

Физиология мочевыделительн ой системы

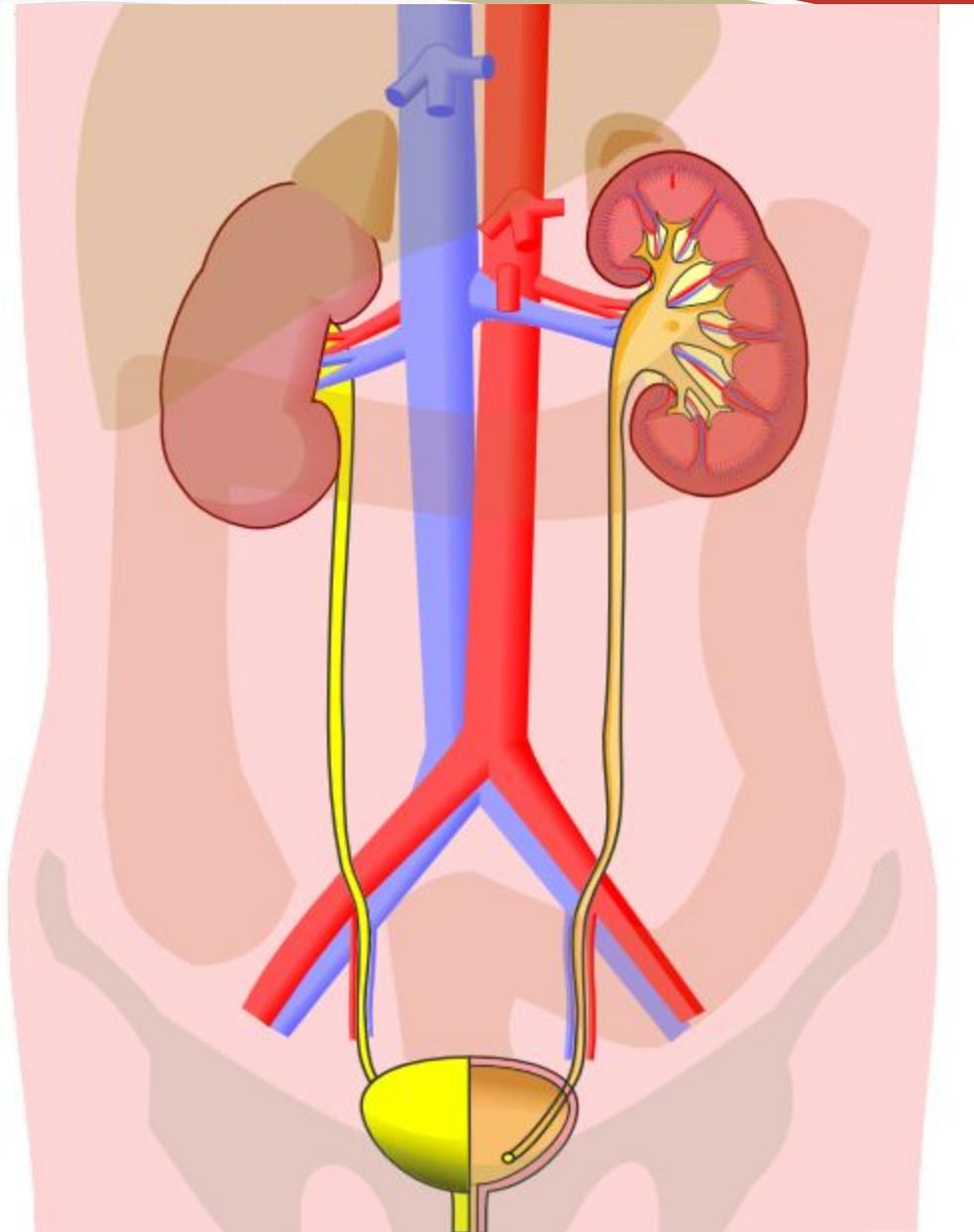
Физиология, механизм мочевыделительной системы

Выделение – освобождение организма от конечных продуктов обмена, чужеродных веществ и избытка питательных веществ. Главными органами, выполняющими выделительную функцию, являются почки и легкие.

Почки выделяют практически все азотсодержащие вещества, больше половины воды, минеральные соли, избыток питательных веществ, чужеродные вещества.

Легкие удаляют практически весь образующийся в организме углекислый газ, небольшое количество воды, некоторые летучие вещества.

Выделительную функцию кроме почек и легких выполняют также кожа, желудочно-кишечный тракт, слюнные железы и слизистые оболочки.



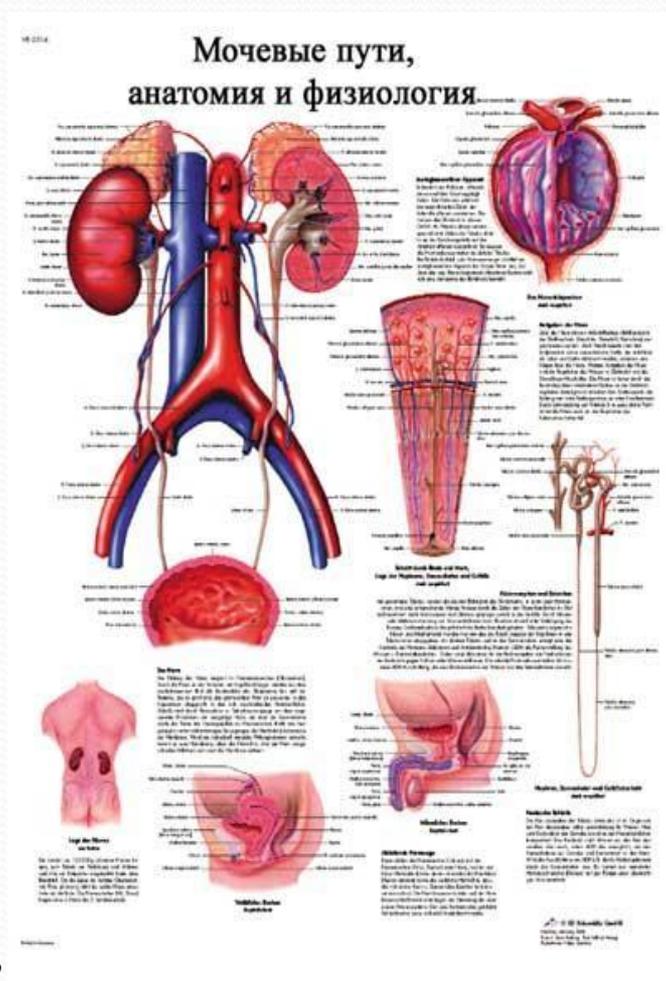
Железы пищеварительного тракта выделяют соли тяжелых металлов, чужеродные органические соединения, небольшое количество мочевины и мочевой кислоты, лекарственные вещества. Экскреторная функция слюнных желез и всей пищеварительной системы возрастает при нарушении функции почек. При этом заметно увеличивается выведение продуктов обмена белков.

Печень также принимает участие в выделении. С помощью печени через желудочно-кишечный тракт удаляются из крови гормоны и продукты их превращений, продукты обмена гемоглобина, конечные продукты обмена холестерина – желчные кислоты.

Потовые железы играют важную роль в выделении воды. Они выделяют также соли натрия, калия, кальция, мочевины, креатинин, мочевую кислоту, небольшое количество углекислого газа.

Сальные железы выделяют продукты обмена половых гормонов, кортикостероидов, витаминов, ферментов.

Таким образом, многие органы участвуют в процессах выделения, но почка является главным из них.



Функции почек

Функции почек объединяют в четыре основные группы:

1. *Экскреторная функция* – выведение продуктов обмена белков (мочевины, мочевой кислоты и креатинина), воды, гормоны и продукты их распада, лекарственные средства, избыток питательных веществ. Экскреторная функция почек выполняется в процессе мочеобразования, которое осуществляется с помощью фильтрации, реабсорбции и секреции.

Функции почек

2. Почка участвует в метаболических процессах. В ней активно идет глюконеогенез – особенно при голодании. Почка участвует в обмене липидов. Почка расщепляет белки, реабсорбируемые из первичной мочи с помощью пиноцитоза, участвуя тем самым в обмене белков. В ней синтезируются важные компоненты клеточных мембран, которые затем поступают в кровь. В почке образуется основное количество аргинина, необходимое для организма. В ней расщепляются пептидные гормоны, образуются аминокислоты аланин и серин, образуются вещества, которые выделяются из организма, унося с собой продукты распада белков, гормонов.

Функции почек

3. Почка участвует в регуляции рН, осмотического и артериального давления, постоянства ионного состава плазмы крови, регуляции объема внеклеточной жидкости.
4. Почка продуцирует биологически активные вещества: ренин (активирует ангиотензиноген, который вызывает сужение сосудов), урокиназу (активирует плазминоген, который вызывает фибринолиз), тромбопластин, тромбоксан (способствует агрегации тромбоцитов и сужению сосудов), простациклин (тормозит агрегацию тромбоцитов), эритропоэтин, тромбопоэтин, аденозин.
5. Защитная функция почки заключается в том, что она обезвреживает чужеродные ядовитые вещества.

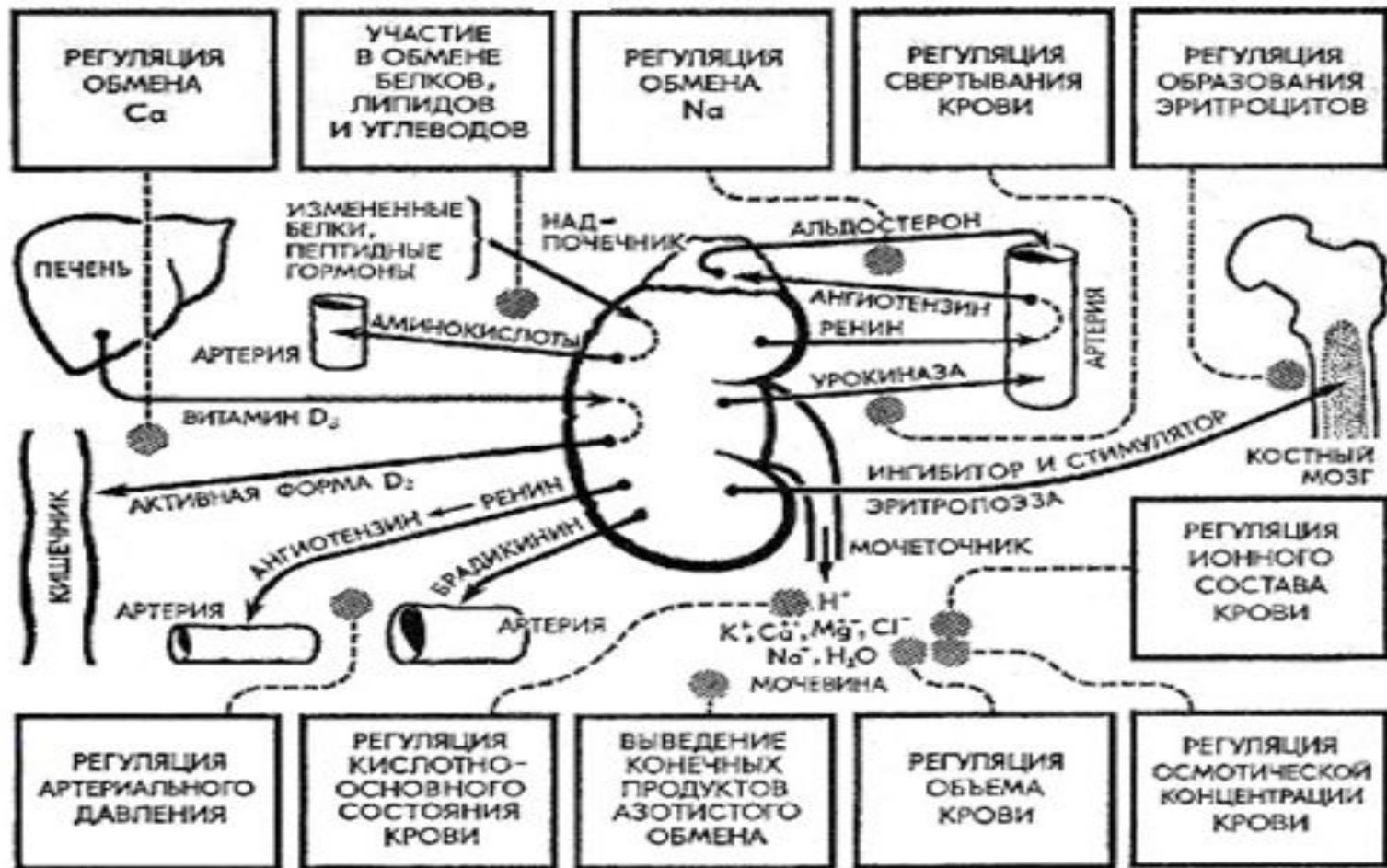
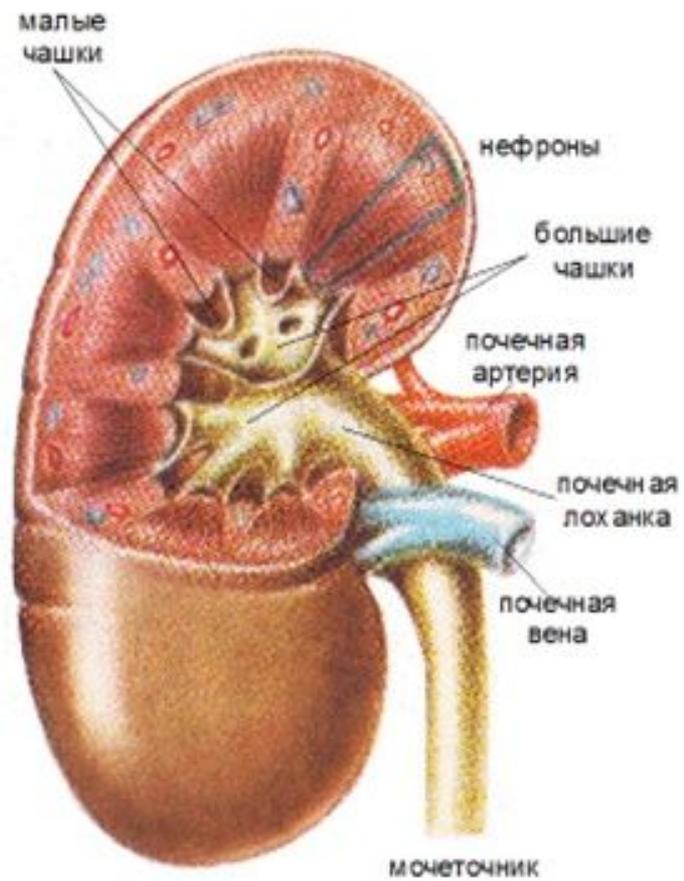


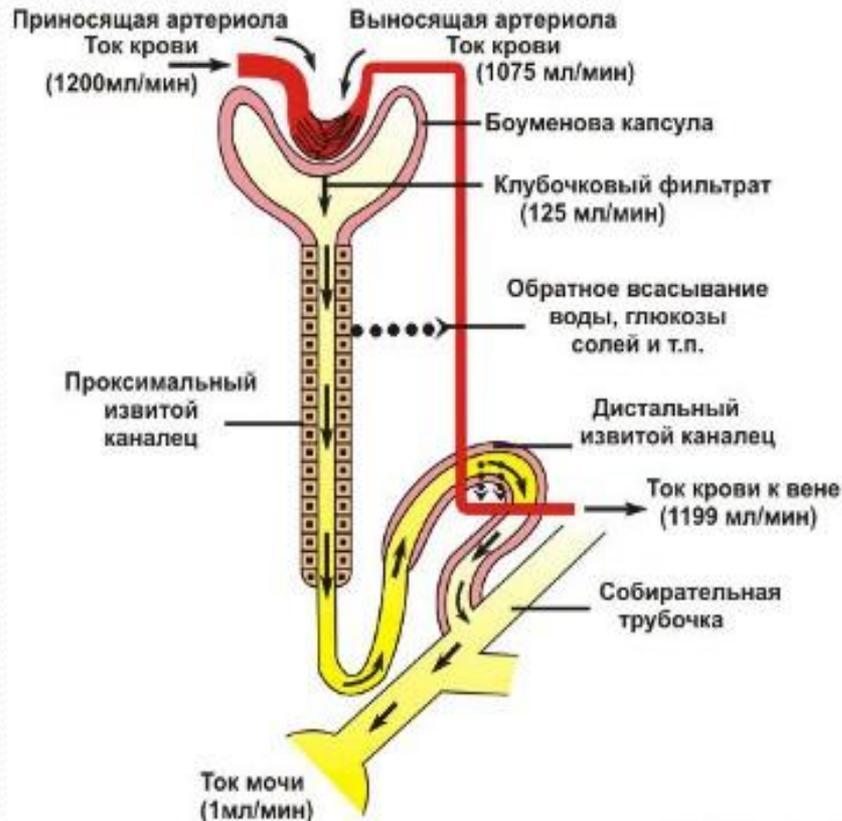
Схема части функций,
 которые почки выполняют в организме.

ПОЧКИ



Механизм мочеобразования

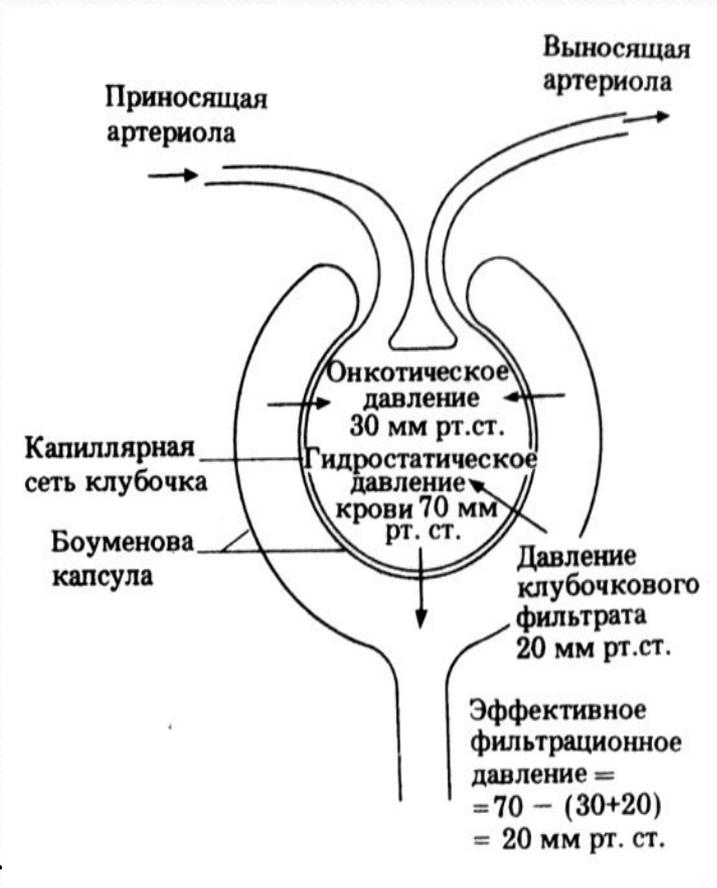
Мочеобразование – это процесс, который протекает в две фазы.



Основной функцией нефрона является мочеобразование, которое осуществляется за счёт трёх последовательных процессов:

- 1) ультрафильтрация (клубочковая фильтрация) – процесс пассивный и неизбежный, т. к. вместе с отходами из крови удаляются и вещества, необходимые для жизнедеятельности;*
- 2) канальцевая реабсорбция (обратное всасывание) – механизм обратного всасывания воды тесно связан с активным транспортом катионов через плазматические мембраны клеток;*
- 3) секреция и синтез (завершающий процесс) – это транспорт веществ из крови в просвет канальцев (мочу).*

Первая фаза –
фильтрационная. Она протекает в капсуле Шумлянско-Боумена и заключается в образовании первичной мочи. Первичная моча – это плазма крови, лишенная белков. Первичная моча фильтруется из капилляров мальпигиева клубочка в полость капсулы. Для того чтобы была возможна фильтрация, необходима значительная разность давления в сосудах и капсуле.



□ Такое давление в клубочке обеспечивается тем, что почечные артерии отходят непосредственно от брюшной аорты и кровь поступает в эти сосуды под большим давлением.

□ Кроме этого, диаметр приносящего сосуда больше диаметра выносящего. Объем фильтрации может изменяться.

□ Так, например, при повышении систолического артериального давления выше 180 мм рт.ст. объем фильтрации увеличивается. Физическая нагрузка, переход из горизонтального положения в вертикальное уменьшает клубочковую фильтрацию.

□ Увеличение онкотического давления плазмы крови препятствует фильтрации согласно закону осмоса.

□ Фильтрация мочи прекращается, если давление в капиллярах клубочков становится меньше 30 мм.рт.ст. За сутки в почках выделяется до 180л первичной мочи.

Вторая фаза – фаза реабсорбции. Фаза реабсорбции – обратного всасывания – идет в проксимальных извитых канальцах нефрона и петле Генле. Моча, которая течет по канальцам и петле нефрона называется *вторичной*. В проксимальных извитых канальцах реабсорбируется до 65% объема всего фильтрата. Полностью реабсорбируются аминокислоты, глюкоза, витамины, микроэлементы, белки (которые в малых количествах попадают в фильтрат), фосфаты, основная часть бикарбоната, Кроме этого здесь реабсорбируется значительная часть хлора, около 65% натрия.

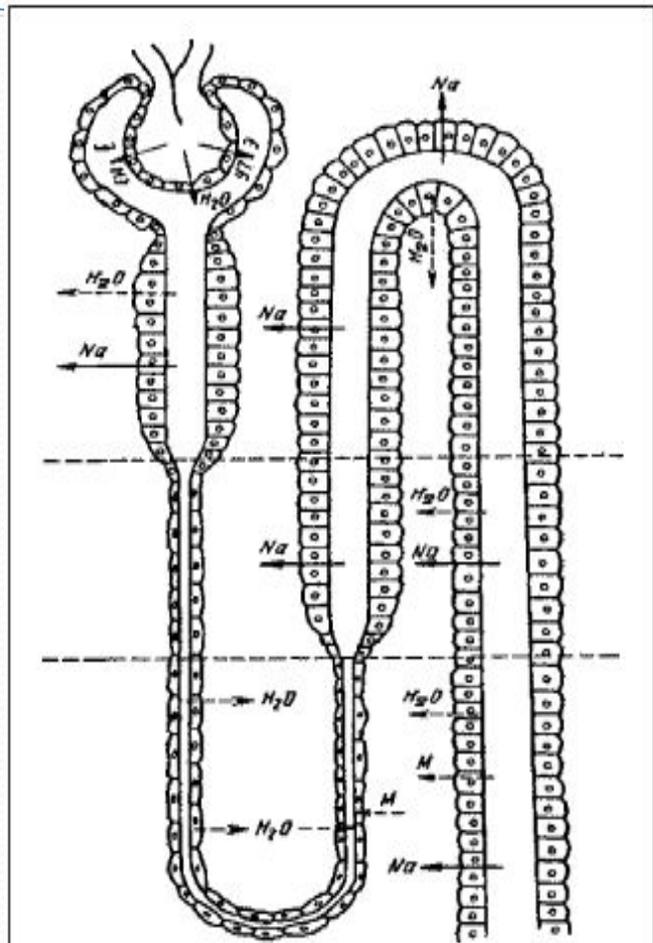


Рис. 1. Схема осмотического концентрирования и разведения мочи (по Ю. В. Наточину)

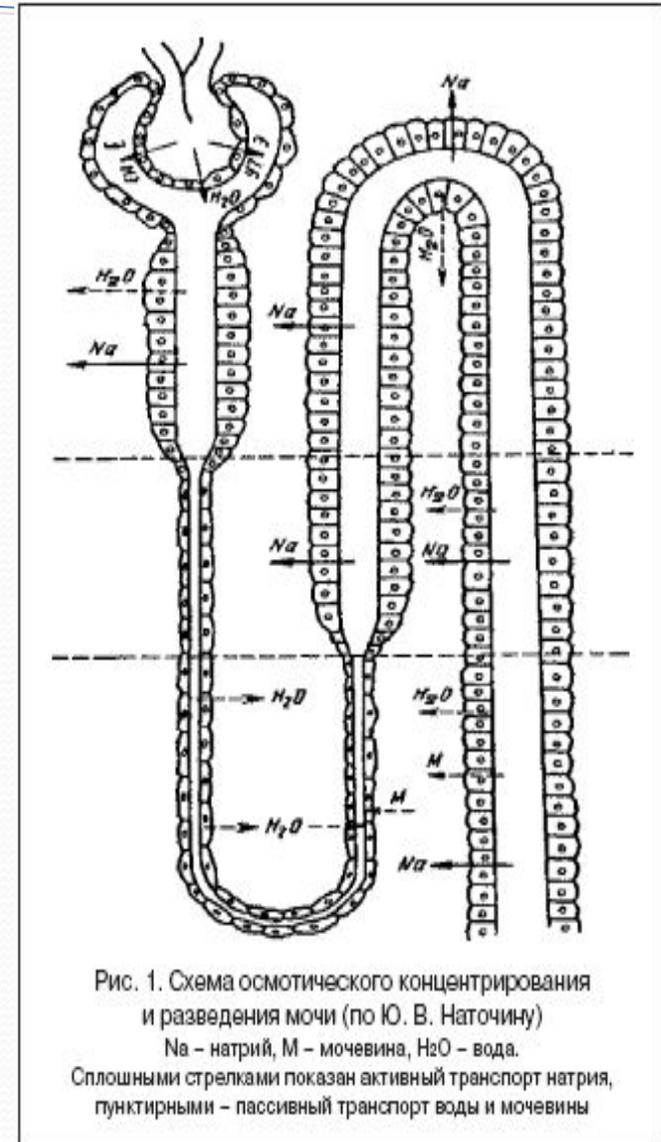
Na – натрий, М – мочевины, H₂O – вода.

Сплошными стрелками показан активный транспорт натрия, пунктирными – пассивный транспорт воды и мочевины

Совсем не реабсорбируются
Мочевина, аммиак, креатинин и сульфаты.
Вещества, которые реабсорбируются
полностью называются *пороговыми*, а те
которые не реабсорбируются
называются *непороговыми*.
Реабсорбция осуществляется с
помощью следующих механизмов:

- 1) вода и мочевины реабсорбируются
с помощью осмоса;
- 2) аминокислоты и глюкоза –
посредством натрий-зависимого
транспорта;
- 3) белки – пиноцитозом;
- 4) электролиты – первично-активным и
вторично-активным транспортом.

Кроме этого проксимальные канальцы
выполняют секреторную функцию.
Активной канальцевой секреции
подвергаются креатинин, мочевины,
краски, пенициллин. Почечные канальцы
синтезируют аммиак.



Из полости нисходящего колена в тканевую жидкость почки обильно поступает вода, что приводит к концентрации мочи. Из восходящего колена петли Генле в тканевую жидкость почки поступают ионы натрия.

Это приводит к увеличению концентрации ионов натрия, повышению осмотического давления и, следовательно, к отсасыванию воды из нисходящего колена петли Генле. Таким образом, в петле Генле происходит сгущение мочи – это феномен саморегуляции. Сгущение мочи продолжается в собирательных трубках.

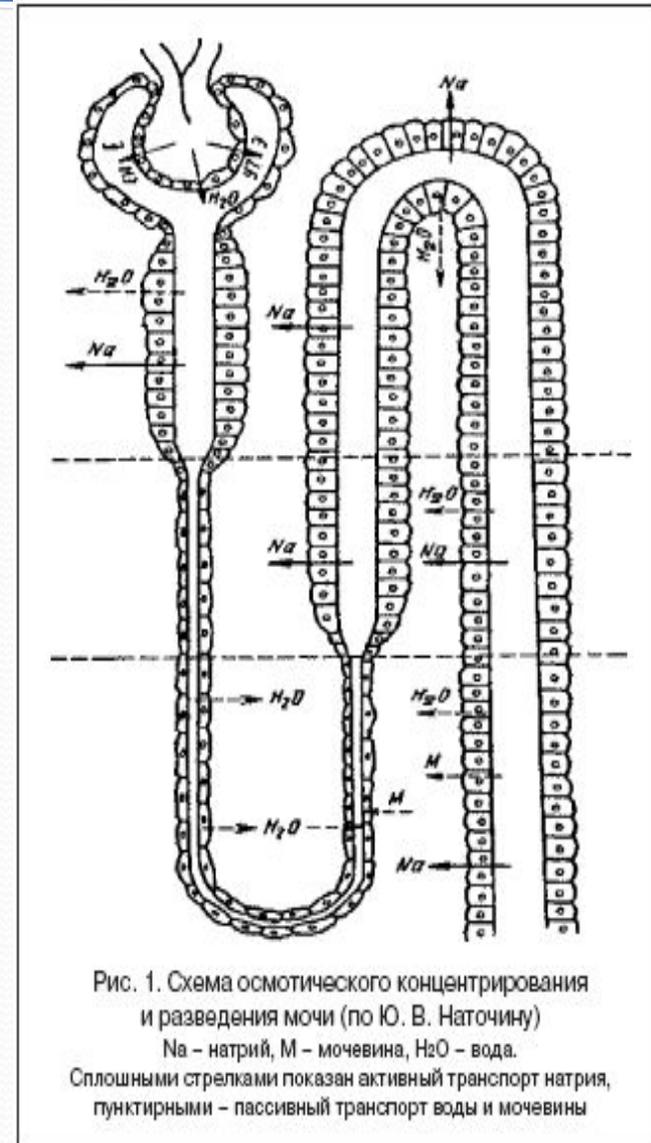


Таблица: «Образование мочи».

<i>Этапы мочеобразования</i>	<i>Процессы</i>	<i>Где образуется</i>	<i>Состав</i>
<i>I. Образование первичной мочи</i>	<i>ультрафильтрация</i>	<i>в почечной капсуле</i>	<i>плазма без белка</i>
<i>II. Образование вторичной мочи</i>	<i>обратное всасывание (реабсорбция), секреция</i>	<i>в канальцах</i>	<i>мочевина, мочевая кислота, креатинин, креатин</i>

Регуляция деятельности почек:

Деятельность почек регулируется:

- 1) вегетативной нервной системой симпатическими волокнами и блуждающим нервом, а также корой больших полушарий через ее влияние на эндокринную систему;
- 2) гуморальная регуляция осуществляется с помощью следующих гормонов:
 - а) *вазопрессин* (антидиуретический гормон - АДГ) – гормон гипофиза (при избытке вазопрессина мочеобразование прекращается, при недостатке – развивается несахарный диабет или несахарное мочеизнурение);
 - б) *альдостерон* - действует на клетки восходящего колена петли Генле, что усиливает процесс обратного всасывания ионов натрия и уменьшает реабсорбцию ионов калия.
 - в) *тироксин* – гормон щитовидной железы – усиливает мочеобразование;
 - г) *адреналин* – гормон надпочечников уменьшает мочеобразование.

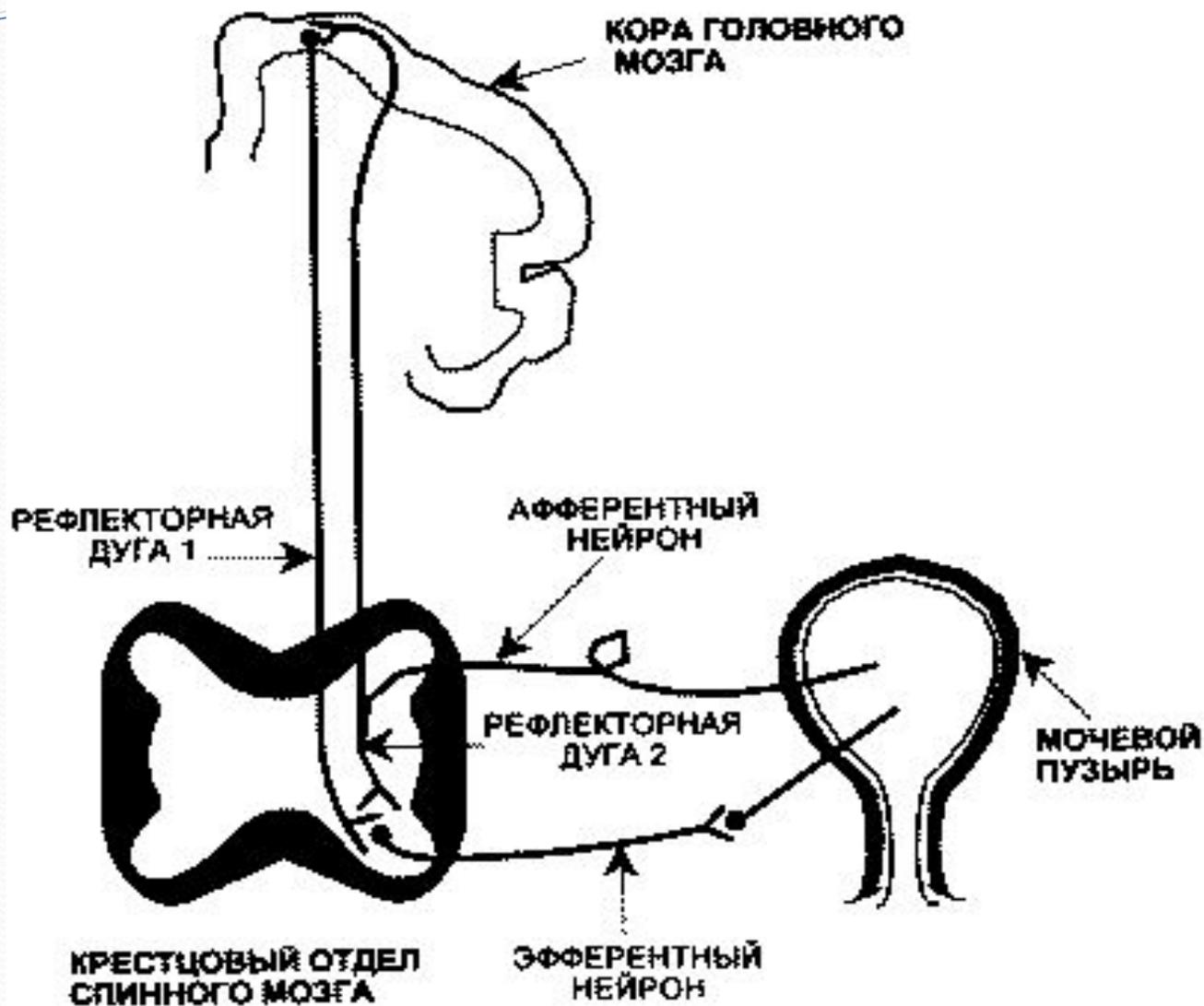


Рис. 2 Дуги рефлекса мочевого пузыря

Выведение мочи.

Моча после прохождения через извитые канальцы по выводным протокам поступает в лоханки, а затем по мочеточникам в мочевой пузырь.

Опорожнение мочевого пузыря осуществляется рефлекторно. Симпатическая нервная система способствует накоплению мочи (сжимает сфинктер), а парасимпатическая – выведению мочи (расслабляет круговую мышцу).

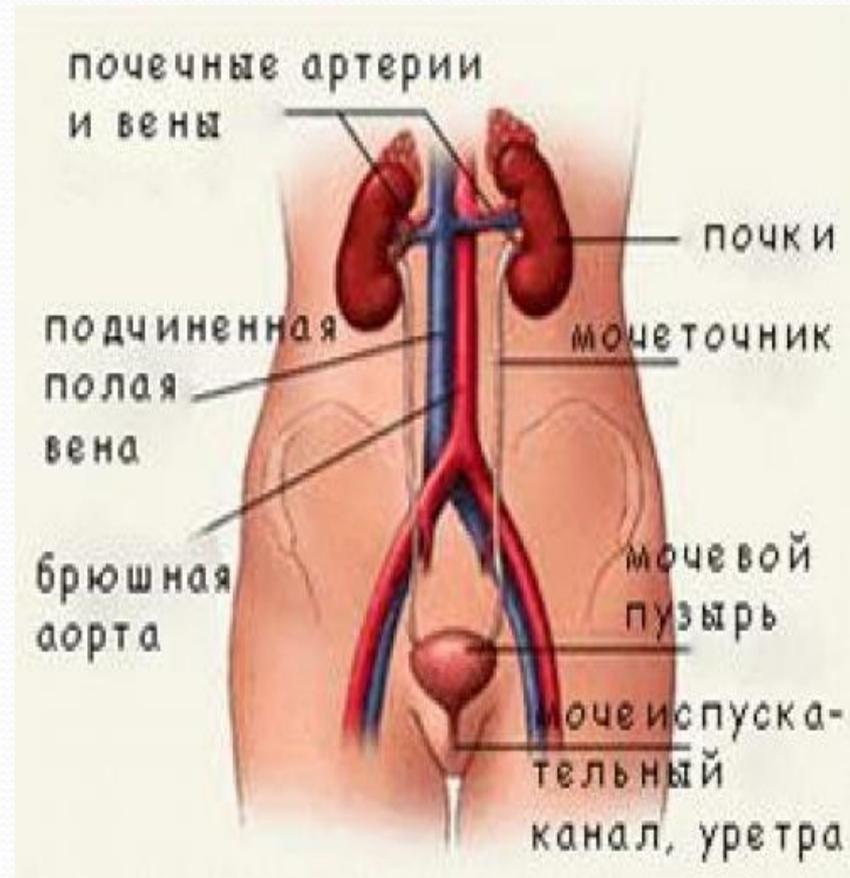
Центр мочеиспускания находится в крестцовом отделе спинного мозга. На деятельность этого центра оказывают возбуждающее влияние продолговатый мозг, задний гипоталамус и передний отдел моста, а средний мозг и кора больших полушарий тормозящее.

Позыв к мочеиспусканию возникает при объеме мочи 150-200 мл. После опорожнения в мочевом пузыре остается примерно 30 мл мочи.

Роль почки в регуляции объема воды в организме и осмотического давления.

Регуляция объема воды и осмотического давления в организме взаимосвязана. Имеется несколько механизмов поддержания этих показателей организма, и все они реализуются посредством изменения интенсивности выведения воды и электролитов. Регуляция выведения воды и электролитов из организма осуществляется в основном посредством изменения объема реабсорбции с помощью гормонов (АДГ, альдостерона, паратгормона, брадикининов и натрийдиуретического гормона).

- Кроме этого существует механизм регуляции с помощью изменения скорости клубочковой фильтрации за счет изменения фильтрационного давления, которое определяется в основном АД.
- Возможна также поведенческая регуляция с помощью изменения количества поступления воды и электролитов.



Состав конечной мочи.

С помощью почек из организма выводятся практически все азотсодержащие продукты обмена белков. С мочой за сутки выделяется 25-35 г мочевины, 0,4-1,2 г азота, 0,5 г аминокислот, 0,5-1,0 г мочевой кислоты, 1,5 г креатинина, 3-6 г натрия, 1,5-3,0 г калия. В норме концентрация азотсодержащих веществ в моче составляет: креатинина 60-100 ммоль/л, мочевины 5 ммоль/л, мочевой кислоты 0,25-0,30 ммоль/л, аммиака 0,03-0,08 ммоль/л. Белков и глюкозы в норме в моче нет. В мочу попадают в небольших количествах производные продуктов гниения белков в кишечнике – фенола, индола и скатола. В конечной моче имеются пигменты, образующиеся из билирубина (уробилиноген). В конечной моче также имеются производные гормонов, витамины, ферменты, электролиты. Плотность мочи составляет 1,005-1,025, осмотическое давление ее составляет 15-16 атм.



МОЧИ

АНАЛИЗ МОЧИ

Основной показатель	Норма
Объем мочи	Для детей до 3 лет: 600 - 750 мл в сутки Для взрослых: 1000 - 1500 мл в сутки
Цвет	Соломенно-желтый
Плотность	1,015 - 1,025
Прозрачность	Прозрачная
Белок	Не должно быть вообще (в результатах анализов обычно пишется латинское abs - «отсутствует»)
Сахар	Не должно быть вообще
Ацетон	Не должно быть вообще
Уробилин	Не должно быть вообще
Эритроциты	Допускается единичное наличие (1, у детей до 1 года - до 5 единиц)
Лейкоциты	Допускается единичное наличие (1 - 2, у девочек и женщин до 5 единиц)
Эпителий плоский	Допускается единичное наличие (до 5 единиц)
Эпителий переходный	Не должно быть вообще
Эпителий почечный	Не должно быть вообще
Цилиндры	Не должно быть вообще
Соли	Допускаются незначительные следы

Общий анализ крови (норма)

Показатель	Взрослые женщины	Взрослые мужчины
Гемоглобин	120—140 г/л	130—160 г/л
Эритроциты	3,7—4,7x10 ¹²	4—5,1x10 ¹²
Цветовой показатель	0,85—1,15	0,85—1,15
Ретикулоциты	0,2—1,2%	0,2—1,2%
Тромбоциты	180—320x10 ⁹	180—320x10 ⁹
СОЭ	2—15 мм/ч	1—10 мм/ч
Лейкоциты	4—9x10 ⁹	4—9x10 ⁹
Палочкоядерные	1—6%	1—6%
Сегментоядерные	47—72%	47—72%
Эозинофилы	0—5%	0—5%
Базофилы	0—1%	0—1%
Лимфоциты	18—40%	18—40%
Моноциты	2—9%	2—9%

Закрепление нового материала:

А) соотнесите слова, записанные в левой колонке с понятиями правой колонки.

КРОВЬ

белки, вода, витамины, глюкоза, аминокислоты, минеральные вещества

ПЕРВИЧНАЯ МОЧА

плазма, форменные элементы

ВТОИЧНАЯ МОЧА

вода, витамины, глюкоза, аминокислоты, минеральные вещества

ПЛАЗМА

креатин, мочевая кислота, мочевины, лекарства

Б) соотнесите название органа выделения и функцию, которую он выполняет.

а. накапливание мочи.

б. проведение мочи.

в. Образование мочи.

1. почки.

2. мочевого пузыря.

3. мочеточники.