи связано, главным образом, с усилением секреции АДГ и, соответственно, реабсорбции воды в дистальных отделах канальцев и собирательных трубках и повышением осмотического давления в мозговом слое почек за счет увеличения реабсорбции мочевины в собирательных трубках.

При обычном питьевом режиме и режиме физической активности это происходит в ночное время и сопровождается уменьшением диуреза и увеличением относительной плотности мочи выше 1,018-1,020. При этом осмотическая концентрация мочи становится существенно выше осмотической концентрации плазмы и первичной мочи, и относительная плотность мочи возрастает до максимальных значений (1,020-1,025 и выше).

Разведение мочи обычно наблюдается в дневные часы и связано с уменьшением секреции АДГ и реабсорбции воды и мочевины в дистальных отделах канальцев и собирательных трубках, что сопровождается увеличением диуреза и уменьшением относительной плотности мочи существенно ниже 1,018-1,020. Осмотическая концентрация мочи при этом может приближаться к осмотической концентрации плазмы (относительная плотность мочи 1,010-1,012), а в некоторых случаях может стать даже ниже ее - относительная плотность мочи 1,005-1,007.

Нормальная концентрационная функция почек характеризуется сохраненной способностью увеличения в течение суток относительной плотности мочи до максимальных значений (свыше 1,020); а нормальная способность к разведению - возможностью снижения относительной плотности мочи ниже 1,010-1,012.

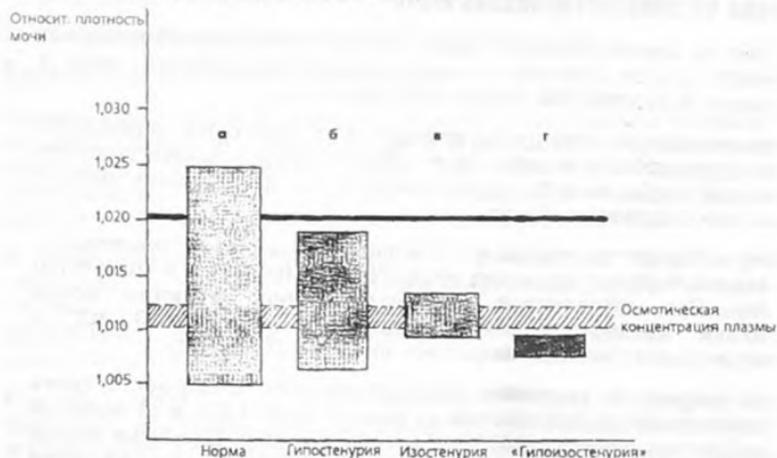


Рисунок 11. Суточные колебания относительной плотности мочи (проба по Зимницкому) в норме (а), при гипостенурии (б), изостенурии (в) и так называемой «гипоизостенурии» (г). Штриховкой отмечен уровень осмотической концентрации безбелковой плазмы (по Г.Е. Ройтберг, А.В. Струтынский. Лаб. и инстр. диагн-ка забол. вн. органов, 1999)

При патологии может происходить как снижение концентрационной функции почек, так и нарушение способности их к разведению мочи.

ПРОБА НА РАЗВЕДЕНИЕ МОЧИ

Проба на разведение мочи - это нагрузочная функциональная проба, которая позволяет оценить способность почек максимально разводить мочу в условиях водной нагрузки и гипергидратации.

Пациенту утром натощак предлагают выпить в течение 15-30 мин. 1,5 л жидкости. На протяжении последующих 4 ч каждые 30 мин собирают мочу отдельными порциями и измеряют объем и относительную плотность мочи.

Здоровый человек за это время выделяет не менее 1 л мочи, причем максимальное выделение приходится на первые 2 часа исследования. Относительная плотность мочи при этом снижается до 1,001-1,005. При снижении способности почек к разведению мочи значения

относительной плотности не достигают этих показателей (обычно 1,004-1,009). При полном выпадении функции разведения относительная плотность в пределах 1,010-1,012, т.е. соответствует осмотической концентрации плазмы (изостенурия).

ПРОБА НА КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ МОЧИ

Проба на концентрирование мочи (проба с сухоедением) позволяет выявить раннее снижение концентрационной способности почек в условиях искусственной дегидратации организма.

При выполнении этой пробы пациенту в течение суток запрещается пить и употреблять жидкую пищу. Обязательным условием выполнения этой пробы является назначение на время исследования диеты с высоким содержанием белка.

Мочу собирают так же, как и при выполнении пробы по Зимницкому. В каждой порции определяют относительную плотность и количество мочи. При сохраненной концентрационной функции почек суточное количество мочи уменьшается до 500-600 мл, а относительная плотность возрастает до 1,028-1,034 и выше.

При умеренном снижении концентрационной способности почек относительная плотность мочи не бывает выше 1,028 и ее значения колеблются в пределах 1,020-1,024 (гипостенурия). Еще более низкие значения относительной плотности (ниже 1,020) при сужении амплитуды ее колебаний свидетельствует о выраженном нарушении концентрационной функции почек.

Значения относительной плотности мочи в пределах 1,010-1,012 (изостенурия), которые соответствуют осмотической концентрации плазмы, указывают на полное выпадение концентрационной функции почек.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРЦИАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ПОЧЕК

Важное диагностическое значение при многих заболеваниях почек имеет раздельная количественная оценка уровня фильтрации в клубочках, реабсорбции и секреции в канальцах, величины почечного плазмотока и кровотока.

Современные методы исследования парциальных функций почек основаны на вычислении клиренса, или коэффициента очищения. Клиренс - это объем плазмы крови в мл, который при прохождении через почки полностью освобождается (очищается) от какого-либо эндогенного или экзогенного вещества за 1 минуту.

Клиренс любого вещества, выделяемого с мочой, рассчитывают по формуле:

$$C = U/P \times V \text{ (мл/мин)},$$

где C - клиренс;

U - концентрация исследуемого вещества в моче;

V - количество мочи, выделенной за 1 минуту (минутный диурез);

P - концентрация исследуемого вещества в плазме крови.

СКОРОСТЬ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Уровень клубочковой фильтрации наиболее точно отражает **клиренс инулина**. Однако этот метод связан с определенными трудностями (длительное капельное внутривенное введение препарата; катетеризация мочевого пузыря; возникающие аллергические реакции), которые ограничивают использование его в клинике.

В клинической практике скорость клубочковой фильтрации определяют по **клиренсу эндогенного креатинина (проба Реберга-Тареева)**, который выводится из организма только путем клубочковой фильтрации; креатинин практически не секретируется и не реабсорбируется в канальцах.

Для определения скорости клубочковой фильтрации по эндогенному креатинину необходимо знать его концентрацию в плазме, моче и минутный диурез. Концентрацию креатинина в плазме определяют утром натощак. Мочу для исследования чаще всего собирают в виде двух часовых порций. Важным условием получения адекватных результатов является поддержание достаточного диуреза (не менее 1500 мл в сутки), а также исключение большой физической нагрузки.

Пациенту утром, сразу после сна, предлагают выпить около 300-400 мл жидкости (не следует при этом употреблять чай или кофе), а через 10-15 мин - помочиться в унитаз. Заметив точное время окончания мочеиспускания, пациент ложится в постель и ровно через 60 или 120 минут опорожняют мочевой пузырь в отдельную посуду (1-я и 2-я часовые порции мочи). В промежутках между мочеиспусканиями из вены берут 6-8 мл крови для определения креатинина плазмы.

Креатинин в плазме и моче определяют колориметрическим методом по цветной реакции с пикриновой кислотой. Скорость клубочковой фильтрации определяют по первой и второй порции мочи по приведенной формуле.

У здорового человека клиренс эндогенного креатинина колеблется от 80 до 180 мл/мин, в среднем составляя 125 мл/мин.

Уровень клубочковой фильтрации зависит от:

- величины гидростатического давления крови в клубочковых капиллярах;

- онкотического давления плазмы;
- величины внутривисочечного давления;
- проницаемости клубочкового фильтрата;
- действия ряда внепочечных факторов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАНАЛЬЦЕВОЙ РЕАБОРСЦИИ

Показатель канальцевой реабсорбции рассчитывают по формуле:

$$R = \frac{F - V}{F} \times 100\%$$

где R - канальцевая реабсорбция;

F - клубочковая фильтрация;

V - минутный диурез.

В норме при обычном водном режиме канальцевая реабсорбция составляет 98-99%. Ее **снижение** может происходить практически при любых заболеваниях почек.

СЕКРЕТОРНАЯ ФУНКЦИЯ ПОЧЕК

Для исследования секреторной функции почек достаточно определить клиренс вводимого экзогенно *фенолового красного (фенолрота)*, 94% которого выводится из организма путем секреции.

Утром натощак пациенту предлагают выпить 400 мл воды и через 15-20 минут помочиться в унитаз. Затем больному внутримышечно вводят 1 мл 6% раствора фенолрота и в отдельную посуду собирают две часовые порции мочи. В каждой из них колориметрически определяют концентрацию красителя по цветной реакции натрия бикарбоната.

При **сохраненной секреторной функции** канальцевого эпителия за первый час с мочой выводится 40-60%, а за второй еще 20-25% фенолрота (суммарно 60-85%). При **снижении секреторной функции** почечных канальцев выведение краски замедляется и максимум выведения приходится не на первую, а на вторую порцию мочи.

Для исследования секреторной функции почек используют и другие вещества, которые активно секретируются канальцевым эпителием (диодраст, парааминогиппуровая кислота и др.).

ЭФФЕКТИВНЫЙ ПОЧЕЧНЫЙ ПЛАЗМОТОК И КРОВТОТОК

Оценка эффективного почечного плазмотока основана на определении клиренса веществ, которые не только фильтруются в клубочках, но и секретируются почечными канальцами (диодраст,

парааминогиппуровая кислота). По величине клиренса этих веществ можно рассчитать количество плазмы, протекающей через клубочки и каналцы почки за единицу времени (1 мин), т.е. **эффективный почечный плазмоток**. В норме он составляет 550-680 мл/мин.

Зная эффективный почечный плазмоток и показатель гематокрита, можно вычислить **почечный кровоток**, который у здорового человека равен 1000-1300 мл/мин. Определение этих показателей в динамике важно для объективной оценки эффективности лечения больных с различными заболеваниями почек.

ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ ПО ФИЗИОЛОГИИ МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

+ обозначает правильный ответ

1. К органам выделения относят:

- опорно-двигательный аппарат
- селезенка
- костный мозг

+ кожа

- спинной мозг

2. К органам выделения относят:

- опорно-двигательный аппарат
- иммунная система
- эритроцитарная система

+ мочевыделительная система

- сердечно-сосудистая система

3. К мочевым органам относят:

- печень

+ почки

- селезенка

- сердце

- сосуды

4. К мочевым органам относят:

- печень

+ мочеточники

- селезенка

- сердце

- сосуды

5. К мочевым органам относят:

- печень
- + мочевого пузырь
- селезенка
- сердце
- сосуды

6. Какова функция почек?

- + выделительная
- кроветворная
- иммунная

7. Какова функция почек?

- + защитная
- кроветворная
- иммунная
- бактериологическая
- аллергическая

8. Какова функция почек?

- + метаболическая
- кроветворная
- иммунная
- бактериологическая
- аллергическая

9. Какова функция почек?

- + регуляция эритропоэза
- регуляция деятельности печени
- регуляция дыхания
- иммунологическая регуляция
- регуляция опорно-двигательного аппарата

10. Какова функция почек?

- + ионная регуляция
- регуляция деятельности печени
- регуляция дыхания
- иммунологическая регуляция
- регуляция опорно-двигательного аппарата

11. Какова функция почек?

- регуляция деятельности печени
- регуляция дыхания
- + регуляция гомеостаза
- иммунологическая регуляция
- регуляция опорно-двигательного аппарата

12. Какова функция почек?

- регуляция деятельности печени
- регуляция дыхания
- + регуляция гомеостаза
- иммунологическая регуляция
- регуляция опорно-двигательного аппарата

13. Какова функция почек?

- регуляция деятельности печени
- иммунологическая регуляция
- + регуляция уровня артериального давления
- регуляция обмена жиров
- регуляция опорно-двигательного аппарата

14. Какова функция почек?

- регуляция деятельности печени
- + регуляция свертывания крови и фибринолиза
- иммунологическая регуляция
- регуляция обмена жиров
- регуляция опорно-двигательного аппарата

15. Какое вещество различают на разрезе почки?

- + корковое
- межуточное
- серозное
- эпителиальное
- венозное

16. Какое вещество различают на разрезе почки?

- + мозговое
- межуточное
- серозное
- эпителиальное
- венозное

17. Какая структура располагается в корковом веществе?

- + почечное тельце
- пирамида
- почечный сосочек
- почечные столбы
- почечные чашки

18. Какая структура располагается в корковом веществе?

- пирамида
- почечный сосочек
- + почечные канальцы
- почечные столбы
- почечные чашки

19. Какая структура располагается в мозговом веществе?

- почечные канальцы
- почечное тельце
- извитые канальцы
- почечные извилины
- + почечные чашки

20. Какая структура располагается в мозговом веществе?

- почечные канальцы
- почечное тельце
- извитые канальцы
- почечные извилины
- + почечные столбы

21. Структурно-функциональная единица почки:

- + нефрон
- нейрон
- аксон
- интерферон
- ацинус

22. В состав нефрона входят:

- + петля Генле
- петля Шванна
- петля Бейлиса

23. В состав нефрона входят:

- + капсула клубочка
- капсула стенки
- каналец Шванна
- каналец Геринга

24. В состав нефрона входят:

- проксимальный и дистальный канальцы
- аналитические канальцы
- внутренние канальцы
- наружные канальцы

25. Какой механизм образования мочи?

- клубочковая реабсорбция
- + клубочковая фильтрация
- канальцевая фильтрация
- клубочковая секреция
- канальцевая сегментация

26. Какой механизм образования мочи?

- клубочковая реабсорбция
- + канальцевая реабсорбция
- канальцевая фильтрация
- клубочковая секреция
- канальцевая сегментация

27. Какой механизм образования мочи?

- клубочковая реабсорбция
- канальцевая фильтрация
- клубочковая секреция
- канальцевая сегментация
- + канальцевая секреция

28. Какое количество первичной мочи образуется за сутки?

- 10- 30 л
- 50- 80 л
- 100 – 120 л
- + 150-180 л
- 250-300 л

29. Каков основной фактор фильтрации?

- артериальное давление
- венозное давление
- + гидростатическое давление
- осмотическое давление
- седиментационное давление

30. Фильтрации препятствует:

- артериальное давление
- венозное давление
- + онкотическое давление
- осмотическое давление
- гидростатическое давление

31. Какой показатель количественно характеризует фильтрацию?

- время канальцевой реабсорбции
- скорость канальцевой реабсорбции
- + скорость клубочковой фильтрации
- скорость канальцевой реабсорбции
- время канальцевой реабсорбции

32. Какое вещество используется для определения скорости клубочковой фильтрации?

- + инулин
- секретин
- инсулин
- трипсин
- ренин

33. Чему равна скорость клубочковой фильтрации у мужчин?

- 50 мл/мин
- 80 мл/мин
- 100 мл/мин
- + 125 мл/мин
- 185 мл/мин

34. Чему равна скорость клубочковой фильтрации у женщин?

- 50 мл/мин
- 80 мл/мин
- + 110 мл/мин
- 125 мл/мин
- 185 мл/мин

35. Что обозначает термин «реабсорбция»?

- прямое всасывание веществ
- + обратное всасывание веществ

- всасывание не происходит

36. Какое вещество подвергается реабсорбции?

- целлюлоза

- пектин

+ глюкоза

- лигнин

- левамикоза

37. Что подвергается реабсорбции?

- целлюлоза

- пектин

- лигнин

- амилаза

+ аминокислоты

38. Что подвергается реабсорбции?

- целлюлоза

- пектин

- мальтаза

+ микроэлементы

- лигнин

39. Что подвергается реабсорбции?

- целлюлоза

- пектин

- лигнин

+ вода

- кровь

40. Каково количество конечной мочи?

- 500 мл.
- 1000 мл
- + 1500 мл
- 2000 мл
- 2500 мл

41. Какими способами происходит реабсорбция?

- прямой
- обратный
- + активный
- наружный
- внутренний

42. Какими способами происходит реабсорбция?

- прямой
- обратный
- + пассивный
- наружный
- внутренний

43. Каков вид активного транспорта имеет место при реабсорбции?

- адгезивно-агрегационный
- сосудисто-тромбоцитарный
- нервной-мышечный
- + первично-активный
- нейро-гуморальный

44. Каков вид активного транспорта имеет место при реабсорбции?

- адгезивно-агрегационный
- сосудисто-тромбоцитарный
- нервной-мышечный
- + вторично-активный
- нейро-гуморальный

45. Какой компонент входит в поворотно-противоточную систему?

- нефрон
- каналец
- + петля Генле
- петля Шванна
- извитая трубочка

46. Какой компонент входит в поворотно-противоточную систему?

- нефрон
- каналец
- петля Шванна
- сегментоядерная трубочка
- + собирательная трубочка

47. Как движется жидкость при работе поворотно-противоточной системы?

- в одном направлении
- движения не происходит
- + в разных направлениях

48. Выполняет ли эпителий канальцев секреторную функцию?

- + да
- нет

49. Канальцевая секреция:

- + активный процесс
- пассивный процесс

50. В каком случае уменьшается диурез?

- в покое
- + при болевом воздействии
- во время сна

Сокращения:

- АДГ – антидиуретический гормон
- ЮГА – юкстагломерулярный аппарат
- P фильтр. – фильтрационное давление
- P гидр. - давление гидростатическое
- P онк. – давление онкотическое
- C ин – клиренс инулина
- M ин – концентрация инулина в конечной моче
- V – объем мочи в 1 мин
- P ин – концентрация инулина в плазме

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас по нормальной физиологии/ Под ред. Н.А.Агаджаняна.-М.: Медицина, 1986.-351 с.
2. Атлас анатомии человека/ М. Р. Сапин, Д.Б.Никитюк. – М.: АПП «Джангар», 2002. – 280 с.
3. Основы физиологии человека / Агаджанян Н.А., Власова И.Г., Ермакова Н.В., Торшин В.И. - М.: Изд-во РУДН, 2003. - 408 с.
4. Козлов В.И. Анатомия человека / В.И. Козлов, О.А.Гурова. - Изд-во РУДН, 2002. - 187 с.
5. Самусев Р.П. Анатомия человека / Р.И.Самусев.- М.: ООО "Издательский дом "Оникс 21 век": ООО "Мир и Образование", 2002. - 576 с.
6. Физиология человека / Под ред. В.М.Покровского, Г.Ф.Коротько. - М., Медицина, 2003. - 656 с.
7. Физиология человека / Под ред. В.М.Смирнова. М., Медицина, 2002. - 608 с.
8. Физиология. Основы и функциональные системы: Курс лекций/ Под ред К.В.Судакова. - М., Медицина, 2000. - 784 с.
9. Филимонов В.И: Руководство по общей и клинической физиологии/ В.И.Филимонов.- М. Медицинское информационное агентство, 2002. - 958 с.
10. Ройтберг Г.Е. Лабораторная и инструментальная диагностика заболеваний внутренних органов/ Ройтберг Г.Е., Струтынский А.В.- М.: ЗАО «Издательство БИНОМ».- 1999. – 622 с.

РИЦ «МЕВ», г. Челябинск, ул. Воровского, 73

me_ves@mail.ru

Тиражирование брошюр, методических разработок и т.п. без предоплаты и с рас-
срочкой платежа
в г. Челябинске и г. Екатеринбурге

№ «Медицинский Вестник» №2'2010 г. (165)

УЧРЕДИТЕЛЬ: Евдокимов Виталий Владимирович

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: Евдокимов Владимир Григорьевич

✉ г. Челябинск, ул. Воровского, 73

☎ (351-2) 513-188 📧 me_ves@mail.ru INTERNET: www.medpulse.h1.ru

приглашаем авторов к сотрудничеству

Сдано в печать 10.01.10 г. П-е работы 454080, г. Челябинск, ул. Коммуны 137а; тир. 200.
цена свободная
