

А. И. Близнюк, Н. Н. Мороз-Водолажская

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧЕК
И МОЧЕВЫВОДЯЩИХ ПУТЕЙ
И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ОБЩЕЙ
ВРАЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ**

Минск БГМУ 2021

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ОБЩЕЙ ВРАЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

А. И. БЛИЗНЮК, Н. Н. МОРОЗ-ВОДОЛАЖСКАЯ

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧЕК
И МОЧЕВЫВОДЯЩИХ ПУТЕЙ
И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ОБЩЕЙ
ВРАЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ**

Учебно-методическое пособие



Минск БГМУ 2021

УДК 616.6-071(075.9)

ББК 56.9я73

Б68

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве учебно-методического пособия 18.11.2020 г., № 13

Рецензенты: д-р мед. наук, проф. 2-й каф. внутренних болезней Белорусского государственного медицинского университета Е. Л. Трисветова; канд. мед. наук, доц., зав. каф. общей врачебной практики с курсом гериатрии Белорусской медицинской академии последиplomного образования И. В. Патеюк

Близнюк, А. И.

Б68 Методы исследования почек и мочевыводящих путей и их применение в общей врачебной практике : учебно-методическое пособие / А. И. Близнюк, Н. Н. Мороз-Водолажская. – Минск : БГМУ, 2021. – 34 с.

ISBN 978-985-21-0729-7.

Описаны клинические синдромы болезней почек, методы и методики лабораторных, функциональных и инструментальных исследований почек и мочевыводящих путей. Указаны нормативные значения исследуемых лабораторных и функциональных показателей. Приведена клиническая трактовка лабораторных анализов мочи и диагностические возможности инструментальных методов визуализации патологии почек и мочевыводящих путей.

Предназначено для слушателей факультета повышения квалификации и переподготовки кадров, клинических ординаторов, врачей-интернов.

УДК 616.6-071(075.9)

ББК 56.9я73

ISBN 978-985-21-0729-7

© Близнюк А. И., Мороз-Водолажская Н. Н., 2021
© УО «Белорусский государственный
медицинский университет», 2021

АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧЕК

Почки — парный орган бобовидной формы, расположены в поясничной области в забрюшинном пространстве по обе стороны от позвоночника на уровне Th₁₂–L₃. Размеры почки взрослого человека составляют примерно 11–12,5 см в длину, 5–6 см в ширину и 3–4 см в толщину. Масса почек составляет 120–200 грамм, обычно правая почка несколько меньше левой и расположена на 1,5–2 см ниже. Макроскопически почка состоит из капсулы, коркового слоя, в котором расположены клубочки нефронов, извитые канальцы первого и второго порядка; мозгового слоя, представленного 8–24 пирамидками; полостной системы (чашечки, бокалы, лоханка). Пирамидки образованы петлями Генле нефронов, мочевыми трубочками, открывающимися на верхушках пирамид мочевыми канальцами и интерстицием. Между корковым и мозговым слоями почки у основания пирамидок расположены дугообразные артерии, от которых отходят ветки к почечным клубочкам.

Основным структурным и функциональным элементом почек является нефрон, состоящий из клубочка (разветвление почечных капилляров), находящегося внутри двустенной капсулы Шумлянского–Боумена, которая переходит в систему почечных канальцев, впадающих в мочевые трубочки. В каждой почке насчитывается порядка 1 миллиона нефронов. К старческому возрасту примерно половина нефронов гибнет и склерозирована, остается 1 миллион на обе почки.

Почки являются самым васкуляризованным органом в организме человека. Кровоток в нефронах регулируется симпатическими нервными волокнами, проникающими в почку из чревного ствола в стенке почечной артерии, ренин-ангиотензиновой (прессорной) и калликреин-кининовой (депрессорной) системами. Ренин вырабатывается клетками плотного пятна, расположенными в треугольнике, образованном приносящей артерией, выносящей артерией и извитым канальцем второго порядка, и регулирует кровоток и мочеобразование в каждом отдельном нефроне. Ренин, расщепляя ангиотензиноген (гликопротеин крови), приводит к появлению декапептида — ангиотензина I, который под действием тканевой кининазы II (ангиотензинпревращающего фермента (АПФ)) превращается в мощный вазопрессор — ангиотензин II (октапептид), регулирующий тонус приводящей артерии клубочка и определяющий кровоток и мочеобразование в каждом отдельном нефроне. К тому же кининаза II разрушает кинины (каллидин, брадикинин), снижающие тонус артерий и вызывающие вазодилатацию.

ФУНКЦИИ ПОЧЕК

Почки являются основным органом, обеспечивающим гомеостаз организма. О высокой функциональной активности почек свидетельствует тот факт, что в них поступает 20–25 % всего объема сердечного выброса и эквивалентное количество кислорода. Масса почек составляет 0,43 % массы тела здорового человека. В одну минуту через сосуды обеих почек у человека проходит около 1200 мл крови. 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/мин на 1 г ткани. Объем кровотока в почке в несколько раз превышает таковой в миокарде, мозге и печени. Незначительная длина почечных артерий, отходящих от брюшной части аорты, и каждой из их ветвей обуславливает высокое давление крови в капиллярах клубочка — около 70 мм рт. ст. (в капиллярах других тканей оно составляет 30–50 мм рт. ст.).

Почки выполняют следующие функции:

- регулируют водно-солевой обмен;
- выделяют конечные продукты азотистого обмена: мочевину, креатинин, индикан, мочевую кислоту;
- выделяют любые водорастворимые ксенобиотики (чужеродные и токсические химические вещества), включая лекарственные препараты;
- выделяют органические кислоты и регулируют кислотно-щелочное состояние крови;
- регулируют системное артериальное давление посредством образования АПФ;
- стимулируют эритропоэз, синтезируя эритропоэтин;
- участвуют в обмене кальция через образование активной формы витамина D₃ (кальцитриола);
- принимают участие в обмене белков и углеводов.

В клетках проксимального канальца нефрона происходит расщепление белков на аминокислоты, которые сквозь базальную плазматическую мембрану транспортируются во внеклеточную жидкость, а затем в кровь. Это способствует восстановлению в организме фонда аминокислот. Кроме того, почка обладает системой глюконеогенеза. Так, при длительном голодании почки способны синтезировать половину общего количества глюкозы, поступающего в кровь.

Механизм выполнения выделительной функции почек состоит из клубочковой фильтрации (за сутки образуется порядка 100–150 л первичной мочи) и канальцевой реабсорбции (белка, глюкозы, аминокислот, электролитов и др.). При этом 98–99 % воды возвращается в кровеносное русло. Дополнительно канальцевым эпителием секретятся из крови в мочу те ксенобиотики, для которых существуют переносчики.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧЕК, КЛИНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

В комплекс нефрологического обследования пациента входят следующие методы:

- 1) клинические;
- 2) лабораторные (клинико-лабораторные);
- 3) функциональные;
- 4) инструментальные: лучевые (ультразвуковые, рентгенологические, радиологические) и эндоскопические;
- 5) морфологические.

Клинические методы включают анализ жалоб, сбор анамнеза, физикальные исследования (бимануальная пальпация почек в положении лежа и стоя, аускультация почечных артерий, определение наличия положительного симптома Пастернацкого). Нефрологические жалобы представлены болевым, дизурическим, лихорадочным, интоксикационным, гипертензивным, отечным и мочевым синдромами.

Боли при почечной патологии локализуются в поясничной области, иррадиируют по ходу мочеточника в промежность и половые органы. Могут быть тупыми распирающими (например, при поликистозе, гидронефрозе, остром пиелонефрите) или острыми и приступообразными (почечная колика при мочекаменной болезни). Термин «**дизурия**» означает любое нарушение мочеиспускания: учащение, урежение, недержание мочи, хроническую и острую задержку мочи и др.

В урологическом понимании дизурия — это учащенное и болезненное, с резами мочеиспускание (симптом цистита, уретрита).

Лихорадочный синдром наблюдается при туберкулезе, острых инфекционно-воспалительных или гнойных (апостематозный пиелонефрит, карбункул, абсцесс) заболеваниях почек и часто сопровождается **синдромом интоксикации**. К тому же интоксикационный синдром является облигатным для выраженной острой и хронической почечной недостаточности и проявляется головными болями, диссомнией, тахикардией, артериальной гипертензией, желудочной и кишечной диспепсией, анорексией.

Артериальная гипертензия часто наблюдается при любом паренхиматозном заболевании почек, но особенно характерна для гломерулонефрита, причем может появляться остро, с развитием острой левожелудочковой сердечной недостаточности при остром гломерулонефрите.

Отечный синдром почечного генеза обусловлен снижением онкотического давления крови из-за гипопроteinемии, вызванной высокой протеинурией, проявляется отеком подкожной клетчатки лица, особенно под глазами, и может распространяться по всему телу вплоть до развития анасарки. Отечный синдром является характерным для острого и хронического гломерулонефрита, амилоидоза, нефротического синдрома любой этиологии.

Мочевой синдром в широком понимании включает все количественные и качественные изменения мочи, в более узком — изменения осадка мочи: лейкоцитурию, цилиндрурию, гематурию и протеинурию. Фактически это лабораторный синдром, однако изменение цвета (гематурия, уратурия), прозрачности (протеинурия, фосфатурия), запаха мочи может быть основанием для жалоб обратившихся на прием пациентов. Уточнение данного синдрома осуществляется при осмотре мочи и лабораторными исследованиями.

ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В норме здоровым человеком за сутки выделяется от 500 до 2000 мл мочи (в зависимости от питьевого режима и температуры окружающей среды). При суточном диурезе менее 500 мл говорят об олигурии, менее 50 мл — анурии, свыше 2000 мл — полиурии.

Общеклиническое исследование мочи (**общий анализ мочи (ОАМ)**) позволяет изучить ее физические свойства, химический состав, состав осадка, сделать бактериологический посев. Для исследования берется в чистую посуду утренняя (наиболее концентрированная) порция мочи после тщательного туалета наружных половых органов.

Основные показатели ОАМ: прозрачность, цвет, запах, реакция, удельный вес, химический состав, микроскопия мочевого осадка.

В норме моча **прозрачная** (помутнение мочи может быть вызвано солями, клеточными элементами, слизью, белком, бактериями). При хранении моча темнеет, что связано с окислением билирубиноидов. Чаще всего моча мутнеет из-за примесей фосфатов и уратов. Если причиной помутнения являются фосфаты, то моча становится прозрачной при добавлении кислоты, а если ураты — при добавлении щелочи).

Цвет зависит от концентрации мочи, колеблется от соломенно-желтого до янтарно-желтого (при сильном разведении или низкой относительной плотности на фоне хронической почечной недостаточности, приема диуретиков моча бесцветная; при появлении в ней билирубина — зеленоватая или зелено-бурая; при макрогематурии — цвета мясных помоев или красная. Цвет мочи может меняться при приеме лекарственных средств: розовато-красный — при приеме амидопирин, шафранно-желтый — нитроксолина, коричневый — сенны, малиновый — фенолфталеина (пургена), красно-бурый — марены красильной; а также при употреблении определенных видов продуктов питания (малиновый — после свеклы; коричневый — после ревеня); при острой порфирии — кирпичный; миоглобинурии (синдроме длительного раздавливания) — красно-бурый.

Запах у мочи в норме нерезкий, специфический (при наличии кетонных тел моча с запахом ацетона, при врожденных нарушениях метаболизма запах специфический — мышинный, кошачьей мочи и др.).

Реакция мочи в норме кислая или слабокислая; может быть щелочной — при преобладании в рационе овощной диеты, приеме щелочных минеральных вод, после обильной рвоты, при гипокалиемии, при наличии фосфатных камней.

Удельный вес в норме колеблется в широких пределах — от 1,003 до 1,030 единиц. Удельный вес мочи повышается при глюкозурии, протеинурии, понижается при нарушении концентрационной способности почек.

Химический анализ мочи включает определение содержания в ней белка (в норме до 0,033 г/л), глюкозы (в норме в следовых количествах), по показаниям: билирубина, уробилина, ацетона, гемоглобина, индикана. Суточная протеинурия в норме составляет 10–50 мг, при больших физических нагрузках, лихорадке может повышаться до 100 мг (так называемая функциональная протеинурия), являясь селективной (альбуминурия). Причины функциональной протеинурии: охлаждение, инсоляция, перегревание, физические перегрузки (походы, бег, футбол, регби); лихорадка; нарушение кровообращения (застойная); ортостатическая (постуральная); эпилепсия, сотрясение головного мозга. Глюкозурия наблюдается при сахарном диабете, избыточном употреблении сахаров, канальцевой патологии почек.

Микроскопия мочевого осадка должна проводиться не позднее чем через 2 часа после сбора мочи, в противном случае происходит загрязнение мочи микроорганизмами.

В моче здорового человека не должно быть больше 3–4 **лейкоцитов** в поле зрения микроскопа у мужчин и 4–6 у женщин в виде небольших нейтрофилов; увеличение числа лейкоцитов свыше 10 считается лейкоцитурией: нейтрофильная лейкоцитурия — при банальной инфекции мочевыводящих путей, пиелонефрите, туберкулезе почек, мононуклеарная — при гломерулонефрите, интерстициальном нефрите, моноцитарная — при системной красной волчанке, эозинофильная — при аллергиях. Лейкоциты в моче в большом количестве, не подлежащем подсчету, считаются пиурией.

Для определения уровня (источника) лейкоцитурии применяют трехстаканную пробу: пациент разделяет утренний диурез последовательно в 3 сосуда: явное преобладание лейкоцитов в первой порции указывает на уретрит, в третьей порции — на простатит, примерно одинаковое во всех трех порциях — пиелонефрит, цистит.

Для выявления скрытой лейкоцитурии иногда прибегают к провокационным пробам с преднизолоном. Пациенту вводится 30 мг преднизолона внутривенно. Затем через каждый час берут три порции мочи. Удвоение лейкоцитов хотя бы в одной порции свидетельствует о скрытой лейкоцитурии.

В норме в ОАМ допустимо 0–1 в поле зрения свежих или выщелоченных *эритроцитов*, при этом морфология эритроцитов зависит от осмолярности мочи. Эритроцитурия (гематурия) может быть слабовыраженной — микрогематурия, когда эритроцитов до 100 в поле зрения — и выраженной — макрогематурия, когда эритроцитов более 100 в поле зрения (моча цвета мясных помоев или красная).

Гематурия по локализации источника подразделяется на почечную (нефропатии, опухоли, травмы, туберкулез почки), мочеточниковую (камни, опухоли, стриктуры), пузырную (циститы, опухоли, камни, травмы). Выделяют гломерулярную и негломерулярную почечную гематурию. Для этого изучают структуру эритроцитов в фазово-контрастном микроскопе. Выявление в моче более 80 % измененных эритроцитов свидетельствует о гломерулярном происхождении гематурии (гломерулонефрит, васкулит). В случае наличия 80 % неизмененных эритроцитов гематурия негломерулярного происхождения.

Гематурия при урологической патологии (камни, туберкулез, опухоли почки, мочеточника, мочевого пузыря) бывает, как правило, односторонней (из устья одного мочеточника при цистоскопии), болевой и изолированной, часто макрогематурией. Гломерулярная гематурия как правило стойкая, двусторонняя, безболевая. Макрогематурия наблюдается при остром гломерулонефрите, мочекаменной болезни, опухоли почки, туберкулезе почек, травме почки, болезни Берже (IgA-нефропатия), узелковом полиартериите, геморрагическом васкулите, синдроме Гудпасчера, тромбозе почечных вен, опухоли мочевого пузыря или мочеточника.

Цилиндры — это белковые или клеточные образования канальцевого происхождения (слепки), имеющие цилиндрическую форму и различную величину. Различают гиалиновые, зернистые, восковидные, эпителиальные, эритроцитарные, лейкоцитарные цилиндры. В норме в ОАМ допустимо обнаружение 0–1 гиалинового цилиндра в поле зрения микроскопа. Большое количество гиалиновых цилиндров появляется при выраженной протеинурии, нефротическом синдроме. При тяжелых дегенеративных поражениях канальцев появляются зернистые и восковидные, а при гематурии почечного генеза — эритроцитарные цилиндры.

В осадке мочи выпадают *соли* при их большой концентрации:

– ураты (соли мочевой кислоты) при обильной мясной пище, гиперурикемии, при лихорадке, физической нагрузке, больших потерях воды, лейкозе, подагре;

– оксалаты (соли щавелевой кислоты, имеющие вид «конвертов») выделяются при повышенном употреблении пищевых продуктов, содержащих щавелевую кислоту (щавель, петрушка, шпинат, ревень, фасоль, черный перец, шоколад, большинство орехов), при энтеритах с синдромом мальабсорбции, наследственной патологии обмена глиоксиловой кислоты;

– кристаллы фосфорнокислого кальция и аморфных фосфатов при гиперпаратиреозе, сахарном диабете, алкоголизме, синдроме Фанкони; мочеислого аммония при диарее, приеме слабительных.

Наличие в осадке значительного количества солей может свидетельствовать о мочекаменной болезни.

Слизь в норме в моче не встречается; ее обнаруживают при воспалительных заболеваниях мочевыводящих путей и дисметаболических нарушениях.

В поликлинических условиях применяется экспресс-тест — полоски для анализа мочи (URIVET100), позволяющие определить 10 параметров мочи за 1 минуту: удельный вес, рН, белок, глюкозу, уробилиноген, билирубин, нитриты, кетоны, эритроциты, лейкоциты.

БАКТЕРИОСКОПИЧЕСКОЕ И БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Бактериоскопическое и бактериологическое исследования мочи проводятся при необходимости выяснения инфекционной природы патологии почек и мочевыводящих путей. Наличие бактерий в свежевыпущенной моче более 50–100 тысяч микробных клеток в 1 мл обозначают термином «бактериурия», она появляется при воспалительных заболеваниях мочевыводящих путей (пиелонефрит, цистит, уретрит). Оценку наличия бактериурии проводят полуколичественно (плюсами), указывая конкретный тип флоры (кокковая, палочковая). Посев мочи дает возможность выявить вид возбудителя и его чувствительность к антибактериальным препаратам.

Количественные методы исследования мочи проводят при отсутствии явной патологии мочевого осадка для выявления скрытой лейкоцитурии и эритроцитурии:

1) проба Нечипоренко: исследуется средняя порция утренней мочи, собранной после тщательного туалета наружных половых органов, не прерывая акта мочеиспускания. В камере Горяева подсчитывают форменные элементы крови в исследуемой моче. Норма составляет до 2000 лейкоцитов (4000 при бактериурии менее 50 тысяч в 1 мл), до 1000 эритроцитов и до 20 гиалиновых цилиндров в 1 мл мочи. Превышение указанных цифр свидетельствует о наличии скрытой лейкоцитурии или эритроцитурии (гематурии);

2) проба Амбурже: определяется содержание лейкоцитов, эритроцитов, цилиндров в полученной за 1 минуту моче (соответственно до 2000, 1000 и 20 в 1 мл в норме);

3) проба Аддиса–Каковского — определение форменных элементов в суточной моче, в норме содержание лейкоцитов, эритроцитов, цилиндров соответственно до 2 млн, 1 млн, 20 тысяч.

Для определения изменений в анализе мочи введено понятие мочевой синдром. **Мочевой синдром** включает в себя: протеинурию, гемату-

рию, лейкоцитурию, цилиндрурию, кристаллурию. Нефритический моче-
вой синдром включает протеинурию, гематурию, цилиндрурию; для пие-
лонефрита, цистита, уретрита характерны лейкоцитурия и бактериурия.

Протеинурия — это потеря белка более 50 мг/сут, самый частый при-
знак поражения почек. В зависимости от количества белка в моче различают
низкую протеинурию — 50–500 мг/сут, умеренную — 0,5–2 г/сут, выражен-
ную — более 2–3 г/сут и нефротическую (массивную) — более 3–3,5 г/сут.

Диагностические критерии нефротического синдрома: массивная про-
теинурия, гипопроteinемия, гиперхолестеринемия, отеки.

Качественная характеристика протеинурии включает селективную, в
случае преобладания низкомолекулярных белков — альбуминурию, и не-
селективную, при которой наряду с альбуминами в значительном количе-
стве содержатся глобулины.

В зависимости от причины протеинурии выделяют следующие ее
формы:

- почечная: гломерулярная (гломерулонефрит, амилоидоз); тубуляр-
ная, или канальцевая (интерстициальный нефрит); смешанная;

- внепочечная: преренальная (перегрузочная, обусловленная увели-
чением концентрации белка в плазме крови вследствие повышенного его
потребления или катаболизма тканей, при миеломной болезни), гемодина-
мическая (застойная), постренальная (воспалительные и опухолевые забо-
левания мочевыводящих путей).

Через клубочек фильтруется в норме 0,05–0,2 г белка за сутки. Клу-
бочковая протеинурия определяется в основном состоянием почечного
фильтра, его структурой, проницаемостью, электростатическим зарядом.
Основная масса альбуминов не проходит через почечный фильтр, так как
имеет одинаковый с ним положительный заряд и отталкивается от него.
При почечной патологии (иммунные комплексы, воспалительные и деге-
неративные процессы) меняется заряд базальной мембраны, и альбумины
свободно проходят через фильтр.

Канальцевая протеинурия (обычно не превышает 2 г/сут), как правило,
селективная, встречается реже, чем клубочковая, и связана со снижением
способности проксимальных канальцев к реабсорбции белка. Характерным
для канальцевой протеинурии является преобладание β_2 -микроглобулинов
над альбуминами. В норме β_2 -микроглобулины свободно фильтруются в
клубочках и полностью реабсорбируются в канальцах. Выраженность про-
теинурии определяется вызвавшим ее заболеванием и клиническим вариан-
том его течения (табл.).

Наиболее частые причины массивной и умеренной протеинурии

Вид протеинурии	Причины
Массивная	Острый гломерулонефрит; хронический гломерулонефрит (нефротическая форма); нефротический синдром; амилоидоз почек; диабетический гломерулосклероз; миеломная болезнь
Умеренная	Хронический гломерулонефрит (латентная, гипертоническая формы); хроническая сердечная недостаточность; интерстициальный нефрит; гипертонический нефроангиосклероз; системная красная волчанка; синдром Альпорта; нефроптоз

В настоящее время большое диагностическое значение придается стойкой микроальбуминурии (30–50 мг/сут) при наличии артериальной гипертензии, сахарного диабета и расценивается как начальное проявление хронической болезни почек.

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧЕК

В клинической практике для определения функции почек используют панель «функция почек» — лабораторные исследования мочи и крови, позволяющие судить о функциональной способности почек и выявлять заболевания на различных стадиях.

Почечная панель включает следующие исследования и показатели:

- анализ мочи общий и по Нечипоренко;
- определение содержания в крови альбумина, креатинина, мочевины и электролитов (натрий, калий, хлор, фосфор, кальций, магний);
- определение скорости клубочковой фильтрации (СКФ).

Изменения в электролитном составе крови появляются при значительном нарушении функции почек или эндокринных (гиперпаратиреоз, синдром Конна) расстройствах. Более чувствительным клинико-лабораторным тестом является определение способности почек к разведению и концентрированию, а также легко выполняемая оценка концентрационной функции по пробе Зимницкого.

Относительная плотность мочи зависит от выпитой жидкости и объема диуреза. Обильное потребление жидкости приводит к значительному выделению мочи низкой плотности, а ограниченное потребление жидкости, потери ее при потоотделении (жаркая погода), поносах сопровожда-

ются уменьшением выделения мочи и повышением ее плотности. Практически концентрационную функцию почек можно считать нормальной при относительной плотности в утренней порции 1018–1020 единиц. Низкая относительная плотность при повторном исследовании свидетельствует о снижении концентрационной функции почек.

Проба Зимницкого — функциональный тест для определения концентрационной способности почек, а также соотношения дневного и ночного диуреза. В течение суток в отдельную посуду собирается 8 трехчасовых порций мочи при произвольном мочеиспускании и водном режиме. В каждой порции определяют объем и плотность (удельный вес) мочи. У здорового человека суточное выделение мочи составляет 70–75 % от выпитой жидкости. К дневному диурезу относят порции, полученные с 9.00 до 21.00, к ночному — с 21.00 до 9.00. В норме дневной диурез значительно превышает ночной и составляет 65–80 % от общего количества суточной мочи. Никтурия (увеличение ночного диуреза) характерна для хронической почечной или сердечной недостаточности. Определение относительных плотностей в каждой из 8 порций позволяет установить концентрационную способность почек. У здорового человека колебания относительной плотности мочи в пробе Зимницкого составляют не менее 15 единиц (например, 1007–1024). При нарушении способности почек к разведению ни в одной порции не будет относительная плотность ниже 1011–1013, а при снижении концентрационной функции — не превышает 1020. Показатели относительной плотности мочи ниже 1011–1013 указывают на гипостенурию. Низкая относительная плотность и снижение ее колебаний называются гипоизостенурией (например, 1006–1012). Гипоизостенурия указывает на наличие выраженной хронической почечной недостаточности (ХПН). Умеренное снижение относительной плотности наблюдается при хроническом пиелонефрите, особенно при обострениях (нарушение реабсорбции в канальцах), хроническом интерстициальном нефрите, канальцевых дисфункциях, почечном несахарном диабете, поликистозе, гидронефрозе, синдроме Конна, гиперпаратиреозе. Увеличение относительной плотности мочи наблюдается после введения рентгеноконтрастных веществ и кровезаменителей, а также при протеинурии и глюкозурии. Высокая относительная плотность мочи определяется при нефротическом синдроме за счет белка в моче, при сахарном диабете за счет глюкозы.

Применяемые ранее **пробы Фольгарда** с сухоедением (в течение 24 ч исключается употребление жидкой пищи, при этом в норме относительная плотность мочи возрастает до 1028–1030) и на разведение (обследуемый в течение 15–30 мин выпивает 1,5 л воды, затем в течение 4 ч каждые полчаса определяют количество выделившейся мочи и ее относительную плотность, которая в последних порциях должна быть не выше 1004), отражающие

функциональные возможности канальцевого эпителия почек, в настоящее время практически не применяются.

КОНЕЧНЫЕ ПРОДУКТЫ АЗОТИСТОГО ОБМЕНА

Остаточный азот — это суммарное количество безбелковых азотистых веществ, остающихся в крови после осаждения белков трихлоруксусной кислотой: мочевины, мочевой кислоты, креатинина, индикана. В норме содержание остаточного азота в крови составляет от 14,3 до 28,6 ммоль/л (20–40 мг%). Около 50 % остаточного азота составляет мочевина (при почечной недостаточности до 70–80 %). Повышение остаточного азота крови, как и его составляющих ингредиентов, указывает на почечную недостаточность.

Мочевина синтезируется в печени из аммиака. В норме содержание мочевины в сыворотке крови составляет 2,5–8,33 ммоль/л. 90 % мочевины крови выделяется почками (25–35 г/сут). Мочевина в сыворотке крови повышается при почечной недостаточности до 30 ммоль/л, при обильном употреблении мясных продуктов, повышенном катаболизме собственных тканей (воспалительные, нагноительные и опухолевые процессы).

Мочевая кислота образуется в результате метаболизма пуриновых оснований, являющихся основной частью нуклеопротеидов (пурины появляются в основном после естественной гибели клеток, меньшая их часть поступает с пищей). Синтез мочевой кислоты происходит главным образом в печени, 70 % ее выводится почками и 30 % — кишечником. В сыворотке здорового человека содержится 0,143–0,420 ммоль/л мочевой кислоты (мужчины — 200–420, женщины — 143–340), с мочой выделяется 0,5–1,5 г/сут. Изменение ее содержания в организме в ту или иную сторону зависит от соотношения двух процессов: скорости образования в печени и времени выведения почками. Повышенное образование (воспаление, опухоли, обильная мясная пища), а также снижение скорости выделения мочевой кислоты почками (прием диуретиков, аспирина) вызывает развитие гиперурикемии — повышения концентрации мочевой кислоты в крови. В результате ее соли откладываются в паренхиме почек, приводя к развитию интерстициального нефрита, артериальной гипертензии и сердечной недостаточности; внутри суставов и в мягких тканях, вызывая развитие подагрического артрита и тофусов; а также в полостной системе почки, формируя уратные камни.

Индикан является конечным продуктом распада триптофана. В толстой кишке в процессе гниения белков под действием бактерий из L-триптофана образуются индол и скатол, которые всасываются в кровь. В печени индол сначала превращается в 3-гидроксииндол (индоксил), а затем конъюгирует с сульфатом калия или глюкуроновой кислотой, в результате образуются соответственно калиевая соль индоксилсерной кислоты и индок-

силглюкуроновая кислота (это обычный путь печеночной детоксикации). Оба эти вещества имеют общее название индикан. Индикан поступает в почки и выделяется с мочой. Количество индикана в моче определяют для оценки интенсивности процессов гниения белков в кишечнике и детоксикационной функции печени.

Креатинин крови образуется из креатинфосфата при расщеплении белков в мышцах, является конечным продуктом белкового обмена и полностью выделяется почками. Содержание креатинина в крови зависит от объема мышечной массы, поэтому для мужчин норма креатинина, как правило, выше, чем для женщин. Так как объем мышечной ткани быстро не меняется, уровень креатинина в крови — величина достаточно постоянная. Норма креатинина в крови: женщины — 44–80 мкмоль/л; мужчины — 74–110 мкмоль/л. Суточное выведение креатинина с мочой: у мужчин — 8,8–17,7 ммоль (1–2 г), у женщин — 7,1–15,9 ммоль (0,8–1,8 г). Высокий креатинин — показатель обильного потребления мясной пищи (повышен в крови и в моче), почечной недостаточности (повышен только в крови).

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИИ ПОЧЕК ПО СКОРОСТИ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

С целью определения функции почечных клубочков на практике чаще всего применяют методы **определения СКФ** по клиренсу различных эндогенных или экзогенных веществ. Так, используют метод клиренса (очищения) веществ, которые в процессе транспорта только фильтруются и не реабсорбируются. В этом отношении очень пригоден креатинин (может использоваться инулин — экзогенный полимер D-фруктозы). Оценка клубочковой фильтрации по клиренсу инулина признается золотым стандартом для определения почечной функции, но требует инфузионного дозированного введения. Поэтому в общей врачебной практике СКФ определяется по клиренсу эндогенного креатинина. СКФ зависит от эффективного фильтрационного давления (ЭФД), которое определяется разностью между гидростатическим давлением крови в капиллярах клубочка (у человека 60–90 мм рт. ст.) и противодействующими ему факторами — онкотическим давлением белков плазмы крови (равным 30 мм рт. ст.) и гидростатическим давлением жидкости в капсуле клубочка (около 20 мм рт. ст.):

$$\text{ЭФД} = 70 \text{ мм рт. ст.} - (30 \text{ мм рт. ст.} + 20 \text{ мм рт. ст.}) = 20 \text{ мм рт. ст.}$$

Фильтрация происходит только в том случае, если давление крови в капиллярах клубочков превышает сумму онкотического давления белков в плазме и давления жидкости в капсуле клубочка. При повышении фильтрационного давления диурез увеличивается, при понижении — уменьшается.

В классическом варианте определение СКФ по клиренсу эндогенного креатинина проводилось по **пробе Реберга–Тареева**, при которой соби-

ралась суточная моча, определялось содержание креатинина в крови и моче, минутный диурез и рассчитывалась СКФ по формуле:

$$C = (U \cdot V) / P,$$

где C — клиренс креатинина (филтрация, мл/мин); U — концентрация креатинина в моче (ммоль/л); P — концентрация креатинина в крови (ммоль/л); V — минутный диурез (мл/мин).

Нормальные значения СКФ (означающей объем крови, очищаемой почками от креатинина за одну минуту) по пробе Реберга–Тареева составляют 80–120 мл/мин. Начиная с 30–40 лет, СКФ постепенно уменьшается (примерно на 1 % в год) и к 80–90 годам составляет лишь половину той величины, которая определяется в 30 лет.

Зная СКФ, можно рассчитать канальцевую реабсорбцию в процентах — объем обратно всасываемой почечными канальцами первичной мочи:

$$КР = (СКФ - МД) / СКФ \cdot 100 \%,$$

где $КР$ — канальцевая реабсорбция; $СКФ$ — скорость клубочковой филтрации; $МД$ — минутный диурез.

В норме канальцевая реабсорбция составляет 98–99 % профильтрованной первичной мочи, однако при большой водной нагрузке даже у здоровых людей может уменьшаться до 94–92 %. Снижение канальцевой реабсорбции рано наступает при пиелонефрите, гидронефрозе, поликистозе. В то же время при заболеваниях почек с преимущественным поражением клубочков канальцевая реабсорбция уменьшается позже, чем клубочковая филтрация.

При паренхиматозных заболеваниях почек филтрационная функция почек ($СКФ$) снижается, вплоть до 2–5 мл/мин при ХПН. Н. А. Лопаткин и соавторы выделяли 4 стадии ХПН на основании уровня $СКФ$, осмолярности мочи и клинико-лабораторных проявлений уремии:

– I — латентная, $СКФ$ снижена до 50–60 мл/мин, креатинин и мочевины крови не повышены, осмолярность мочи 400–500 мосм/л;

– II — компенсированная, $СКФ$ снижена до 30 мл/мин, осмолярность мочи снижена до 350 мосм/л, диурез увеличен до 2–2,5 л/сут, креатинин и мочевины крови повышены незначительно;

– III — интермиттирующая, $СКФ$ 30–15 мл/мин, креатинин крови повышен до 0,2–0,35 ммоль/л, мочевины — до 13–16 ммоль/л, возможны нарушения водно-электролитного и кислотно-щелочного баланса, появляются клинические симптомы;

– IV — терминальная, $СКФ$ 15 мл/мин и ниже, мочевины крови увеличена до 25 ммоль/л, выраженные нарушения водно-электролитного и кислотно-щелочного баланса, тяжелый интоксикационный синдром (арте-

риальная гипертензия, головные боли, рвота, нарушение сна и др.), необходима заместительная почечная терапия.

Терминальную ХПН предложено дополнительно разделять на 3 степени по клинико-лабораторной декомпенсации.

Причинами нарушения функции почек при их заболеваниях являются уменьшение фильтрующей способности клубочков, снижение почечного плазматока, обструкция почечных канальцев, снижение массы действующих нефронов. Наиболее частыми причинами повреждения нефронов почек и снижения их массы являются хронические воспалительные заболевания (гломерулонефрит, пиелонефрит, интерстициальный нефрит), амилоидоз, артериальная гипертензия (нефроангиосклероз). При гибели менее 50 % нефронов экскреторная функция почек не страдает. В этой стадии отмечается снижение функционального резерва почки (латентная стадия ХПН). Гибель 50–70 % нефронов проявляется незначительным нарушением азотистого баланса, умеренными водно-электролитными сдвигами при отсутствии клинических симптомов, снижением относительной плотности мочи и ее осмолярности (компенсированная стадия ХПН). При гибели более 75 % нефронов появляются клинические признаки почечной недостаточности, что связано с прогрессированием азотемии (интермиттирующая стадия ХПН). При гибели свыше 90 % нефронов развивается терминальная стадия ХПН, проявляющаяся полиорганными расстройствами.

Значительно реже при патологических состояниях в почках развивается состояние гиперфльтрации (СКФ выше 120 мл/мин), которое может проявляться на ранней стадии сахарного диабета, при артериальной гипертензии. В настоящее время гиперфльтрация рассматривается как один из механизмов прогрессирования почечной недостаточности.

ХРОНИЧЕСКАЯ БОЛЕЗНЬ ПОЧЕК (ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ)

Учитывая тот факт, что за последние десятилетия наблюдается значительный рост ХПН в общечеловеческой популяции без первичной почечной нозологии, преимущественно за счет вторичных нефропатий, сопутствующих артериальной гипертензии, сахарному диабету, гиперлипидемии и другим системным заболеваниям, возникла необходимость создания единой системы учета пациентов с нарушенной функцией почек и универсальных подходов к оценке тяжести их поражения. При этом в большинстве случаев заболевания почек длительное время протекают бессимптомно, не вызывая каких-либо жалоб, изменений самочувствия, которые заставили бы обратиться к врачу, а ранние клинико-лабораторные признаки поражения почек часто имеют неярко выраженную картину и не вызывают настороженности врача, особенно если речь идет о пациенте пожилого и старческого возраста. С целью преодоления этих трудностей Национальным почечным фондом США (Na-

tional Kidney Foundation) при участии большой группы экспертов (комитет K/DOQI (Kidney Disease Outcomes Quality Initiative)), включающей специалистов в области нефрологии, эпидемиологии, клинической лабораторной диагностики, в 2002 г. была предложена концепция «хронической болезни почек» (ХБП), принятая в настоящее время во всем мире.

ХБП — наднозологическое понятие, обозначающее наличие признаков повреждения почек (прежде всего протеинурии) и/или снижение функции, оцениваемой по величине СКФ, которые сохраняются в течение 3 и более месяцев. Фактически данное понятие заменяет ранее применяемый термин «хроническая почечная недостаточность», привнося неопределенный нозологический контент.

В последующем понимание термина изменялось и дополнялось, последнее (2019 г.) определение звучит как: ХБП — это персистирующее в течение трех месяцев или более поражение почек вследствие действия различных этиологических факторов, анатомической основой которого является процесс замещения нормальных анатомических структур фиброзом, приводящий к их дисфункции.

В зависимости от значений СКФ выделяют пять стадий ХБП:

- I — СКФ более или равна 90 мл/мин;
- II — СКФ составляет 60–89 мл/мин;
- IIIА — 45–59 мл/мин;
- IIIБ — 30–44 мл/мин;
- IV — 15–29 мл/мин;
- V — меньше 15 мл/мин (показана заместительная почечная терапия — гемодиализ).

Известно, что СКФ может колебаться у одного и того же человека не только в различные дни, но и в течение суток: самый высокий уровень клубочковой фильтрации наблюдается с 6 до 12 часов, самый низкий — ночью. На СКФ также влияют физическая активность, количество белка в потребляемой пище, водная нагрузка. Снижение СКФ возможно при нарушении гемодинамики вследствие кровопотери, дегидратации, острой и хронической недостаточности кровообращения. Учитывая вариабельность клиренса креатинина и во избежание многочасового сбора мочи, предложено использование эмпирически полученных формул для определения почечной фильтрации на основании показателя креатинина крови с учетом массы тела, возраста и пола пациента.

Наиболее часто в поликлинической практике расчет значений СКФ выполняется на основании данных содержания креатинина крови, пола, возраста и массы тела пациента с помощью калькулятора или компьютерных программ по **формуле Кокрофта–Голта (1976):**

$$\text{СКФ}_{\text{Cr}} = M_{\text{T}} \cdot (140 - A) / (0,814 \cdot \text{Cr}),$$

где M_T — масса тела (кг); A — возраст (годы); Cr — креатинин сыворотки (мкмоль/л).

Женщины обладают меньшей мышечной массой, поэтому величину, полученную по этой формуле, надо умножить на 0,85.

У пожилых пациентов с низкой мышечной массой рекомендуется оценивать клиренс креатинина по **формуле Sanaka**:

$$\begin{aligned} СКФ_{Cr} &= M_T \cdot (19Alb + 32) / 100Cr \text{ (для мужчин),} \\ СКФ_{Cr} &= M_T \cdot (13Alb + 29) / 100Cr \text{ (для женщин),} \end{aligned}$$

где M_T — масса тела (кг); Alb — альбумин сыворотки (г/дл); Cr — креатинин сыворотки (мг/дл).

Для более точной оценки СКФ у взрослых с учетом расовых различий и обоснования лечебных рекомендаций предложены формулы MDRD, СКD-EPI. Последняя полная версия **MDRD** (Modification of diet in renal disease):

$$СКФ = 198 \cdot Cr^{-0,858} \cdot A^{-0,167} \cdot SUN^{-0,293} \cdot UUN^{+0,249},$$

где СКФ — скорость клубочковой фильтрации (мл/мин/1,73 м²); Cr — креатинин сыворотки (мг/дл); A — возраст (годы); SUN — азот мочевины сыворотки (мг/дл); UUN — азот мочевины мочи (мг/дл).

Для пациентов женского пола полученную величину надо умножить на 0,822, а для пациентов негроидной расы — на 1,178.

В норме у здорового человека рассчитанная с помощью калькулятора по приведенным формулам СКФ равна 80–130 мл/мин для женщин и 90–150 мл/мин для мужчин.

Колебания СКФ могут быть обусловлены наличием у здорового человека функционального почечного резерва (ФПР) — способности почек повышать почечный плазмоток и СКФ в ответ на нагрузку. Для определения ФПР используются пробы с нагрузкой различными веществами (мясной белок, соевый изолят, растворы аминокислот, допамин). Количественной мерой ФПР является разность между стимулированной СКФ и ее базальным уровнем, выраженная в процентах от исходного уровня. Сохранным считается ФПР 10 %, сниженным — от 5 до 10 %, ФПР < 5 % и при отрицательных его значениях считается отсутствующим.

Снижение или отсутствие ФПР, по мнению большинства исследователей, является клиническим маркером гиперфильтрации. Такое состояние часто обнаруживается при хроническом гломерулонефрите, хронической почечной недостаточности, артериальной гипертензии, сахарном диабете, различных системных заболеваниях, у лиц с единственной почкой. Таким образом, ФПР может служить маркером функциональной и анатомической целостности почечной паренхимы.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОЧЕЧНОГО КРОВОТОКА

Наиболее точным из используемых в клинической практике способов измерения величины кровотока в почках является определение клиренса парааминогиппуровой кислоты (ПАГ). Это вещество свободно фильтруется в клубочках, не реабсорбируется и интенсивно секретировано в проксимальных канальцах, поэтому клиренс ПАГ практически равен объему плазмы, поступающей в почки за 1 мин. Клиренс ПАГ характеризует эффективный почечный плазмоток, т. е. количество плазмы, притекающей к клубочкам и проксимальным канальцам коркового вещества почки.

Эффективный почечный плазмоток в норме равен 550–650 мл/мин — около 90 % общего почечного плазмотока. Остальные 10 % плазмы попадают в систему юкстамедуллярных нефронов, где ПАГ практически не секретировано. Снижение клиренса ПАГ характерно для состояний, связанных с нарушением функции клубочков — гломерулонефрита, острой почечной недостаточности и др. К экстраренальным причинам снижения эффективного почечного плазмотока и эффективного почечного кровотока относят недостаточность кровообращения и водно-электролитные нарушения.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧЕК

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧЕК

В современной диагностике заболеваний почек широко используется ультразвуковое исследование (УЗИ) (сонография, эхография), которое позволяет выявлять структурную (морфологическую) патологию почек. Метод позволяет уточнить размеры, положение, аномалии развития почек, выявить опухоли, кисты, конкременты, гидронефроз, а с доплерографией — исследовать сосуды почек. Ультразвуковое сканирование почек — неинвазивное исследование почек, легко переносится пациентами, не требует введения контрастных веществ. Поскольку сонография не вызывает побочных действий, ее можно проводить многократно, чтобы отслеживать динамику патологического процесса.

Показаниями для выполнения УЗИ почек являются следующие случаи:

- боли в пояснице;
- необычный цвет мочи;
- болезненное мочеиспускание;
- отклонения от нормы ОАМ;
- мочекаменная болезнь;

- появление стойких отеков;
- диагностированные воспалительные процессы (пиелонефрит, цистит);
- врожденные аномалии или травмы мочевыделительной системы;
- необходимость в исследовании почечных артерий при артериальной гипертензии;
- болезни обмена веществ (диабет, подагра);
- определение наличия и размеров кист и других очаговых образований в почках.

Следует помнить, что УЗИ достаточно субъективный метод исследования и его результаты в значительной степени зависят от квалификации специалиста-сонографиста.

УЗИ мочевого пузыря назначают при циститах, подозрении на мочекаменную болезнь или опухоль пузыря, необходимости оценки формы пузыря. УЗИ предстательной железы проводится при наполненном мочевом пузыре.

РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обзорная рентгенография

Это обязательный метод при последующем применении рентгеноконтрастных исследований. Подготовка пациента включает постановку очистительной клизмы (при запорах и метеоризме) накануне и соблюдение безуглеводной диеты. Метод в большинстве случаев позволяет уточнить наличие и форму почек, их величину и расположение, а также наличие рентгеноконтрастных камней. Левая почка обычно расположена выше правой на 1,5–2 см. Тень левой почки должна делиться пополам XII ребром. При переходе из горизонтального в вертикальное положение почки смещаются на 1–1,5 см. При хорошей подготовке обзорная урография позволяет выявить рентгеноконтрастные камни (оксалаты и фосфаты, камни из солей мочевой кислоты на обычных снимках не видны); увеличение размеров почки при гидронефрозе, поликистозе, амилоидозе; крупные новообразования почек; нефроптоз и другие аномалии расположения почек; инородные тела.

Внутривенная (экскреторная) урография

После пробы на переносимость (1 мл препарата) внутривенно вводится 40–60 мл Омнипака (Верографина, Урографина) — йодсодержащего рентгеноконтрастного вещества. На седьмой минуте после введения контраста выполняется рентгеновский снимок в положении пациента лежа (рис. 1), на 15 минуте — в положении стоя, а при необходимости (нарушение секреции и экскреции препарата) — отсроченные снимки через 20–30–60 мин. На снимках видна проекция и полостная система почек, мочеточники (в норме

частично — отдельные цистоиды) и мочевого пузыря. Можно оценить не только анатомическое состояние почек, но и функциональное — по интенсивности накопления и скорости выведения контраста. Особенно информативно исследование для диагностики хронических пиелонефритов, так как можно оценить состояние чашечно-лоханочной системы. Модификацией внутривенной урографии является метод инфузионной урографии.



Рис. 1. Экскреторная урограмма. Удвоение полостной системы слева. Деформация полостной системы с обеих сторон и атония мочеточников — признаки двустороннего хронического пиелонефрита

Проведение экскреторной урографии показано пациентам при наличии:

- макрогематурии;
- артериальной гипертензии у молодых людей;
- периодически возникающих болей в пояснице неясного происхождения;
- частых инфекционно-воспалительных заболеваний мочевыводящих путей;
- предположения о мочекаменной болезни;
- нарушения функции мочевыделения;
- травм области поясницы и живота.

Противопоказания к экскреторной урографии:

- беременность;
- тиреотоксикоз;
- почечная недостаточность;
- острый гломерулонефрит;
- повышенная чувствительность к йодированным контрастным веществам;
- почечная недостаточность (острая и хроническая);
- прием глюкофажа у пациентов с сахарным диабетом;

– феохромоцитомы.

Ретроградная пиелография

Ретроградная пиелография выполняется при отсутствии контрастирования полостной системы почки с одной стороны на экскреторных урограммах. Контраст вводится в лоханку во время цистоскопии через катетер в мочеточнике. Метод используется в урологии для диагностики пиелонефритически сморщенной почки, опухолей, туберкулеза, аномалий развития почки, стриктур мочеточников, мочекаменной болезни. Учитывая возможное инфицирование почки, редко используется в нефрологии.

Антеградная пиелография

Контраст вводится в лоханку путем чрескожной пункции. В основном применяется при так называемой нефункционирующей почке (при неинформативности экскреторной урографии).

Почечная ангиография

Почечная ангиография позволяет визуализировать почечные артерии и их состояние (стенозирование, аневризмы), позволяет выявлять добавочные сосуды почек, их локализацию и распределение в почечной паренхиме, зону кровоснабжения отдельных сосудов, опухоли, туберкулез и кисты почек, диспластические изменения, сморщенность почки (рис. 2–4).



Рис. 2. Почечная ангиография 19-летнего пациента с артериальной гипертензией. Двустороннее удвоение почечных артерий, стеноз в результате фибромускулярной дисплазии верхней ветви левой почечной артерии с постстенотической аневризмой

Показания к почечной ангиографии:

- невозможность произвести ретроградную пиелографию, когда по результатам экскреторной урографии не установлен характер заболевания;
- почечная гематурия, этиология которой не установлена другими методами;
- подозрение на опухоль почки, преимущественно в корковом веществе ее;
- необходимость дифференцировать опухоль почки от кисты;
- гидронефроз, с целью определения его этиологии, степени сохранности почечной паренхимы и допустимости резекции добавочного сосуда, исходя из масштабов кровоснабжения почки основной и добавочной артерией;
- туберкулез почки, в случае когда решается вопрос о возможности и уровне резекции ее в зависимости от ангиоархитектоники;
- сложные аномалии почек;
- артериальная гипертензия неясной этиологии;
- нефрогенная гипертензия, для установления ее вида, характера поражения почечной артерии (стеноз, атеросклеротические изменения, аневризма и др.);
- опухоли надпочечников и другие забрюшинные новообразования.



Рис. 3. Брюшная аортография с почечной ангиографией. Гипоплазия брюшной аорты и почечных артерий. Дуга Риолана (arcus Riolani) — анастомоз в области селезеночного изгиба ободочной кишки между ветвями верхней и нижней брыжечных артерий



Рис. 4. Брюшная аортография с почечной ангиографией пациентки 14 лет с высокой артериальной гипертензией. Двусторонняя кортико-медуллярная дисплазия обеих почек, удвоение левой почечной артерии с фибромускулярной дисплазией устья нижней ветви

В последнее время в клиническую практику внедрен метод почечной ангиографии с компьютерной обработкой получаемого изображения, так называемая цифровая субтракционная ангиография (рис. 5).



Рис. 5. Почечная ангиография с компьютерной обработкой изображения

Контраст, количество которого в 2–3 раза меньше, чем при обыкновенной внутривенной урографии, вводится внутривенно. Компьютером производится цифровая обработка звуковых сигналов для получения изображения почек.

Реже в клинической практике используются такие рентгенологические методы, как почечная венография и венокавография, лимфография.

К противопоказаниям для выполнения рентгеноконтрастных методов исследования почек относятся:

- выраженная почечная недостаточность;
- повышенная чувствительность к йоду;
- выраженный тиреотоксикоз;
- тяжелые заболевания печени;
- активный туберкулез легких;
- тяжелая степень сердечно-сосудистой недостаточности.

При проведении этих исследований возможны аллергические реакции вплоть до анафилактического шока, коллапс, острая печеночная недостаточность. К побочным реакциям относятся головная боль, головокружение, гиперемия лица, снижение артериального давления. Для купирования аллергических реакций на контраст используют тиосульфат натрия как антидот йода.

Компьютерная томография

Компьютерная томография (КТ) — это рентгенологическое исследование с послойным изображением тканей с шагом от одного до пяти миллиметров. В ЭВМ выполняется математическая реконструкция коэффициентов поглощения рентгеновского луча и пространственное их распределение на квадратной многоклеточной матрице, а полученные изображения передаются

для визуальной оценки на экран монитора. КТ подразделяется на пошаговую (традиционную), спиральную (односрезовую и многослойную) и высокоразрешающую. Лучевая нагрузка при неинвазивной КТ обычно находится в диапазоне 5–20 мЗв. Разрешающая способность у мультисрезового КТ-аппарата (64 слоя одновременно) составляет 0,4 мм (традиционного — 2–5 мм) и позволяет выполнять трехмерное моделирование (3D-реконструкция) исследуемого органа. Лучевая нагрузка при спиральной КТ существенно ниже, чем при традиционной. Так, при исследовании живота спиральной КТ поглощенная доза составляет 14–15 миллигрей, что примерно на 30 % ниже, чем при традиционной КТ. Для повышения диагностической информативности КТ проводится усиление — внутривенное введение рентгеноконтрастного вещества с выполнением сосудистой программы. Исследование с контрастом не проводят в случае выраженной почечной недостаточности, для выявления которой обязательно выполняют биохимический анализ крови. При определении повышенного уровня креатинина и мочевины, КТ почек с контрастированием не назначают.

Компьютерная томография обладает рядом преимуществ перед обычным рентгенологическим исследованием:

- высокой чувствительностью, что позволяет дифференцировать отдельные органы и ткани друг от друга по плотности в пределах 1–2 %, а на томографах III и IV поколения — до 0,5 %, в то время как на обычных рентгенограммах этот показатель составляет 10–20 %;

- позволяет получить изображение органов и патологических очагов только в плоскости исследуемого среза, что дает четкое изображение без наложения выше- и нижележащих образований;

- возможность оценки точной количественной информации о размерах и плотности отдельных органов, тканей и патологических образований, что позволяет определить характер поражения.

При КТ почек рассматривают структурные нарушения в почках, мочеточниках, надпочечниках, выявляют органические поражения почек: дисплазии, кисты, опухоли доброкачественные или злокачественные, инфекционную патологию (пиелонефрит, карбункул, абсцесс, туберкулез), рентгеноконтрастные конкременты; проводят дифференциальную диагностику между патологией почек, позвоночника и органов брюшной полости.

КТ используется в основном для диагностики объемных образований (опухолей, кист), поликистоза, опухолей предстательной железы, мочевого пузыря. Основным показанием к проведению КТ почек являются трудности диагностики после выполнения других инструментальных (УЗИ, экскреторная урография) и лабораторных методов исследования.

Единственным абсолютным противопоказанием к проведению КТ почек считают беременность, поскольку метод обладает ионизирующим излучением. В период гестации целесообразнее использовать другие мето-

ды диагностики заболеваний. Во 2-м или 3-м триместре можно использовать магнитно-резонансную томографию (МРТ), а в 1-м триместре — УЗИ.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ УРОГРАФИЯ

Магнитно-резонансная урография (МР-урография) — безболезненное исследование, которое проводят для диагностики патологии паренхимы и кровеносной системы почек, чашечно-лоханочной системы, мочевого пузыря и мочеточников. МР-урография регулярно и весьма удачно используется для ранней диагностики опухолей. Этот метод диагностики не обладает рентгеновским излучением, поэтому считается безвредным. МР-урография практически всегда проводится без контрастного вещества, так как моча сама по себе является контрастом. Контрастное вещество используют только при подозрении на рак, инфаркт почки, абсцесс. МР-урографию успешно применяют в педиатрии, во время беременности и лактации, для диагностики у пациентов, которым следует избегать лучевой нагрузки. МРТ почек и мочевыделительных органов проводят для контроля эффективности лечения.

Выполнение МРТ абсолютно противопоказано при наличии у пациента:

- искусственного водителя сердечного ритма (под воздействием градиентного магнитного поля сердце может перейти в асинхронный режим работы);
- внутрочерепных и сосудистых ферромагнитных гемостатических клипс сосудов головного мозга (при смещении клипсы может произойти повреждение сосуда и кровотечение);
- металлоконструкций (металлические пластины, дистракторы и т. п.), других металлических имплантов;
- ферромагнитных или электронных имплантатов среднего уха;
- веса более 125 кг;
- выраженной клаустрофобии.

РАДИОИЗОТОПНАЯ РЕНОГРАФИЯ

Радиоизотопная ренография (РРГ) основана на свойстве канальцев почек избирательно секретировать во вторичную мочу радиофармпрепарат (РФП) — йодгиппурат (гиппурат натрия меченый γ -излучателем, йод-131), который вводится внутривенно (рис. 6).

Накопление и выведение РФП в почках регистрируется с помощью сцинтилляционных датчиков, устанавливаемых над областью почек, и представляется (суммируется) в виде 2 кривых — ренограммы правой и левой почек. Сравнивая функцию правой и левой почки, оценивают три сегмента

РРГ: сосудистый, секреторный и экскреторный, отражающие соответственно магистральный кровоток, канальцевую секрецию, экскрецию мочи из лоханки. При нарушении функции почки (например, пиелонефритически сморщенная почка) снижается сосудистый сегмент, уплощается секреторный вплоть до исчезновения и удлиняется экскреторный сегмент. При ХПН секреторный сегмент отсутствует (прямая линия), выведение РФП резко замедлено, экскреторный сегмент выражено удлинен.

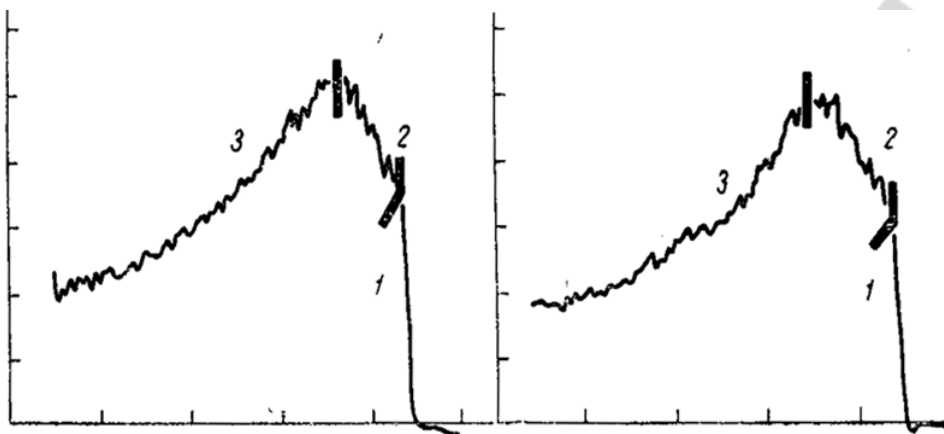


Рис. 6. Нормальная радиоизотопная ренограмма:

1 — сосудистая фаза; 2 — секреторная фаза (в норме длительность 3 мин); 3 — экскреторная фаза (в норме длительность 16 мин)

Показания к радиоизотопной ренографии:

- определение суммарной или отдельной функции почек (включая СКФ, эффективный почечный кровоток, канальцевую секрецию), даже в случаях почечной недостаточности;
- дифференциальная диагностика обструктивной и необструктивной нефропатии;
- скрининг у пациентов с артериальной гипертензией неясного генеза;
- при подозрении на травму почки;
- оценка сохранности почечной паренхимы при гидронефрозе;
- диагностика пузырно-мочеточникового и почечного рефлюкса.

Подготовка к радиоизотопной ренографии:

- за 2–3 дня перед радионуклидным исследованием нежелательно проводить рентгеноконтрастные исследования или принимать медикаменты, способные блокировать процесс канальцевой секреции;
- за сутки до исследования следует прекратить прием мочегонных средств;
- за 30 минут до введения РФП пациент выпивает 150–200 мл жидкости;
- детям и подросткам до 17 лет обязательным условием проведения исследования является предварительная блокада щитовидной железы путем трехразового приема в течение 3 дней 3 капель раствора Люголя.

Противопоказаниями к радиоизотопным исследованиям служат беременность, кормление грудью, возраст до года.

ДИНАМИЧЕСКАЯ СЦИНТИГРАФИЯ ПОЧЕК

Динамическая сцинтиграфия почек (сканирование на гамма-камере) позволяет оценить функцию почек, симметричность активности, выявить образования в паренхиме (кисты, опухоли) и очаги деструкции.

Показания к проведению динамической нефросцинтиграфии:

- любые значительные и неуточненные изменения и нарушения функций почек;
- обнаруженные аномалии развития органа;
- вторая и третья стадии гидронефроза;
- кисты и новообразования почек и мочевыделительной системы (для исключения злокачественного характера опухоли);
- оценка состояния второй почки на предмет почечной недостаточности при планировании нефрэктомии;
- планирование органосохраняющей операции на единственной почке;
- исключение или обнаружение метастазов в почках и мочеполовой системе;
- стеноз почечных артерий.

Для проведения динамической нефросцинтиграфии не требуется специальной подготовки.

ТЕРМОГРАФИЯ (ТЕПЛОВИДЕНИЕ)

Термография (тепловидение) почек позволяет в ряде случаев судить об активном воспалительном процессе или злокачественном новообразовании. В настоящее время разработана методика компьютерной дистанционной термографии для обследования урологических пациентов. Выявлены и описаны термографические признаки различных нефрологических заболеваний: рака и солитарной кисты почки, острого одностороннего пиелонефрита. Термография — абсолютно безопасный метод обследования организма.

БИОПСИЯ ПОЧЕК

Биопсия — это прижизненное морфологическое исследование почечной ткани. Метод широко используется с 50-х гг. Проводится закрытым и открытым методом. Открытый — это операционный метод, используется редко, в основном применяют закрытый метод (пункционная биопсия почек). Методика проведения диагностической чрескожной (пункционной)

биопсии почки заключается в следующем: кусочек почечной ткани для исследования берут с помощью специальной длинной биопсионной иглы и аспирирующего шприца. Прокол делают со стороны поясницы в области проекции почки под контролем УЗИ. При оценке биопсийного материала используют различные методы окраски, люминесцентную и электронную микроскопию (видны отложения иммунных комплексов).

Биопсия почек проводится с диагностической целью. В 30 % случаев результаты биопсии позволяют изменить диагноз. С помощью биопсии уточняют причины почечной протеинурии, гематурии, устанавливают природу нефротического синдрома, морфологические варианты хронического гломерулонефрита, тип амилоидоза, степень выраженности диабетического гломерулосклероза, подагрической почки. К тому же биопсию проводят для оценки морфологического варианта хронического гломерулонефрита, что имеет существенное значение для выбора протокола лечения.

Чрескожная биопсия проводится строго по показаниям, так как она может сопровождаться рядом серьезных осложнений.

Показания к биопсии почки:

- протеинурия и гематурия неясной этиологии;
- гипертензия неясного генеза;
- стероидорезистентность при нефротическом синдроме с минимальными изменениями;
- неэффективность терапии при любом варианте гломерулонефрита;
- подозрение на наличие дизэмбриогенеза почечной ткани;
- подозрение на амилоидоз;
- острая почечная недостаточность неясной этиологии;
- ухудшение функции трансплантата.

Абсолютные противопоказания к биопсии:

- наличие единственной почки;
- нарушение свертывающей системы крови (гипокоагуляция, тромбоцитопения, геморрагический диатез, АЧТВ > 1,5 верхней границы нормы; МНО > 1,5; тромбоциты < 50 000/мкл);
- тромбоз почечных вен;
- гидронефроз;
- пионефроз;
- поликистоз.

Относительные противопоказания:

- тяжелая артериальная гипертензия;
- ХПН (креатинин более 0,44 ммоль/л);
- патологическая подвижность почек;
- выраженный распространенный атеросклероз.

Возможные осложнения при биопсии — кровотечение в лоханку, под капсулу, в клетчатку; образование гематомы, нагноение последней; повреждение соседних органов.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ

Цистоскопия — осмотр мочевого пузыря с помощью цистоскопа. Цистоскопия позволяет изучить слизистую оболочку мочевого пузыря, установить наличие изъязвлений, папиллом, опухолей, камней, туберкулеза мочевого пузыря (рис. 7), а также провести некоторые диагностические манипуляции (с помощью специального тонкого катетера можно взять для исследования мочу из каждой почки отдельно), провести исследование функции почек (хромоцистоскопия).

Хромоцистоскопия — эндоскопическое исследование мочевого пузыря, которое сочетают с внутривенным введением 2–3 мл 0,4%-ного раствора индигокармина с целью определения времени и интенсивности выделения мочи, окрашенной в голубой цвет, из соответствующего устья мочеточника. В норме индигокармин начинает выделяться в мочевой пузырь спустя 3–5 мин после внутривенного введения (рис. 8). Снижение интенсивности окраски мочи, запаздывание выделения позволяет заподозрить нарушение функции почки или динамики опорожнения верхних мочевых путей с соответствующей стороны. Отсутствие выделения индигокармина в течение 10–12 мин может указывать на значительные нарушения функции почки или оттока мочи из верхних мочевых путей (например, при окклюзии мочеточника конкрементом). Хромоцистоскопия является важным методом дифференциальной диагностики острого аппендицита и правосторонней почечной колики.

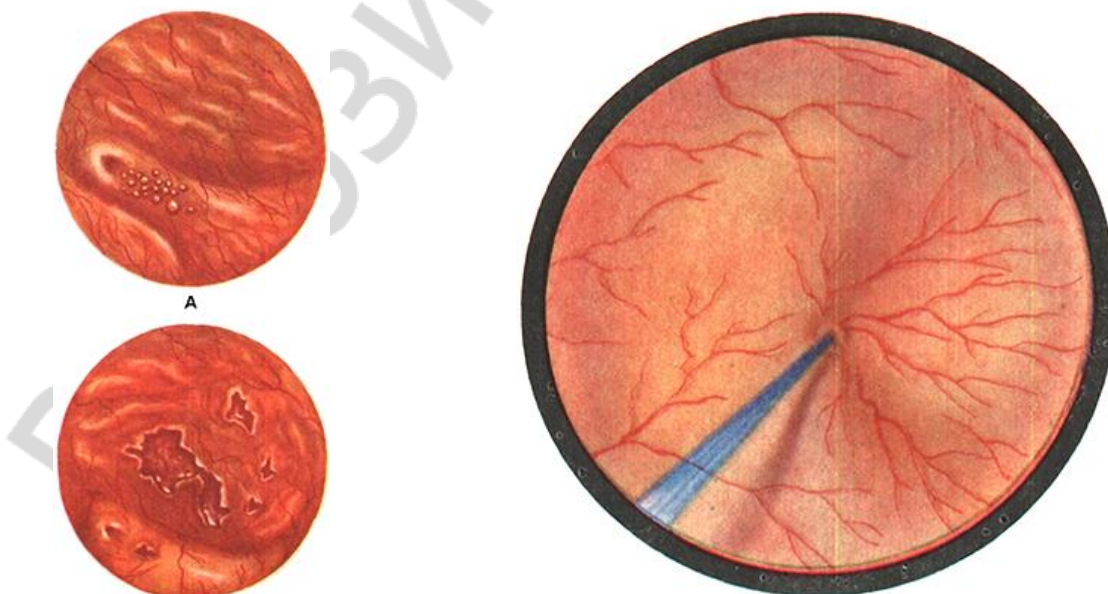


Рис. 7. Туберкулез мочевого пузыря

Рис. 8. Хромоцистоскопия, выделение из мочеточника на 5-й минуте нормальной струи окрашенной индигокармином мочи

Показания для проведения хромоцистоскопии:

- дифференциальная диагностика между почечной коликой и заболеванием органов брюшной полости;
- оценка проходимости мочевых путей и функционального состояния почек.

Противопоказания к исследованию:

- состояние шока, выраженной азотемии и коллапса (низкого артериального давления);
- поражение паренхимы печени и почек.

Катетеризацию мочевого пузыря проводят с диагностической и с лечебной целью: взятие пробы мочи для исследования, освобождение мочевого пузыря от скопившейся мочи при задержке мочеиспускания, промывание мочевого пузыря дезинфицирующими растворами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в клинике используют современные информативные методы диагностики заболеваний почек. При обследовании нефрологического пациента врач ориентируется прежде всего на жалобы и результаты физикального исследования с оценкой всех патологических симптомов и синдромов. Далее начинается обследование с простых, рутинных диагностических методов, лабораторных и инструментальных, при необходимости переходя к более сложным, интерпретируя пошагово результаты, подтверждающие или отвергающие первоначальную диагностическую гипотезу. Четкое знание показаний и противопоказаний к выполнению инструментальных методов исследования поможет избежать ошибок, а своевременная и правильная оценка результата исследования позволит обосновать правильное диагностическое суждение и назначить адекватное лечение.

СПИСОК ИСПОЛ

ЮЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шилов, Е. М.* Нефрология. Клинические рекомендации / Е. М. Шилов, А. В. Смирнов. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. 856 с.
2. *Козлов, А. В.* Анализ мочи: руководство для врачей / А. В. Козлов Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. 256 с.
3. *Мухин, Н. А.* Диагностика и лечение болезней почек / Н. А. Мухин [и др.]. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2011. 857 с.
4. *Шейман Джеймс, А.* Патопфизиология почки / А. Шейман Джеймс. Москва : БИНОМ, 2019. 192 с.
5. *Общая* врачебная практика. Национальное руководство в 2-х томах. Т. 1 / под ред. И. Н. Денисова, О. М. Лесняк. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. 976 с.
6. *Хроническая* болезнь почек (ХБП) : клинические рекомендации [Электронный ресурс]. 2019. 169 с. Режим доступа : <http://nonr.ru>. Дата доступа : 11.10.2020.
7. *Fischbach, F. T.* Manual of Laboratory and Diagnostic Test. 8th Ed. / F. T. Fischbach, M. B. Dunning. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 2008. 1344 p.
8. *McGraw-Hill, W. D.* Manual of Laboratory and Diagnostic Tests. 1st ed. Illinois : Normal, 2007. 666 p.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Анатомо-физиологические характеристики почек	3
Функции почек	4
Методы исследования почек, клинические методы.....	5
Лабораторные методы исследования.....	6
Бактериоскопическое и бактериологическое исследования	9
Оценка функционального состояния почек	11
Конечные продукты азотистого обмена	13
Исследование функции почек по скорости клубочковой фильтрации	14
Хроническая болезнь почек (определение понятия).....	16
Определение величины почечного кровотока	19
Инструментальные исследования почек	19
Ультразвуковое исследование почек	19
Рентгенологические методы исследования.....	20
Магнитно-резонансная урография	26
Радиоизотопная ренография	26
Динамическая сцинтиграфия почек	28
Термография (тепловидение).....	28
Биопсия почек	28
Исследование мочевого пузыря	30
Заключение	31
Список использованной литературы	32

Учебн ание

Близнюк Анатолий Иванович
Мороз-Водолажская Наталья Николаевна

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧЕК
И МОЧЕВЫВОДЯЩИХ ПУТЕЙ
И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ОБЩЕЙ ВРАЧЕБНОЙ
ПРАКТИКЕ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск В. Э. Сушинский
Старший корректор А. В. Царь
Компьютерная вёрстка С. Г. Михейчик

Подписано в печать 21.01.21. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Хероx office».
Ризография. Гарнитура «Times».
Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 1,8. Тираж 100 экз. Заказ 40.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования

«Белорусский государственный медицинский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

Репозиторий БГМУ

Репозиторий БГМУ

Депозитарий БГМУ

ISBN 978-985-21-0729-7



9 789852 107297