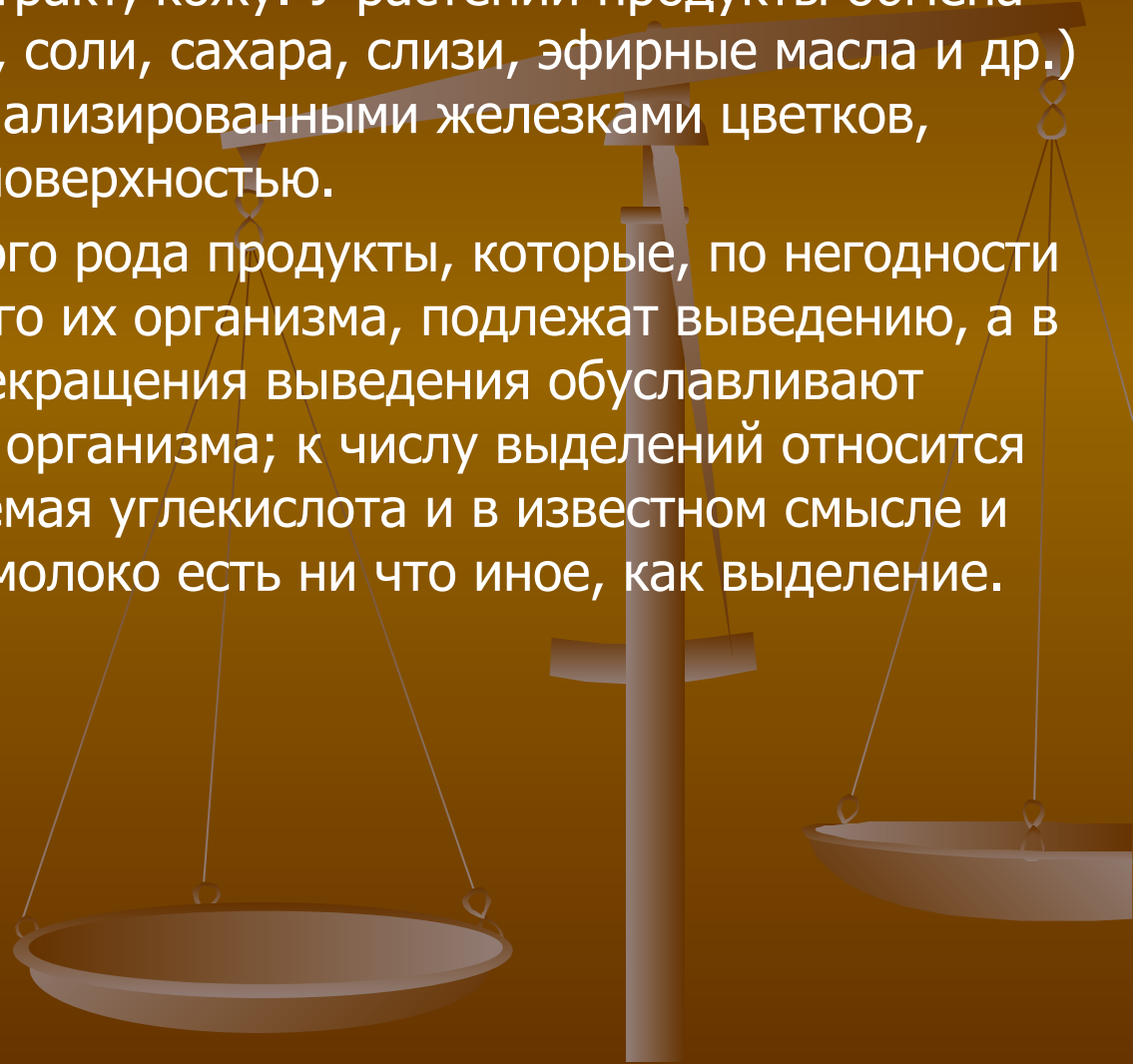


Выделительная система



ВЫДЕЛЕНИЕ (экскреция), в физиологии — освобождение организма от конечных продуктов обмена, чужеродных веществ и избытка воды, солей и органических соединений, поступивших с пищей или образовавшихся в организме. У человека и животных выделение осуществляется главным образом через почки, а также легкие (или жабры), пищеварительный тракт, кожу. У растений продукты обмена веществ (вода, углекислота, соли, сахара, слизи, эфирные масла и др.) выделяются корнями, специализированными железками цветков, листьев, стеблей или всей поверхностью.

Выделение - обозначает такого рода продукты, которые, по негодности их для самого производящего их организма, подлежат выведению, а в случае затруднения или прекращения выведения обуславливают заболевание и даже смерть организма; к числу выделений относится поэтому моча, пот, выдыхаемая углекислота и в известном смысле и кал. В указанном смысле и молоко есть ни что иное, как выделение.



Мочевые органы, выделение

Образующиеся в результате обмена веществ продукты распада удаляются из организма с помощью почек. Почки выделяют жидкие продукты распада: воду, соли, аммиак, мочевины и др. Удаляя из организма излишки воды и солей, они способствуют сохранению постоянства осмотического давления и pH. С помощью почек из организма удаляются вредные и ядовитые вещества, а также некоторые яды, принятые в виде лекарств. Почки сами участвуют в образовании ряда веществ, которые затем ими же выделяются: это аммиак, гиппуровая кислота и некоторые другие.

В систему мочевых органов входят почки, мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал. В почках происходит процесс мочеобразования (диурез). Из почек моча по мочеточникам поступает в мочевой пузырь, служащий резервуаром для мочи, откуда по мочеиспускательному каналу моча выводится наружу. Кроме почек, функцию выделения выполняют кожа и легкие. Через кожу в составе пота выделяются из организма продукты обмена белков, а также вода и соли, а через легкие - углекислый газ и вода (в виде водяных паров).

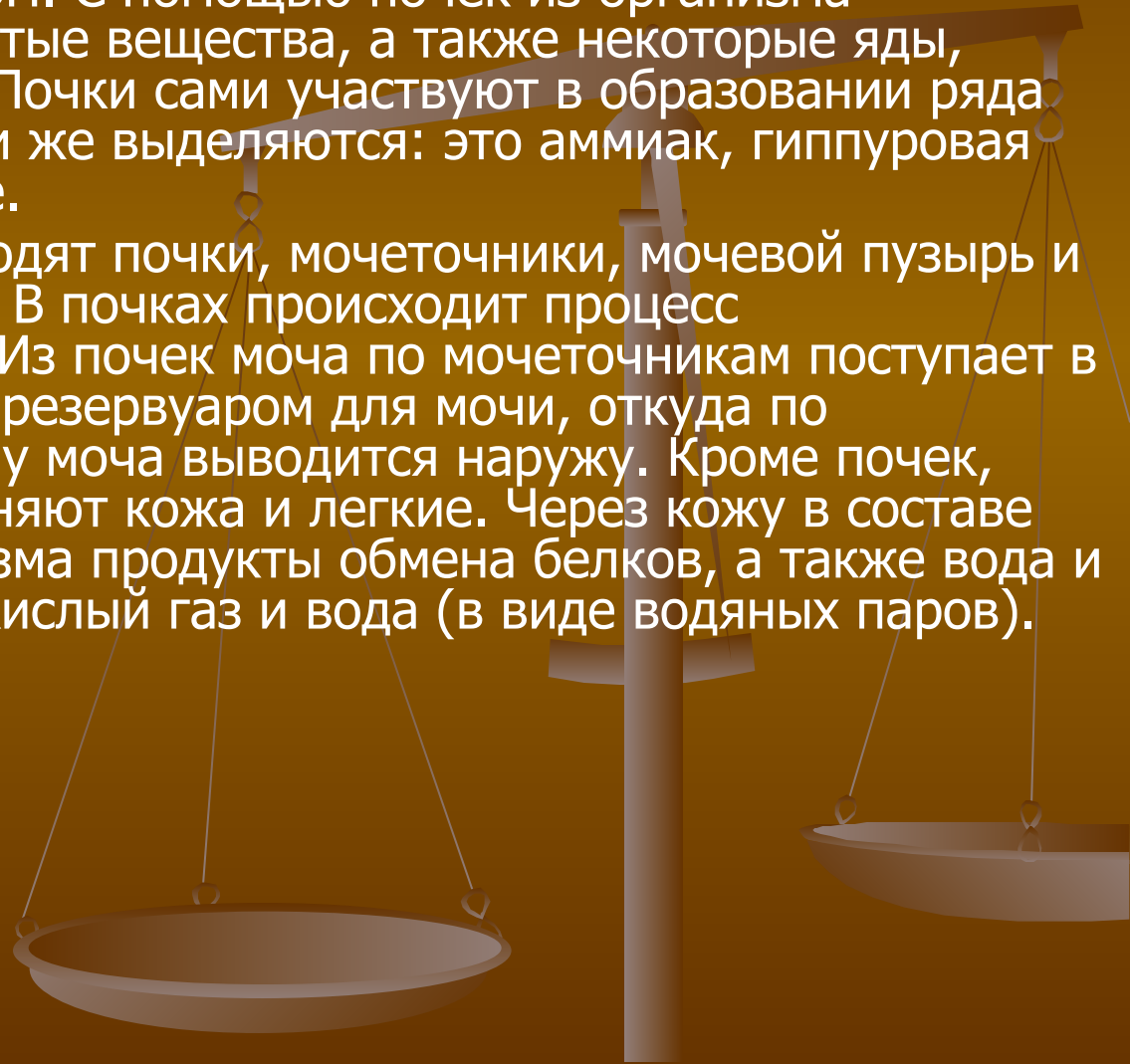
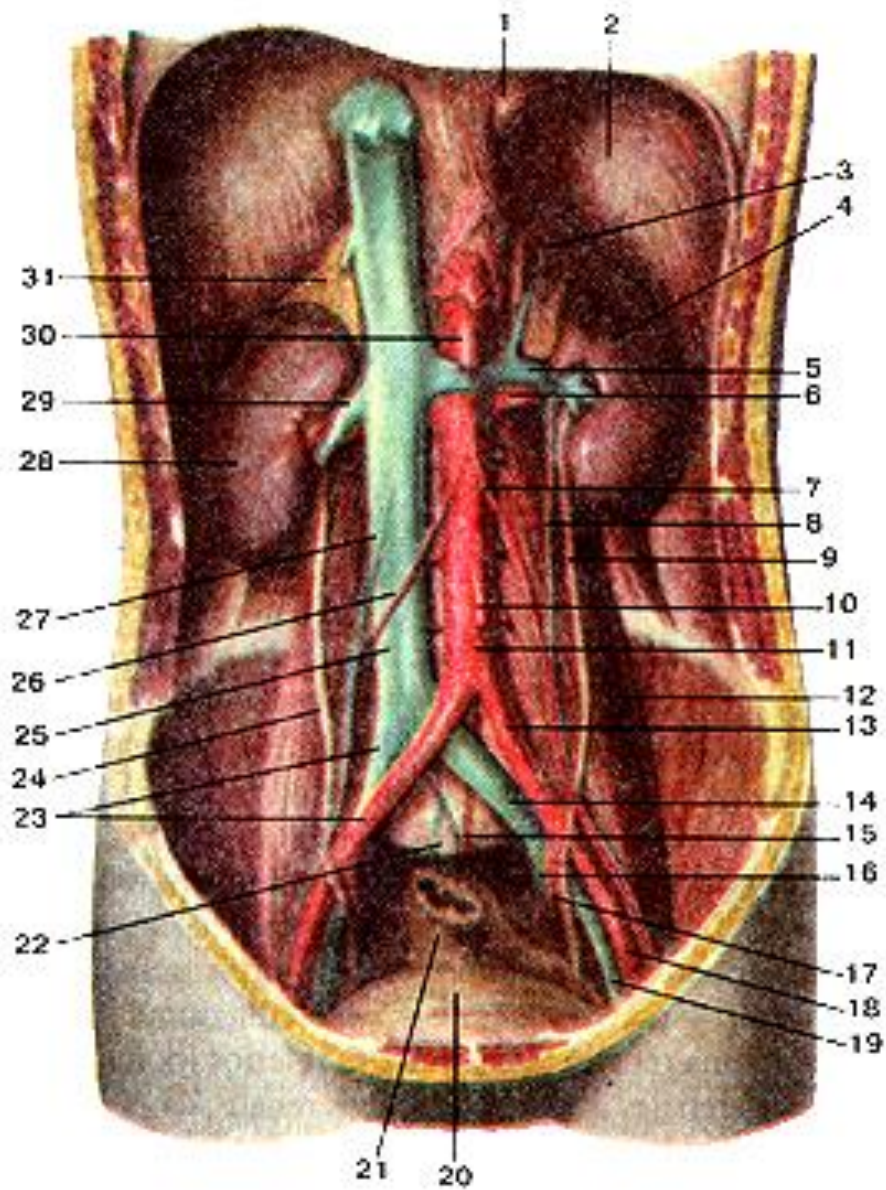


Рис. 219. Мочевые органы (organa urinaria) в брюшной полости. Вид спереди. Пристеночная брюшина удалена. 1-пищевод (отрезан); 2-диафрагма; 3-левый надпочечник; 4-левая почка; 5-левая почечная вена; 6-левая почечная артерия; 7-левая яичковая артерия; 8-левая яичковая вена; 9-левый мочеточник; 10-нижняя брыжеечная артерия; 11-аорта; 12-большая поясничная мышца; 13-левая общая подвздошная артерия; 14-левая общая подвздошная вена; 15-срединная крестцовая артерия; 16-левая внутренняя подвздошная артерия; 17-левая внутренняя подвздошная вена; 18-левая наружная подвздошная артерия; 19-левая наружная подвздошная вена; 20-мочевой пузырь; 21-прямая кишка (отрезана); 22-мыс крестца; 23-правая общая подвздошная артерия; 24-правый мочеточник; 25-нижняя полая вена; 26-правая яичковая артерия; 27-правая яичковая вена; 28-правая почка; 29-правая почечная вена; 30-верхняя брыжеечная артерия; 31-правый надпочечник.



СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ПОЧКИ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Почки участвуют в регуляции объема жидкостей внутренней среды, концентрации в них отдельных ионов, суммарной концентрации осмотически активных веществ, рН крови. Почки обеспечивают экскрецию конечных продуктов азотистого обмена, чужеродных веществ, избытка органических и неорганических веществ. Важное значение для организма имеет выработка в почке физиологически активных веществ (ренина, активной формы витамина D₃, эритропоэтина) и ее метаболическая функция, связанная с регуляцией обмена углеводов, белков и липидов в организме (рис. 13.4). Таким образом, почки играют важнейшую роль в поддержании постоянства основных физико-химических констант крови, регуляции ее объема, артериального давления, состава ее органических компонентов.

Выполнение почкой своих функций обеспечивают четыре процесса, лежащие в основе деятельности почки:

ультрафильтрация жидкости в почечных клубочках;

реабсорбция (обратное всасывание) в канальцах ценных для организма веществ;

секреция (поступление из крови околоканальцевых капилляров в просвет канальца) ряда веществ, подлежащих удалению из организма;

синтез новых веществ, которые либо поступают в кровь, либо удаляются почкой (рис. 13.5).

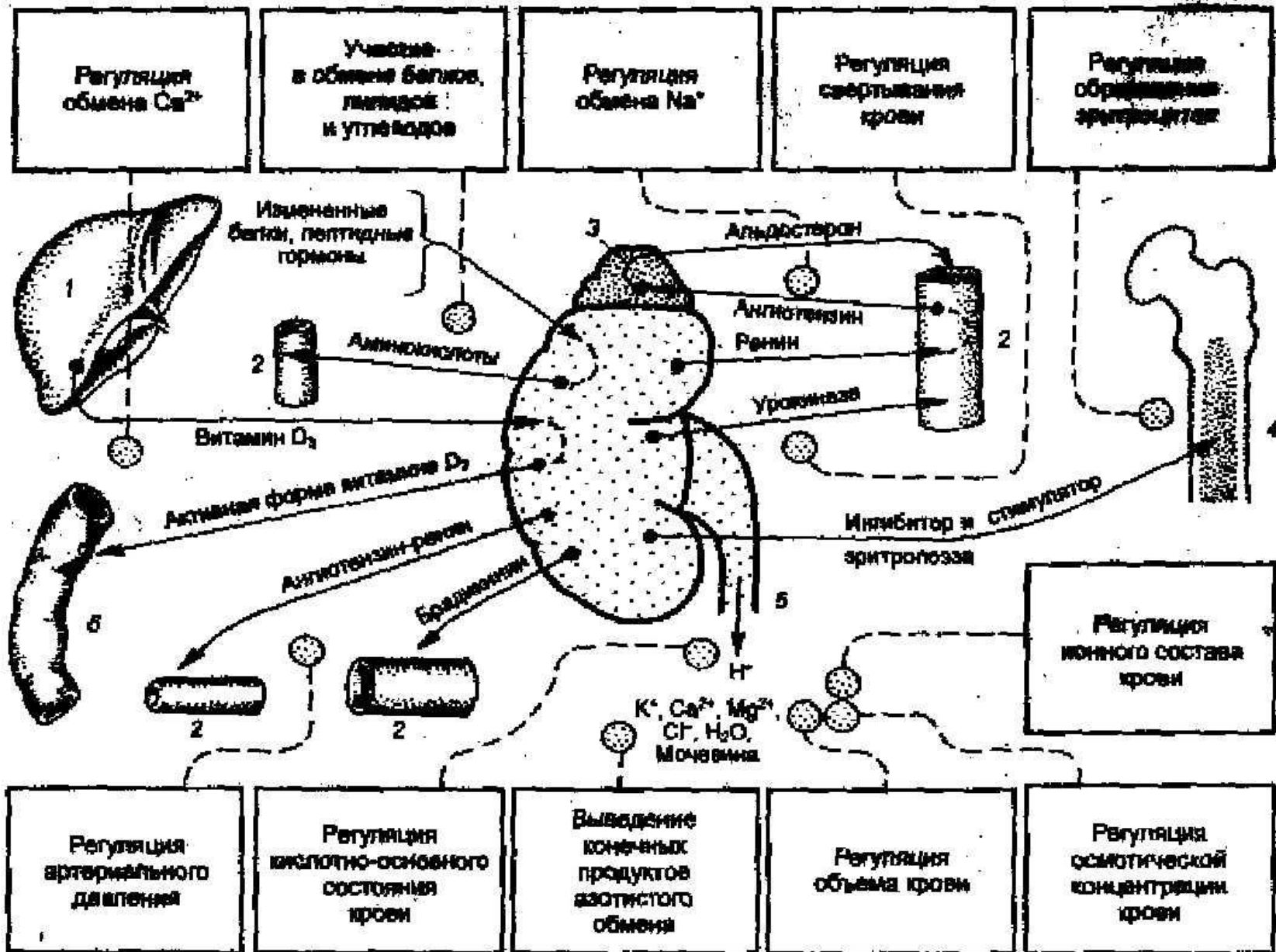


Рис. 13.4

Функции почки у млекопитающих

1 — печень, 2 — артерия, 3 — надпочечник, 4 — костный мозг, 5 — мочеточник, 6 — кишечник.

Почка млекопитающих состоит из двух слоев: внешнего, коркового, и лежащего под ним *мозгового вещества*, содержащего наружную и внутреннюю части. Функциональной единицей почки является *нефрон*, в почке у человека их насчитывается около 1 млн. Каждый нефрон начинается с двустенной капсулы по-почечного клубочка (Шумлянско-Боуме-на), внутри которой находится клубочек капилляров. Внешний, париетальный, *листок капсулы Шумлянско-Боумена* переходят в проксимальный сегмент не-фрона, состоящий из извитой и прямой частей. В некоторых нефронах *имеется* очень короткий, в других — длинный тонкий отдел петли Генле, который соединяется с дистальным сегментом. В его состав входят толстая восходящая ветвь петли Генле, дистальный извитой каналец и связующий каналец, который соединен с собирательной трубкой. Функций каждую из перечисленных отделов нефрона различна.

В почке млекопитающих и человека существует несколько типов нефронов, отличающихся по расположению клубочков: поверхностные, интракортикальные (лежащие внутри коркового слоя) и юкстамедуллярные (их клубочки находятся у границы коры и мозгового вещества). Нефроны разных типов различаются по длине и структуре петли Генле и участию в процессе осмотического концентрирования мочи.

Помимо участия в мочеобразовании почка играет важную роль в качестве инкреторного органа, в котором образуется ряд физиологически активных веществ. Особое значение в этом отношении *имеет юктагломерулярный аппарат*, где синтезируется и секретруется *ренин* (рис.13.6)

Кровоснабжение почки

В 1 мин через сосуды обеих почек у человека проходит около 1200 мл крови, т. е. около 20-25% крови, выбрасываемой сердцем в аорту. Через сосуды коры почки протекает 91-93% крови, поступающей в почку, остальное ее количество снабжает мозговое вещество почки. Кровоток в коре почки в норме составляет 4-5 мл/г ткани. Важной особенностью почечного кровотока является *высокий уровень осморегуляции* — кровоток остается постоянным при изменении артериального давления более чем в два раза (например, с 90 до 190 мм рт. ст.).

Артерии почки отходят от брюшного отдела аорты, что обеспечивает высокий уровень артериального давления в приносящих артериолах, по которым кровь поступает в клубочек, содержащий разветвленную капиллярную сеть. Кровь от клубочка оттекает по выносящей артериоле. В конечном счете по венам почки кровь поступает в нижнюю полую вену. Из клубочков юкстамедуллярных нефронов выносящая артериола доставляет кровь в мозговое вещество, где образуются прямые артериолы (сосуды, участвующие в осмотическом концентрировании мочи).

Клубочковая фильтрация.

Образование мочи в почке начинается с *ультрафильтрации плазмы крови* в почечных клубочках. Жидкость проходит через клубочковый фильтр из просвета кровеносных капилляров в полость капсулы клубочка. Рассмотрим подробнее структуру этого фильтра и силы, обеспечивающие процесс ультрафильтрации.

Фильтрующая мембрана.

Фильтрующая мембрана состоит из трех слоев: эндотелия капилляров, базальной мембраны и внутреннего листка капсулы Шумлянского-Боумана, который образован эпителиальными клетками — *подоцитами*.

Клетки *эндотелия капилляров* имеют очень тонкие периферические участки, в *просвет сосуда* выступает лишь область клетки, где находится ядро. Боковые части клетки пронизаны довольно крупными отверстиями, обычно затянутыми тонкими диафрагмами. При нормальной скорости кровотока крупные молекулы белка образуют над этими порами барьерный слой, что служит препятствием для прохождения через поры не только глобулинов, но и альбуминов.

Следующий барьер гламерулярного фильтра — *базальная мембрана*. Ее «поры» ограничивают прохождение молекул в зависимости от размера, форм. и заряда. Так как эта мембрана имеет сетчатую структуру, образованную тонкими нитями, происходит ограничение прохождение молекул размером более 3,4 нм. Отрицательно заряженная стенка пор затрудняет прохождение молекул с одноименным зарядом. Поры не являются круглыми, что так, существенно для ограничения фильтрации альбуминов.

Последним барьером на пути фильтруемых веществ служат *подоциты*. Это отростки (ножки) прилегают к базальной мембране со стороны капсул:-. Клубочка, между ножками подоцитов находятся пространства, по которым течет фильтруемая жидкость. Однако и в этом случае существует заслон - пути фильтруемых веществ — щелевые мембраны, перегораживающие пространство между ножками подоцитов. Они ограничивают прохождение альбуминов и других молекул с большой молекулярной массой. Такой многослойный фильтр в клубочковой мембране обеспечивает сохранение белков в крови образование практически безбелковой *первичной мочи*.

Ультрафильтрация.

Основной силой, обеспечивающей возможность ультрафильтрации в почечных клубочках, является гидростатическое давление крови в сосудах. Эффективное фильтрационное давление, от которого зависит скорость клубочковой фильтрации, определяется разностью между гидростатическим давлением крови в капиллярах клубочка и противодействующими ей факторами — онкотическим давлением белков плазмы крови и гидростатическим давлением жидкости в капсуле клубочка.

В почке у человека из каждого 1 л плазмы крови образуется 190-200 мл ультрафильтрата. Эта величина получила название *фильтрационной фракции*, она представляет собой долю фильтруемой жидкости из общего объема плазмы крови, притекающей к почечным клубочкам.

С помощью микроманипулятора и микропипетки из полости почечного клубочка можно извлечь ультрафильтрат и определить его состав. В нем также, как и в плазме крови, концентрация глюкозы, аминокислот, мочевины, общее содержание осмотически активных веществ.

Особое значение для ультрафильтрации имеет связывание с белком двухвалентных катионов. С белками связано около 40% ионов Ca^{2+} и 25% ионов Mg^{2+} от общего их содержания в плазме крови. Остальные количества этих катионов поступают при ультрафильтрации в капсулу клубочка, где они представлены в двух формах: в виде свободных ионов и связанными с низкомолекулярными.

Реабсорбция в канальцах.

В почках у человека за 1 сутки образуется около 180 л ультрафильтрата и объем выделяемой мочи составляет от 1 до 1,6 л, остальная жидкость транскрибируется в почечных канальцах. Основное назначение реабсорбции обеспечивающей обратное всасывание веществ в канальцах, состоит в том, чтобы вернуть в кровь все жизненно важные вещества и в необходимых количествах, а экскретировать конечные продукты обмена веществ, токсические и чужеродные соединения и физиологически ценные вещества, если они находятся в избытке. Важное значение имеет фильтрация в клубочках гормонов и других физиологически активных веществ.

Отличительной особенностью, реабсорбции в проксимальном канальце является то, что вслед за всасываемыми веществами реабсорбируется вода вследствие высокой осмотической проницаемости стенки этого отдела нефрона. Всасывание отдельных веществ в канальцах обеспечивается разными способами, их описание поможет понять многообразие молекулярных механизмов реабсорбции в нефроне.

Клетки эпителия почечных канальцев являются полярными, асимметричными. Их плазматическая мембрана, обращенная в просвет канальца, называется *люминальной* или *апикальной*.

Для понимания физиологических механизмов реабсорбции веществ существенно, что в люминальной мембране локализованы переносчики и ионные каналы для многих веществ, обеспечивающие прохождение последних через мембрану в клетку. В базолатеральных мембранах содержатся Na, K-АТФаза, Ca-АТФаза переносчики некоторых органических веществ. Это создает условия для всасывания органических и неорганических веществ из клетки в межклеточную жидкость, в конечном счете — в сосудистое русло. Наличие в апикальной мембране натриевых каналов, а в базолатеральных мембранах натриевых насосов, обеспечивает возможность направленного потока ионов Na⁺ из просвета в клетку канальца и из клетки с помощью насоса в межклеточное вещество.

Таким образом, клетка функционально является асимметричной, обеспечивая поток веществ из просвета канальца в кровь. Для такого процесса имеются структурные и биохимические предпосылки. В базальной части клеток почечных канальцев сосредоточены митохондрии, в которых при клеточном дыхании вырабатывается энергия для работы ионных насосов.

Глюкоза. Ежедневно в канальцы почек у человека поступает 990 ммоль глюкозы, за сутки в почках реабсорбируется около 989,8 ммоль, т.е. моча оказывается практически свободной от глюкозы.

При повышении содержания глюкозы в плазме крови с 5 до 10 ммоль/л глюкоза появляется в моче. Это обусловлено тем, что в люминальной мембране клеток проксимального канальца находится ограниченное количество переносчиков глюкозы. Когда они полностью насыщаются глюкозой, достигается ее максимальная реабсорбция, а избыток начинает экскретироваться с мочой. Величина максимальной реабсорбции глюкозы имеет важное значение для функциональной оценки реабсорбционной способности клеток проксимальных канальцев.

Белки и аминокислоты. Ультрафильтрация приводит к тому, что в просвет нефронов поступают неэлектролиты и электролиты. В отличие от электролитов, которые, проникнув через апикальную мембрану, в неизменном виде достигают базальной плазматической мембраны и транспортируются в кровь, перенос белка обеспечивается иным механизмом, получившим название *пиноцитоз*. Молекулы профильтрованного белка адсорбируются на поверхностной мембране клетки, мембрана впячивается внутрь клетки с образованием пиноцитозной вакуоли. Вакуоль движется в сторону базальной части клетки; в около ядерной области, где локализован пластинчатый комплекс (аппарат Гольджи), они могут сливаться с лизосомами, в которых высока активность ряда протеолитических ферментов. В лизосомах захваченные белки в результате ферментативного гидролиза расщепляются до аминокислот и удаляются в кровь через плазматическую мембрану.

Профилировавшиеся в клубочках аминокислоты почти полностью реабсорбируются клетками проксимального канальца. В люминальной мембране имеется не менее четырех отдельных механизмов транспорта аминокислот из просвета канальца в кровь: специальные системы реабсорбции для нейтральных, двуосновных, дикарбоксильных аминокислот и иминокислот (содержат в молекуле двухвалентную аминогруппу $\sim\text{NH}$). Каждая из этих систем обеспечивает всасывание нескольких аминокислот только одной группы. Так, например, система реабсорбции двуосновных аминокислот участвует во всасывании лизина, аргинина, орнитина и, возможно, цистина. При введении в кровь избытки одной из указанных выше аминокислот начинается усиленная экскреция остальных аминокислот только этой группы. Системы транспорта отдельных групп аминокислот контролируются отдельными генетическими механизмами. Описаны наследственные заболевания, одним из проявлений которых служит увеличенная экскреция определенных групп аминокислот.

Выделение с мочой слабых кислот и оснований зависит от их ультрафильтрации в клубочках, реабсорбции и секреции в проксимальных канальцах, а также от не ионной диффузии, влияние которой особенно сказывается в дистальных канальцах и собирательных трубках. Эти соединения могут существовать в зависимости от pH среды в двух формах: неионизированной и ионизированной.

Канальцевая секреция

В современной физиологической литературе, касающейся деятельности почек, термин секреция имеет два значения. Первое из них описывает процесс переноса вещества через клетки из крови в просвет канальца в неизменном виде, что увеличивает скорость экскреции вещества почкой. Второе — выделение из клетки в кровь или в просвет канальца синтезированных в почке физиологически активных веществ (например, простагландины, брадикинин и др.).

Секреция органических и неорганических веществ — один из важных процессов, обеспечивающих процесс мочеобразования. У рыб некоторых видов в почке отсутствуют клубочки. В таких случаях секреция играет ведущую роль в деятельности почки. В почках большинства других классов позвоночных, в том числе и у млекопитающих, секреция обеспечивает выделение из крови в просвет канальцев дополнительных количеств некоторых веществ, которые могут фильтроваться и в почечных клубочках.

Таким образом, секреция ускоряет выделение почкой некоторых чужеродных веществ, конечных продуктов обмена, ионов. В почке у млекопитающих секретятся органические кислоты (пенициллин, мочева кислота), органические основания (холин, гуанидин), неорганические вещества (калий). В почке всех позвоночных местом секреции органических кислот и оснований служат клетки проксимального сегмента нефрона, особенно его прямой части, секреция калия преимущественно происходит в клетках дистального извитого канальца и собирательных трубок.

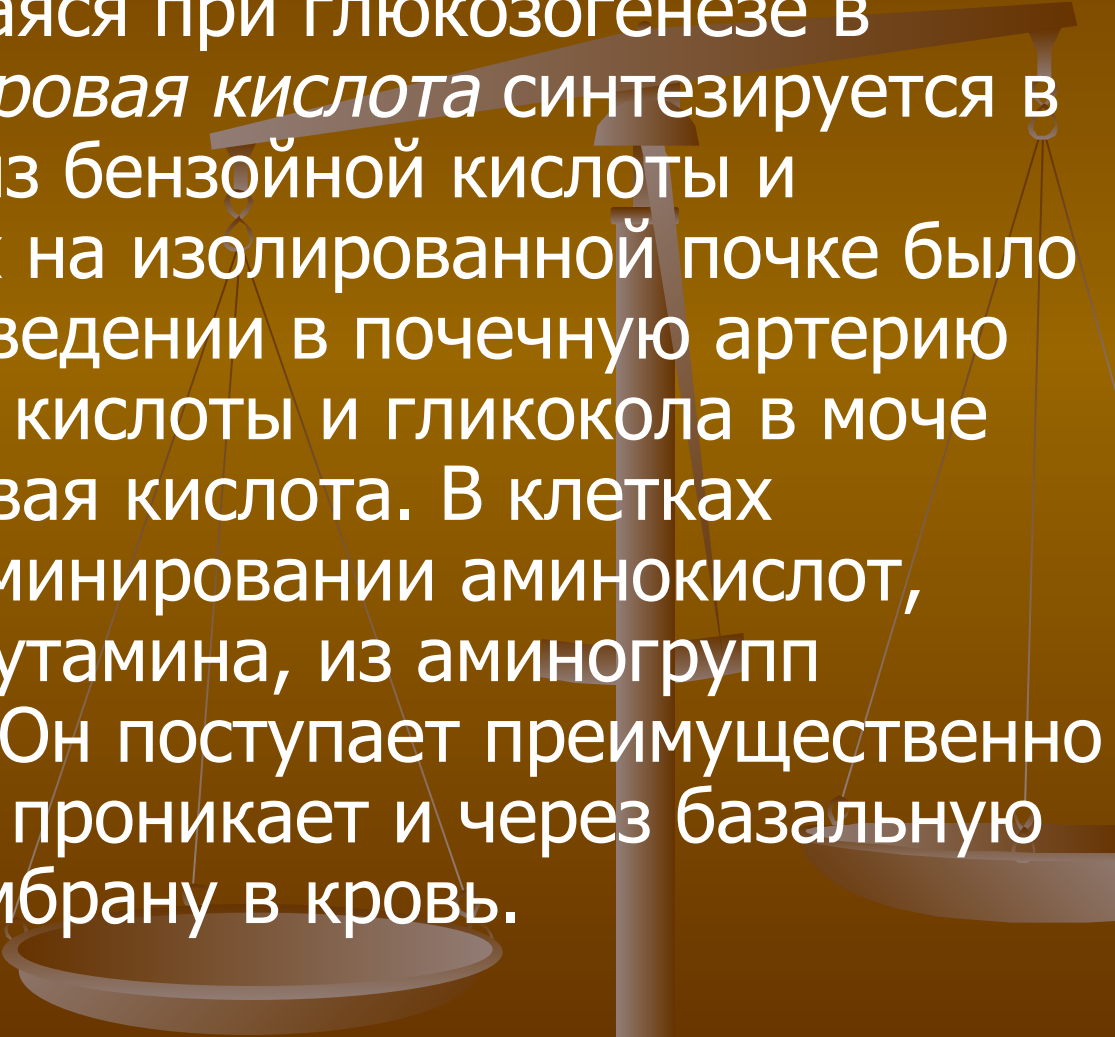
Механизм процесса секреция органических: кислот.

Рассмотрим этот процесс на примере выделения почкой ПАГ.

После введения в кровь ПАГ ее секреция почкой нарастает и очищение от нее крови значительно превышает величину очищения крови от одновременно введенного инулина. Это означает, что ПАГ не только фильтруется в клубочках, но и поступает в просвет нефрона в значительных количествах. Экспериментально было показано, что такой процесс обусловлен секрецией ПАГ из крови в просвет проксимальных отделов канальцев. В мембране клетки этого канальца, обращенной к межклеточной жидкости, имеется переносчик, обладающий высоким сродством к ПАГ. В присутствии ПАГ образуется комплекс переносчика с ПАГ, который перемещается в мембране и на ее внутренней поверхности распадается, высвобождая ПАГ в цитоплазму, а переносчик приобретает снова способность перемещаться к внешней поверхности мембраны.

Синтез веществ в почке

В почке образуются некоторые вещества, выделяемые в мочу (например, аммиак), а также поступающие в кровь (ренин, простагландины, глюкоза, появляющаяся при глюкозогенезе в почке, и др.). *Гиппуровая кислота* синтезируется в клетках канальцев из бензойной кислоты и гликокола. В опытах на изолированной почке было показано, что при введении в почечную артерию раствора бензойной кислоты и гликокола в моче появляется гиппуровая кислота. В клетках канальцев при дезаминировании аминокислот, главным образом глутамина, из аминогрупп образуется *аммиак*. Он поступает преимущественно в мочу, но частично проникает и через базальную плазматическую мембрану в кровь.



Осмотическое разведение и концентрирование мочи.

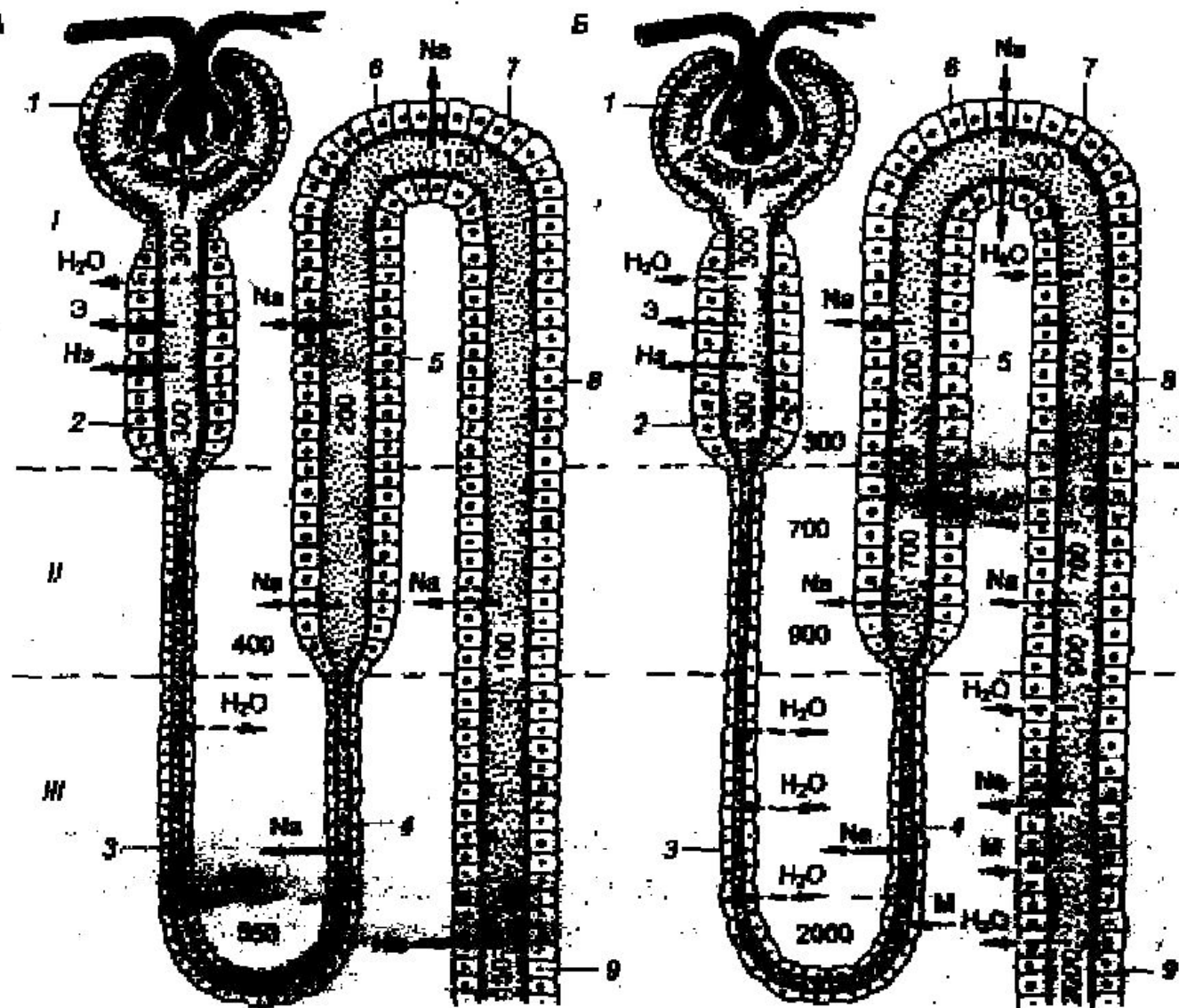
Почки практически всех пресноводных и наземных позвоночных способны выделять мочу, имеющую меньшее, чем кровь, осмотическое давление. Это дает им возможность экскретировать избыток воды. При дефиците воды, когда осмотическое давление крови может быть повышено, необходимо экономить воду и экскретировать осмотически активные вещества в виде гиперосмотической мочи. Такой способностью обладают только млекопитающие и птицы, в почках которых имеется *мозговое вещество*. Чем более развито мозговое вещество в почке, чем более сформирована его внутренняя часть, в которой находятся тонкие отделы петель Генле, тем эффективнее осуществляется осмотическое концентрирование мочи. Так, у морской свинки всего 5% нефронов имеют длинные петли Генле, у белых крыс их 28%, а у больших песчанок (*Rhombomys opimus*), обитающих в пустыне, таких нефронов 100%.

Осмотическое концентрирование. В зависимости от состояния водного баланса организма почки млекопитающих и птиц выделяют *разведенную* или *концентрированную мочу*. В процессе осмотического концентрирования мочи в почке принимают участие все отделы канальцев, сосуды мозгового вещества, межклеточная ткань (рис. 13.13).

Рис. 13.13

Процесс осмотического разведения (А) и концентрирования (В) мочи

I — корковое вещество, II — наружное мозговое вещество, III — внутреннее мозговое вещество почки; 1 — клубочек, 2 — проксимальный извитой каналец, 3 — нисходящая тонкая ветвь, 4 — восходящая тонкая ветвь, 5 — восходящая толстая ветвь петли Генле, 6 — дистальный извитой каналец, 7 — собирательная трубка коркового слоя почки, 8 — собирательная трубка наружного мозгового вещества почки, 9 — собирательная трубка внутреннего мозгового вещества почки; цифрами указаны осмоляльность жидкости просвета канальца и межклеточного вещества; стрелками из просвета канальца обозначена реабсорбция воды (H_2O), электролитов (Na), электролитов (E), мочевины (M); сплошными стрелками — активный транспорт; пунктирными — за счет диффузии.



Экскреторная функция почки.

Почки играют ведущую роль в выделении из крови нелетучих конечных продуктов обмена и чужеродных веществ, подавших во внутреннюю среду организма. В процессе метаболизма белков и нуклеиновых кислот образуются различные конечные продукты азотистого обмена, выделяемые почкой. Обычно человек потребляет около 100 г белка в сутки. В этом количестве содержится приблизительно 16 г азота. Основными азотсодержащими веществами мочи у человека являются мочеви́на, мочева́я кислота, креатинин, ион аммония.

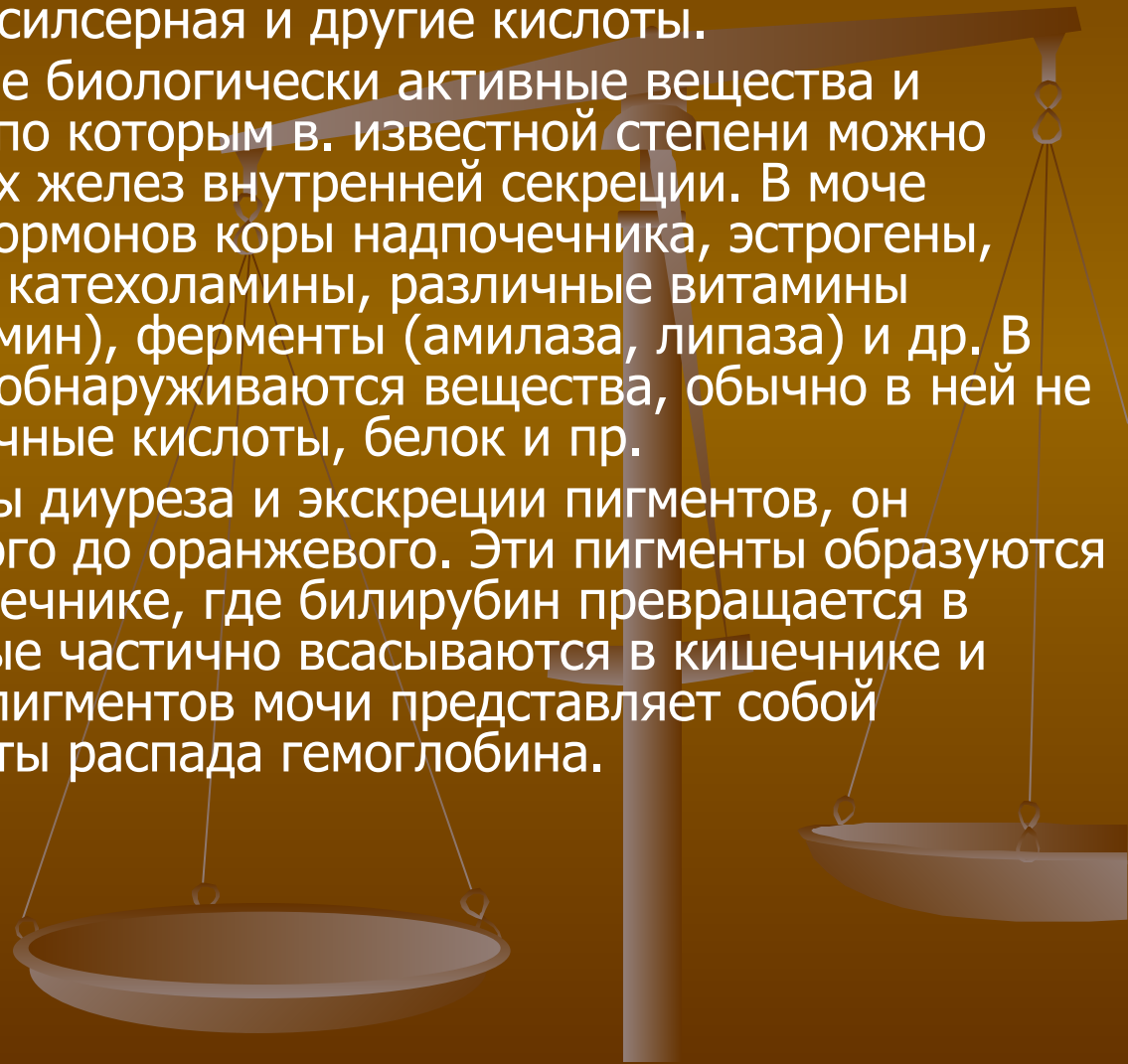
Катаболизм пуриновых оснований в организме человека завершается образованием *мочевой кислоты*. В клетках некоторых животных имеется полный набор ферментов, обеспечивающих распад пуриновых оснований до CO_2 и NH_3 . Мочевая кислота в почке человека фильтруется в клубочках, затем реабсорбируется в канальцах, часть мочевой кислоты секретирована клетками в просвет нефрона. Обычно у человека экскретируемая фракция мочевой кислоты довольно низка — 9,8%, что указывает на реабсорбцию значительных ее количеств в канальцах.

Весь образующийся в течение суток *креатинин* выделяется почками с мочой. Его источником служит креатинфосфорная кислота, от нее отщепляется фосфат, после чего в результате дегидратации креатина образуется креатинин. Его суточная продукция и экскреция зависят не столько от потребления мяса с пищей, сколько от мышечной массы тела. Креатинин, как и мочеви́на, свободно фильтруется в почечных клубочках. Креатинин в основном экскретируется почкой, мочеви́на частично реабсорбируется в канальцах.

В нормальных условиях даже физиологически ценные вещества при их избытке в крови начинают экскретироваться почкой в больших количествах. Это относится как к воде и неорганическим ионам, так и органическим веществам, таким как глюкоза, аминокислоты. В небольших количествах в мочу поступают некоторые производные продуктов гниения в кишечнике — индола, скатола, фенола, которые обезвреживаются в печени, где образуются парные соединения с серной кислотой. Это индоксилсерная и другие кислоты.

С мочой выделяются различные биологически активные вещества и продукты их превращения, по которым в известной степени можно судить о функции некоторых желез внутренней секреции. В моче обнаружены производные гормонов коры надпочечника, эстрогены, антидиуретический гормон, катехоламины, различные витамины (аскорбиновая кислота, тиамин), ферменты (амилаза, липаза) и др. В условиях патологии в моче обнаруживаются вещества, обычно в ней не выявляемые, — ацетон, жёлчные кислоты, белок и пр.

Цвет мочи зависит от величины диуреза и экскреции пигментов, он изменяется от светло-желтого до оранжевого. Эти пигменты образуются из билирубина желчи в кишечнике, где билирубин превращается в уробилин и урохром, которые частично всасываются в кишечнике и выделяются почкой. Часть пигментов мочи представляет собой окисленные в почке продукты распада гемоглобина.



ИНКРЕТОРНАЯ ФУНКЦИЯ ПОЧКИ

В почке образуются и выделяются в кровоток физиологически активные вещества, действующие на другие органы и ткани, а также обладающие выраженным влиянием в самой почке. К веществам, оказывающим системное и локальное действие, относятся *ренин*, *активная форма витамина D*. В ткани почки выделяются также преимущественно локально действующие вещества, влияющие в основном на ее работу, — *простагландины* и *брадикинины*.

Наибольшее количество данных об осуществлении инкреторной функции почки связано с *юкстагломерулярным аппаратом*. Юкстагломерулярный аппарат расположен у входа в клубочек между приносящей и выносящей артериолами клубочка и частью стенки дистального канальца. В него входят гранулярные клетки афферентной артериолы, клетки плотного пятна дистального канальца и специальные клетки, контактирующие с обеими из перечисленных выше групп клеток.

Более 90% гранул, содержащих *ренин*, сосредоточено в клетках стенки афферентной артериолы. Ренин является протеолитическим ферментом.

Описано много различных факторов, влияющих на скорость секреции ренина. Кратко охарактеризуем лишь два из них. Одним из стимулов является повышение *концентрации NaCl* в дистальном канальце. Это способствует секреции ренина в юкстагломерулярном аппарате данного клубочка, в нем снижается фильтрация и предотвращается возможность избыточной потери NaCl. Удержание этой соли в организме равнозначно сохранению объема внеклеточной жидкости и плазмы крови.

Таким образом, почка играет важную роль в расщеплении низкомолекулярных и измененных (в том числе денатурированных) белков. Это объясняет значение почки в восстановлении фонда аминокислот для клеток органов и тканей, в быстром устранении из крови физиологически активных веществ и сохранении для организма их компонентов.

Почка не только потребляет глюкозу в процессе обмена, но и обладает способностью к значительной ее продукции. В обычных условиях скорости двух последних процессов равны. Использование глюкозы для выработки энергии в почке составляет около 13% общего потребления кислорода почкой. *Глюконеогенез* происходит в коре почки, а наибольшая активность *гликолиза* характерна для мозгового вещества почки.

Почка обладает весьма активной системой образования глюкозы, ее интенсивность на 1 г массы почки больше, чем в печени. При длительном голодании в почках образуется половина общего количества глюкозы, поступающей в кровь. Для этого используются органические кислоты, которые превращаются в глюкозу, являющуюся нейтральным веществом, что способствует одновременно регуляции рН крови. При алкалозе, напротив, снижен уровень глюконеогенеза из кислых субстратов. Зависимость скорости, и характера глюконеогенеза от величины рН является особенностью углеводного обмена почки по сравнению с печенью.

Превращение различных субстратов в глюкозу, поступающую в общий кровоток и доступную для утилизации в различных органах и тканях, свидетельствует о том, что почке присуща важная функция, связанная с участием в энергетическом балансе организма.