П.В. Глыбочко, Д.Ю. Пушкарь,
А.В. Зайцев, Л.М. Рапопорт

АМБУЛАТОРНАЯ УРОЛОГИЯ

Москва
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»
2019

Глава 2

Методы обследования урологических больных

Зайцев А.В.

2.1. АНАМНЕЗ, ФИЗИКАЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

Точность урологической диагностики основывается на тщательном анализе кардинальных симптомов урологических заболеваний, на данных физического, лабораторного, инструментального исследований и методов лучевой диагностики. Несмотря на развитие и доступность высокотехнологичных диагностических тестов и методов визуализации в урологии, сбор анамнеза и физикальное обследование остаются важной составляющей частью начального обследования урологического пациента, и важное в медицине звено — тесный контакт врача с больным — не должно исчезнуть.

- Основными симптомами урологических заболеваний являются боли, нарушения мочеиспускания и изменения состава мочи. Первые два симптома удается выяснить при опросе пациента, последний — при осмотре мочи.
- Анализ перечисленных симптомов (условия их возникновения, характер, интенсивность проявления, постоянство и т.д.) в большинстве случаев позволяет остановиться на том или ином предположительном диагнозе.
- Опрос пациента является важнейшим моментом урологической диагностики. Он помогает выяснить характерные жалобы, специфичные для урологических заболеваний.
- Нельзя ограничиваться выяснением жалоб на боли в поясничной области, необходимо определить их харак-

тер, условия возникновения (при движении или в покое), пути распространения.

- При наличии жалоб на учащение позывов к мочеиспусканию уточняют, носят ли они периодический или постоянный характер, отмечаются только днем или ночью, зависят ли они от каких-либо провоцирующих моментов и т.д.
- Следует принимать во внимание все имеющиеся симптомы в их совокупности, а не ограничиваться одним признаком: жалуется ли пациент только на учащенное мочеиспускание или же и на боли во время мочеиспускания.
- Данные, полученные при опросе, следует сопоставить с наличием гематурии или пиурии, характер которых должен быть уточнен.
- Пациенту может быть предложено заполнение различных утвержденных опросников [Международный индекс симптомов при заболеваниях простаты (*International Prostate Symptom Score* — IPSS), дневник мочеиспусканий и др.].

Физикальное обследование также должно проводиться по определенному плану, с учетом особенностей организма как единого целого.

- Жалобы на учащение позывов к мочеиспусканию не могут служить для врача основанием ограничиться только обследованием мочевого пузыря.
- После общего осмотра физикальному обследованию должны подвергаться все органы мочеполовой системы.
- Органы мочеполовой системы тесно связаны друг с другом, и заболевания различных ее отделов могут проявляться теми же симптомами.
- Профузная гематурия может быть вызвана как опухолью почки, так и опухолью мочевого пузыря.
- При урологических заболеваниях нередко встречаются отраженные боли или нарушения функций. Это диктует необходимость комплексного обследования пациента.
- Отеки, гинекомастия, аритмия и ожирение могут быть связаны с урологическими заболеваниями.
- Обращают внимание на наличие рубцов на передней брюшной стенке и в поясничной области после перенесенных оперативных вмешательств или травм.
- Пальпация, перкуссия и аускультация позволяют выявить наличие опухолей, увеличенную почку или мочевой пузырь, систолический шум при поражениях почечной артерии и другие изменения.
- Большое значение имеют осмотр наружных половых органов у мужчин и пальцевое ректальное исследование (ПРИ).
- У женщин исследование *per vaginam* позволяет выявить признаки воспаления, вульвовагинальной атрофии, заболеваний уретры, недержания мочи при кашлевой пробе, пролапса тазовых органов (ПТО).

2.2. ОСНОВНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ ТЕСТЫ, ЭНДОСКОПИЧЕСКИЕ, УРОДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И МЕТОДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ МОЧЕВЫВОДЯЩИХ ПУТЕЙ

Исследование мочи

pH

Значения pH мочи варьируют от 4,5 до 8,0, составляя в среднем 5,5–6,5.

Содержание эритроцитов

Нормальная моча содержит менее трех эритроцитов в поле зрения микроскопа при сильном увеличении (около 1000 эритроцитов в 1 мл мочи, верхняя граница составляет 5000–8000 в 1 мл мочи).

Содержание белка

У здорового человека с мочой выделяется 80–150 мг белка в сутки (нормальная концентрация белка в моче — <20 мг/дл). Протеинурия свидетельствует о наличии заболеваний почек (клубочковых, тубулоинтерстициальных, сосудистых) или множественной миеломы, но может появляться после значительной физической нагрузки.

Для упрощения принятия клинического решения необходимый алгоритм действий при протеинурии представлен отдельно (алгоритм №1).

Содержание лейкоцитов

Активность лейкоцитарной эстеразы показывает наличие в моче лейкоцитов. Лейкоцитарная эстераза продуцируется нейтрофилами и при исследовании мочи с помощью тест-полосок приводит к изменению цвета хромогенной соли на них. Не у всех пациентов с бактериурией имеется выраженная пиурия. Ложноотрицательный результат: концентрированная моча, глюкозурия, наличие уробилиногена, прием большого количества аскорбиновой кислоты. Ложноположительный результат: контаминация мочи.

Наличие нитритов

Появление нитритов в моче свидетельствует о вероятности бактериурии. В норме они не содержатся в моче. Многие штаммы грамотрицательных микроорганизмов могут превращать нитраты в нитриты, в моче их можно обнаружить с помощью реагентов на тест-полосках.

Специфичность данного метода в определении бактериурии составляет более 90%, чувствительность — 35–85% (с преобладанием ложноотрицательных результатов), менее точен метод при содержании микроорганизмов менее 10^5 в 1 мл мочи. Мутная моча при положительных тестах на лейкоциты и нитриты может быть инфицирована.

Алгоритм №1. Протеинурия

Исследование функций почек

Исследование суммарной и раздельной функций почек занимает важное место в обследовании урологических больных. Результаты этих исследований помогают уточнить диагноз и выработать дальнейшую лечебную тактику.

Удельный вес мочи

Определение удельного веса мочи — самое простое исследование суммарной функции почек. При нарушении функций почек, развитии хронической

почечной недостаточности (ХПН) концентрационная способность почек снижается. Удельный вес обычно не превышает 1010, но может снижаться до 1002–1004. Вместе с тем способность к разведению мочи сохраняется даже при тяжелой ХПН. Осмолярность мочи более точно отражает функции почек.

Креатинин в сыворотке крови

Креатинин является конечным продуктом метаболизма креатина в скелетных мышцах и выводится из организма почками. Суточная продукция креатинина является постоянной величиной, поэтому его уровень в сыворотке крови отражает функции почек. Нормальный уровень креатинина у взрослых составляет 0,8–1,2, у детей — 0,4–0,8 мг%.

Эти показатели не зависят от диеты и водного баланса и сохраняются, пока функционирует не менее половины нефронов.

Клиренс креатинина

Креатинин в основном экскретируется путем клубочковой фильтрации, и лишь незначительное его количество секретируется в канальцах.

Поскольку его суточная продукция постоянна, по клиренсу креатинина можно достаточно точно измерять скорость клубочковой фильтрации.

Для определения клиренса креатинина измеряют суточный диурез и уровень креатинина в сыворотке крови и моче. Формула определения клиренса креатинина (Крс):

$$Крс = (Крм \times V) / клиренс\ Кр,$$

где Кр — креатинин; Крм — уровень креатинина в моче; Крс — уровень креатинина в сыворотке; V — средний минутный диурез за 24 ч.

При определении клиренса креатинина необходимо учитывать различие мышечной массы больных, поэтому вводится поправка — полученная величина делится на площадь поверхности тела ($м^2$) и умножается на 1,73 $м^2$. Значение креатинина в норме составляет 70–140 мл/мин.

Азот мочевины в крови

Мочевина является основным продуктом катаболизма белка. Выводится мочевина из организма только почками, поэтому ее уровень тем ниже, чем выше скорость клубочковой фильтрации. В отличие от креатинина, на уровень азота мочевины в крови влияют такие факторы, как потребление белковой пищи, обезвоживание организма и желудочно-кишечное кровотечение. Этот показатель начинает повышаться при гибели не менее 2/3 нефронов. В связи с этим уровень креатинина в сыворотке крови дает более точную информацию и полнее отражает функции почек, чем уровень азота мочевины в крови.

Цитологическое исследование мочи

- Сбор мочи для цитологического исследования. Эксфолиированные клетки, находившиеся в мочевом пузыре несколько часов (например, утренняя

порция мочи) или в образцах мочи, длительно хранившихся, подвергаются дегенерации. Такие образцы мочи непригодны для цитологической интерпретации. Для цитологического исследования берут промывную жидкость из мочевого пузыря (изотонический раствор натрия хлорида) при цистоскопии (или после катетеризации) или из мочеточника (при его катетеризации или уретероскопии). Моча центрифугируется, полученный осадок фиксируется спиртом и окрашивается по Папаниколау (Papanicolaou's stain, Pap stain).

- Нормальные уротелиальные клетки содержатся в моче, и при микроскопии их ядра выглядят правильными и мономорфными (одно ядро, равномерное распределение хроматина).
- Причины позитивного цитологического заключения (то есть наличие ненормальных клеток — высокое ядерно-цитоплазматическое соотношение, гиперхроматические ядра, выпуклые ядра).
  - Уротелиальная опухоль [переходноклеточная карцинома (ПКК), плоскоклеточный рак, аденокарцинома].
  - Предшествующая лучевая терапия (особенно в течение последних 12 мес).
  - Предшествующее лечение цитотоксичными препаратами (например, циклофосфамидом, бусульфаном, циклоспорином).
  - Мочекаменная болезнь.
- Аденокарцинома почки (светлоклеточный рак почки) обычно не эксфолиирует ненормальные клетки, хотя иногда могут наблюдаться кластеры светлых клеток, что подтверждает диагноз.
- При уротелиальном раке с высокой степенью клеточной анаплазии (G3) и карциноме *in situ* (CIS) эксфолиированные клетки выглядят значительно измененными, и врач-цитолог обычно делает заключение о наличии опухоли. Вместе с тем в 20% случаев ответ бывает отрицательным, но не исключает наличие опухоли.

В случае рака мочевого пузыря (РМП) с низкой степенью клеточной анаплазии (G1) эксфолиированные клетки могут выглядеть как нормальные, чувствительность метода низкая. Чувствительность метода при выявлении CIS составляет от 28 до 100%.

Простатоспецифический антиген

На данный момент наиболее ценным опухолевым маркером, исследование которого в сыворотке крови необходимо для диагностики и наблюдения за течением гиперплазии и рака предстательной железы (РПЖ), является простатоспецифический антиген (ПСА). ПСА — энзим, вырабатываемый эпителиальными клетками ацинусов и протоков предстательной железы. Он относится к семейству человеческих калликреинов, и его функция заключается в разжижении эякулята и улучшении фертильности (см. главу 6).

Рентгенологические и ультразвуковые методы исследования

Исследование органов мочеполовой системы проводят с помощью рутинной рентгенографии, ультрасонографии, компьютерной томографии (КТ), магнитно-резонансной томографии (МРТ), радионуклидных исследований и таких развивающихся методов, как позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ).

Внутривенная урография

Внутривенная урография (экскреторная урография, внутривенная пиелография) была основным диагностическим рентгенологическим исследованием верхних мочевыводящих путей на протяжении многих десятилетий (рис. 2.1). Роль этого метода в изучении многих урологических заболеваний сегодня ограничена в связи с развитием новых диагностических технологий.

Показания

- Гематурия (макро- или микроскопическая). Роль метода у пациентов с гематурией становится все более дискутабельной. КТ — неоспоримо более чувствительный метод для определения объемных образований в почке. КТ также более чувствительна, чем внутривенная урография, в определении уролитиаза: небольшие камни и слабоконтрастные камни часто не определяются на внутривенных урограммах.
- Наблюдение за верхними мочевыводящими путями у пациентов с наличием в анамнезе таких уротелиальных опухолей, как РМП, или при положительных данных цитологического исследования мочи.
- Предоперационное обследование для выбора эндоурологических вмешательств, например эндопиелотомии. Вместе с тем КТ все чаще применяется по этим показаниям, так как пространственная 3D-реконструкция с высоким разрешением позволяет визуализировать сосудистые структуры и уточнить их взаимоотношение с чашечно-лоханочной системой (ЧЛС) (рис. 2.2).

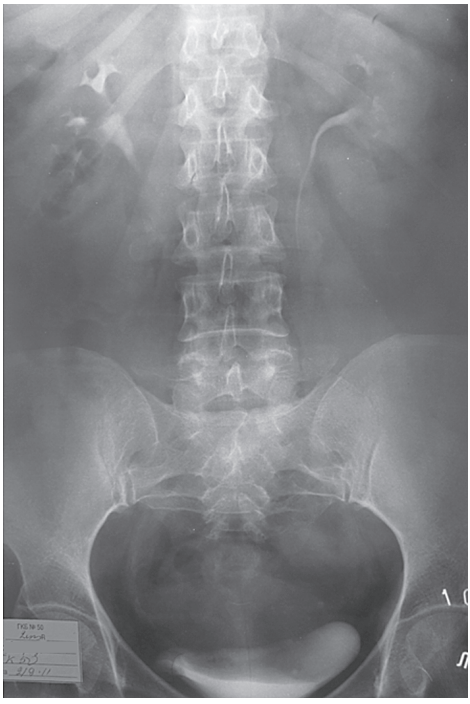


Рис. 2.1. Нормальная экскреторная урограмма

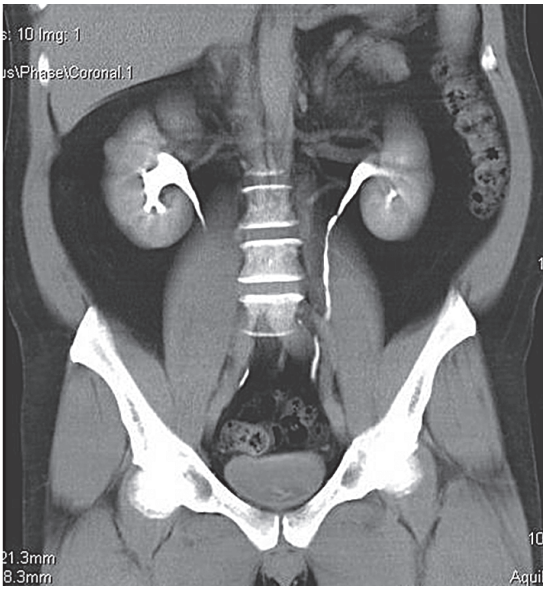


Рис. 2.2. КТ- урограмма (норма)

- Послеоперационное обследование мочеполовой системы.
- Осложненная инфекция мочевыводящих путей (ИМП) или подозрение на туберкулез.
- МКБ. У пациентов с почечной коликой КТ без контрастирования является более чувствительным и специфичным методом выявления или исключения обструкции мочеточника камнем. Внутривенная урография не является больше методом выбора при подозрении на почечную колику.
- Внутривенная урография сохраняет значение в обследовании пациентов с уже установленной МКБ, помогает определять лечебную тактику в конкретных случаях и следить за состоянием мочеполовой системы после выполнения лечебных процедур: дистанционной ударно-волновой литотрипсии (ДУВЛ), уретероскопии или чрескожных методов лечения.

Противопоказания

- Развивающаяся почечная недостаточность. Введение контрастного вещества в этом случае увеличивает риск прогрессивного ухудшения функций почек (контрастиндуцированная нефротоксичность). У пациентов с сахарным диабетом и почечной недостаточностью вследствие диабетической нефропатии это осложнение более вероятно. Именно поэтому для обследования мочеполовой системы пациентам с почечной недостаточностью выполняют ультрасонографию, МРТ, цистоскопию и в некоторых случаях ретроградную уретеропиелографию.
- Относительные противопоказания:
  - повторные рентгеноконтрастные исследования. У пациентов, которым вводили в недавнем прошлом контрастное вещество, значительно возрастает риск развития контрастиндуцированной нефротоксичности. Интервал между двумя исследованиями должен составлять не менее 24 ч (желательно 48), в течение которых проводится достаточная гидратация;
  - аллергические реакции на введение контрастного вещества (уртикарная сыпь, отек, ларинго- и бронхоспазм, гипотензия и тахикардия). При необходимости выполнения пациентам данной группы рентгеноконтрастного исследования проводят премедикацию глюкокортикоидами и антигистаминными препаратами, а затем обязательно вводят низкоосмолярное контрастное вещество;

– множественная миелома — может повышать риск развития контрастиндуцированной нефротоксичности, приводя к преципитации белковых агрегатов в почечных канальцах. Вместе с тем считается, что этого можно избежать при достаточной гидратации пациента;
– введение контрастного вещества пациентам с заболеваниями сердца может вызвать прогрессирование сердечной недостаточности вследствие осмотической нагрузки;
– пациенты, принимающие гипогликемический препарат метформин, должны прекратить его прием перед введением контрастного вещества и возобновить лечение через 48 ч при нормальных показателях функций почек.

Цистография

Показания

- Подозрение на травму мочевого пузыря. Контрастирование мочевого пузыря при внутривенной урографии или КТ, недостаточное для исключения разрыва мочевого пузыря. Мочевой пузырь должен быть туго наполнен с помощью уретрального катетера, введенного в него.
- Диагностика различных свищей с вовлечением мочевого пузыря.
- Оценка состояния мочевого пузыря после оперативных вмешательств.

Противопоказания

Противопоказаний к цистографии не существует. При травме костей таза перед введением уретрального катетера должна быть проверена целостность уретры. В этих случаях требуется, чтобы ретроградная уретрография предшествовала цистографии.

Модификации цистографии

Компьютерно-томографическая цистография

Пациентам с серьезной травмой живота или малого таза обычно выполняют КТ, цистография при этом дает дополнительную информацию о состоянии мочевого пузыря. После выполнения стандартных снимков в мочевой пузырь вводят контрастное вещество через катетер Фолея и проводят цистографию. КТ-цистография и обычная цистография имеют сопоставимую чувствительность в отношении выявления повреждений мочевого пузыря. Преимущество КТ-цистографии состоит в отсутствии необходимости поворота пациента для выполнения снимков в разных проекциях (это особенно важно при травме костей таза) и снимка после опорожнения мочевого пузыря, поскольку весь орган хорошо визуализируется.

Микционная цистография

Исследование показывает анатомию нижних мочевыводящих путей в момент микции и позволяет обнаружить пузырно-мочеточниковый рефлюкс.

Показания.

- Рецидивирующая ИМП, особенно у детей.

- Исследование задней уретры у мужчин и всей уретры у женщин. Данный вид цистографии позволяет диагностировать стриктуры уретры, наличие клапанов задней уретры у детей и оценить состояние уретры после операций. У женщин это основной метод визуализации дивертикулов уретры.
- Выявление некоторых расстройств мочеиспускания (например, детрузорно-сфинктерной диссинергии, нейрогенного мочевого пузыря). Микционную цистографию можно комбинировать одновременно с записью «давление–поток» при исследовании, которое называется «видеоуродинамика».
- Выявление эктопии мочеточника в уретру. Рефлюкс в такие эктопированные мочеточники наблюдается довольно часто.

Противопоказание — острая ИМП.

Техника.

- Исследование лучше выполнять под контролем флюороскопа.
- Мочевой пузырь катетеризируют и наполняют водорастворимым контрастным веществом (300–600 мл). При появлении выраженного позыва к мочеиспусканию катетер удаляют, и пациент мочится. Наблюдают изображение мочевого пузыря во время мочеиспускания и оценивают полноту его опорожнения.
- Наполнение мочевого пузыря проводят в положении обследуемого лежа, а мочеиспускание пациент осуществляет стоя.

Ретроградная уретрография

- Позволяет детально визуализировать переднюю уретру у мужчин.
- Исследование практически не имеет значения у женщин.
- При ретроградной уретрографии задняя уретра может визуализироваться не полностью, поскольку ретроградному введению контрастного вещества препятствуют сокращения наружного сфинктера.
- Полное исследование передней и задней уретры у мужчин включает выполнение микционной цистографии и ретроградной уретрографии.

Показания

- Определение локализации стриктуры уретры.
- Подозрение на травму уретры.
- Выявление дивертикулов уретры, новообразований и свищей.

Противопоказания

- Острый уретрит.
- Аллергия на контрастное вещество (в таких случаях используют низкоосмотические препараты).

Техника

- Вводится катетер Фолея, и его баллон наполняется в ладьевидной ямке.
- Инстиллируется низкоосмотическое контрастное вещество, и при наполнении уретры выполняется снимок.

Осложнения

- Рефлюкс/интравазация контрастного вещества из уретры в окружающий *corpus spongiosum*. Подобный рефлюкс не имеет клинических проявлений, за исключением случаев уретрита, когда микроорганизмы могут попадать в сосудистое русло.
- У пациентов с венерическими кондиломами исследование не следует выполнять до завершения активной фазы лечения в связи с опасностью инфицирования уретры.

Ультрасонография

Ультрасонография — неинвазивный метод исследования мочеполовой системы. Дает хорошее изображение почек и мочевого пузыря, визуализация анатомических деталей мочеточника затруднена, а в средней его трети практически невозможна из-за наличия газов в кишечнике.

Почки

- Исследование при гематурии.
- Определение природы новообразований почки. Помогает дифференцировать простые кисты от солидных новообразований (почти всегда злокачественные; кистозные образования с солидным компонентом или множественными перегородками либо кальцификатами могут быть злокачественными) или от образований, дающих акустическую тень (камней).
- Дает возможность определить наличие или отсутствие гидронефроза (расширение ЧЛС почки) у пациентов с нарушенными функциями почки.
- Позволяет выполнить пункционную нефростомию у пациентов с гидронефрозом и нарушением функции почки или при наличии обструкции верхних мочевыводящих путей и осложненной ИМП.

Мочевой пузырь

- Определение объема остаточной мочи.
- Позволяет выполнить пункционную цистостомию.

Предстательная железа (трансректальное ультразвуковое исследование)

- Измерение объема предстательной железы.
- Позволяет выполнить БПЖ.
- Исследование при азооспермии (может выявить обструкцию семявыносящих протоков).

Уретра

- Визуализация уретры и уточнение глубины и распространенности спонгиофиброза при стриктуре уретры.

Яички

- При обследовании пациентов, жалующихся на увеличение яичка (или мошонки), дает возможность дифференцировать доброкачественные

поражения (гидроцеле, кисту придатка яичка) от злокачественных опухолей яичка (солидных, дающих измененную ультразвуковую картину).
- При комбинации с допплерографией позволяет оценить наличие или отсутствие кровотока в случае подозрения на перекрут яичка.
- Обследование при травме яичка (наличие разрыва и гематомы).
- Обследование при бесплодии (выявление варикоцеле и атрофии яичка).

Компьютерная и магнитно-резонансная томография

Компьютерная томография

КТ — метод послойного исследования внутренней структуры объекта, был предложен в 1972 г. Г. Хаунсфилдом и А. Кормаком, удостоенными за эту разработку Нобелевской премии. Метод основан на измерении и сложной компьютерной обработке разности ослабления рентгеновского излучения различными по плотности тканями. В настоящее время широко применяется в диагностике урологических заболеваний.

- При использовании этого метода определяются очень небольшие различия в величине поглощения рентгеновских лучей различными тканями, что дает широкий диапазон плотности (следовательно, разницу между тканями) по сравнению с обзорным снимком.
- Компьютер вычисляет величину поглощения для каждого пикселя и строит изображение. Уровень поглощения оценивается по шкале от −1000 до 1000 единиц Хаунсфилда (вода = 0, воздух = −1000, кость = 1000).

Спиральная КТ является очень быстрым сканированием, при этом стол, на котором находится пациент, движется через сканер. При однократной задержке дыхания удается получить изображение большого участка тела пациента.

Почки

- Исследование при объемных образованиях. Позволяет дифференцировать солидные образования от кист, доброкачественные образования (например, ангиомиолипому) от злокачественных (почечноклеточного рака). Кисты характеризуются гомогенным, низким уровнем поглощения (<20 единиц Хаунсфилда) и тонкими, незаметными стенками.
- Стадирование рака почки (местная распространенность, наличие опухолевого тромба в почечной и нижней полой венах, поражение лимфатических узлов, отдаленные метастазы).
- Послеоперационное обследование. С помощью КТ можно обнаружить местный рецидив после резекции почки или радикальной нефрэктомии по поводу опухоли.
- Исследование при МКБ (определение величины и локализации конкрементов).
- Воспалительные заболевания почек. Диагностика внутрипочечных и паранефральных гнойников (карбункула почки, абсцесса, пионефроза, паранефрита).
- Определение степени тяжести повреждений при травме почки.
- Определение причины гидронефроза.

- Ретроперитонеальные новообразования. КТ и МРТ являются лучшими методами исследования при забрюшинных новообразованиях, включая опухоли. При больших новообразованиях их органную принадлежность на аксиальных срезах установить сложно. Дополнительно выполняются корональные и сагиттальные срезы.
- Ретроперитонеальные лимфатические узлы. КТ и МРТ являются наиболее надежными методами исследования при увеличенных лимфатических узлах. Это важная часть стадирования многих опухолей мочеполовой системы, включая поражение яичек, мочевого пузыря и предстательной железы.
- Ретроперитонеальный фиброз. При подозрении на это заболевание КТ обычно демонстрирует наличие фиброзной бляшки. КТ и МРТ — два основных метода исследования у пациентов данной группы.
- Наличие почечного трансплантата. КТ, наряду с МРТ, позволяет выявить ухудшение состояния почечного трансплантата по наличию гидронефроза и периферического скопления жидкости. Азотемия в этих случаях исключает использование контрастного вещества для исследования целостности сосудов.
- Обследование потенциальных доноров почки для уточнения состояния почечной паренхимы, сосудов, ЧЛС и мочеточника (КТ, КТ-ангиография и урография).

Мочеточники

- Определение величины и локализации конкрементов в мочеточниках.

Мочевой пузырь

- Стадирование РМП (местная распространенность, поражение лимфатических узлов, отдаленные метастазы).

Спиральная компьютерная томография

Спиральная КТ используется в клинической практике с 1988 г. Технология спирального сканирования позволила значительно сократить время, затрачиваемое на КТ, и существенно уменьшить лучевую нагрузку на пациента.

Многослойная компьютерная томография

Многослойная (мультиспиральная) КТ с внутривенным контрастным усилением и трехмерной реконструкцией изображения. Многослойная (мультиспиральная, мультисрезовая) КТ была впервые представлена в 1992 г. Принципиальное отличие мультиспиральных компьютерных томографов от спиральных томографов предыдущих поколений в том, что по окружности гентри расположен не один, а два ряда детекторов и более. Для того чтобы рентгеновское излучение могло одновременно приниматься детекторами, расположенными на разных рядах, была разработана новая объемная геометрическая форма пучка.

Преимущества мультиспиральной КТ перед обычной спиральной КТ:

- улучшение временного разрешения;
- улучшение пространственного разрешения вдоль продольной оси Z;

- увеличение скорости сканирования;
- улучшение контрастного разрешения;
- увеличение соотношения сигнала и шума;
- эффективное использование рентгеновской трубки;
- большая зона анатомического покрытия;
- уменьшение лучевой нагрузки на пациента.

Все эти факторы значительно повышают скорость и информативность исследований. Основным недостатком метода остается высокая лучевая нагрузка на пациента, несмотря на то что за время существования КТ ее удалось значительно снизить.

Для улучшения дифференцировки органов друг от друга, а также нормальных и патологических структур используются различные методики контрастного усиления (чаще всего с применением йодсодержащих контрастных препаратов).

Двумя основными разновидностями введения контрастного препарата являются пероральное (пациент с определенным режимом выпивает раствор препарата) и внутривенное.

- Главной целью первого метода является контрастирование полых органов желудочно-кишечного тракта; второй метод позволяет оценить характер накопления контрастного препарата тканями и органами через кровеносную систему.
- Внутривенное контрастирование можно проводить двумя способами: ручным внутривенным контрастированием и болюсным контрастированием. При болюсном контрастном усилении контрастный препарат вводят внутривенно шприцем-инжектором с установленными скоростью и временем подачи вещества.

Методики внутривенного контрастного усиления во многих случаях позволяют уточнить характер выявленных патологических изменений (в том числе достаточно точно указать наличие опухолей вплоть до предположения их гистологической структуры) на фоне окружающих их мягких тканей, а также визуализировать изменения, не выявляемые при обычном (нативном) исследовании.

Магнитно-резонансная томография

МРТ является основным исследованием при патологии мочеполовой системы. Высокое контрастное разрешение МРТ дает возможность получить характеристику тканей.

Показания

- Уточнение природы новообразований почки, которые не получили достаточной характеристики с помощью других методов, — небольшая степень усиления внутри зоны поражения, неопределяемая на компьютерной томограмме, может проявиться на магнитно-резонансной томограмме и способствовать диагностике опухоли.
- МРТ помогает также в диагностике поражений надпочечника (особенно феохромоцитомы).

- Стадирование РМП и предстательной железы (местная распространенность, поражение лимфатических узлов, отдаленные метастазы). Как и при КТ, отек и фиброз нельзя надежно дифференцировать от опухоли в стенке мочевого пузыря, что ведет к гипердиагностике. В то же время, как и при КТ, микроскопические проявления заболевания не видны на снимках, вследствие чего происходит недооценка распространенности поражения.
- Локализация неопущенного яичка.
- Идентификация камней мочеточников, когда применение рентгенологических методов противопоказано (например, при беременности).

Позитронно-эмиссионная томография

ПЭТ, она же двухфотонная эмиссионная томография, — новейший диагностический радионуклидный томографический метод исследования внутренних органов человека, который позволяет строить трехмерную реконструкцию функциональных процессов, происходящих в организме. Метод основан на регистрации пары γ-квантов, возникающих при аннигиляции позитронов. Позитроны возникают при позитронном β-распаде радионуклида, входящего в состав радиофармпрепарата, который вводят в организм перед исследованием.

В основе этого метода лежит возможность с помощью специального детектирующего оборудования (ПЭТ-сканера) отслеживать распределение в организме биологически активных соединений, меченных позитронизлучающими радиоизотопами.

В отличие от КТ и МРТ, ПЭТ применяется не для изучения анатомических особенностей тканей и органов, а для диагностики их функциональной активности. Ее также называют функциональной томографией. Теоретически с помощью ПЭТ можно исследовать любой функциональный процесс, происходящий в организме. Необходимо только подобрать меченное радионуклидом химическое соединение, активно участвующее в осуществлении выбранной для исследования метаболической функции.

На сегодняшний день в ПЭТ в основном применяются позитронизлучающие изотопы элементов второго периода периодической системы:

- углерод-11 ($T_{1/2}$ = 20,4 мин);
- азот-13 ($T_{1/2}$ = 9,96 мин);
- кислород-15 ($T_{1/2}$ = 2,03 мин);
- фтор-18 ($T_{1/2}$ = 109,8 мин).

На практике благодаря своей информативности наибольшее распространение данный метод получил в диагностике различных онкологических заболеваний. С помощью ПЭТ можно с высокой достоверностью диагностировать опухоли размером от 1 см, которые не имеют каких-либо клинических проявлений, а также дифференцировать доброкачественные опухоли от злокачественных.

В качестве радиофармпрепарата для ПЭТ при диагностике онкологических заболеваний наиболее часто используются специально меченные частицы глюкозы. Клетки опухоли потребляют и накапливают глюкозу гораздо актив-

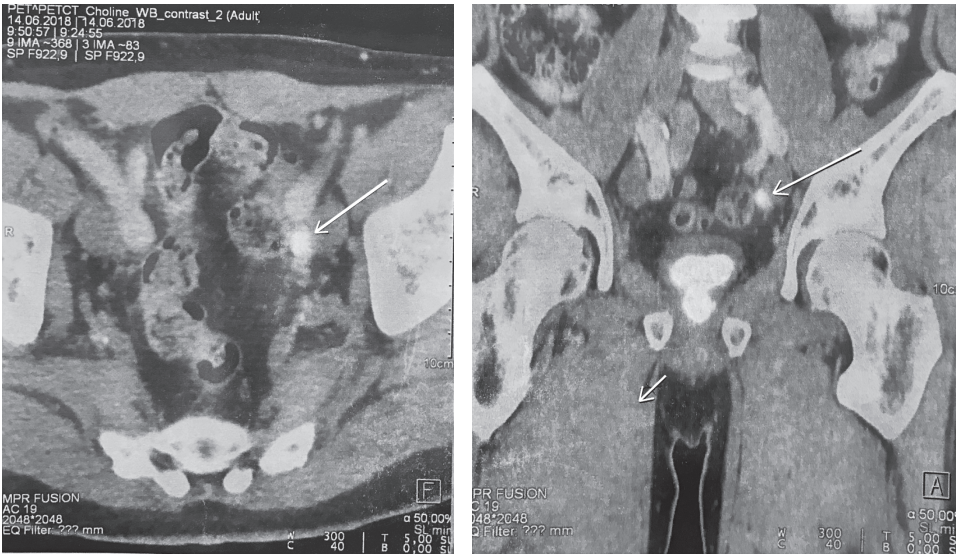


Рис. 2.3. ПЭТ/КТ с холином. Метастатическое поражение тазового лимфатического узла при раке предстательной железы

нее нормальных тканей. На основе распределения меченой глюкозы в организме и строятся результаты ПЭТ. Сама по себе ПЭТ не позволяет определить точную локализацию накопления радиофармпрепарата (меченой глюкозы). Для этого ее сочетают с КТ. КТ дает детальную анатомическую картину исследуемой зоны, с помощью ПЭТ оценивается наличие в ней исследуемых функциональных процессов (например, опухолевого роста). Такое исследование называется ПЭТ/КТ (рис. 2.3).

Радиоизотопные исследования

Радиоизотопные исследования применяются для определения васкуляризации почек, уточнения их функционального состояния и выявления обструкции верхних мочевыводящих путей. Наиболее часто используемым изотопом является технеций — ^{99}Tc.

MAG3-ренография

^{99}Tc связан с веществом меркаптоацетилтриглицином (*mercaptoacetyltriglycine* — MAG3). После внутривенного введения более 90% MAG3 связывается с белками крови. Он выводится из организма почками путем канальцевой секреции (гломерулярная фильтрация минимальная).

MAG3 появляется в почках через 15 с после введения, а в мочевом пузыре — в течение 3 мин. Кривая активности может быть записана для каждой почки в отдельности. Время исследования составляет около 30 мин.

Нормальная ренограмма имеет три фазы.

• Первая фаза — крутой подъем кривой в течение 20–30 с.

- Вторая фаза — более медленный подъем, достигающий пика. Нормальная вторая фаза должна заканчиваться острым пиком.
- Третья фаза — после пика кривая опускается.

Описание ренограммы

Время пика кривой зависит от скорости транспорта мочи и степени гидратации организма, оно составляет около 2,0–4,5 мин, в течение которых препарат проходит через паренхиму почки и ЧЛС. Если ренограмма продолжается дальше, это может быть признаком обструкции верхних мочевыводящих путей. В этом случае пациенту вводят 40 мг фуросемида, и если через 18–20 мин характер кривой не изменяется, обструкция подтверждается. Время транзита изотопа через паренхиму почки колеблется от 40 до 140 с и в среднем составляет 70 с. Время транзита более 156 с говорит о наличии обструкции или ишемии почки. Нормальный временной показатель исключает наличие обструкции.

Показания

- Определение функций почек. При исследовании почечных функций у пациентов с выраженным гидронефрозом до и после нефростомии можно обнаружить существенное улучшение показателей после ликвидации длительно существовавшей обструкции.
- Гипертония. Исследование почечного кровотока (до и после назначения ингибитора ангиотензинпревращающего фактора, например каптоприла) позволяет определить около 85% случаев сосудистых заболеваний почек.
- Исследование почечного трансплантата. Изотопные методы существенно помогают выявить осложнения после пересадки почки, включая обструкцию, экстравазацию и стеноз артериального анастомоза.
- Интермиттирующая обструкция. Наличие интермиттирующей обструкции, особенно лоханочно-мочеточникового сегмента, нередко трудно выявить и подтвердить. Показатель опорожнения ЧЛС на фоне форсированного диуреза (Lasix-ренография) изучается и сравнивается со стандартным профилем опорожнения.
- Выявление затеков мочи. С помощью радиоизотопных исследований можно диагностировать небольшие затеки мочи у пациентов, не переносящих йодсодержащие контрастные препараты.
- Исследование при пузырно-мочеточниковом рефлюксе. При подозрении на наличие рефлюкса для уточнения анатомии нижних мочевыводящих путей обычно применяется микционная цистоуретрография, поскольку радиоизотопные методы не могут помочь в этом. Вместе с тем радиоизотопная цистография является процедурой выбора при наблюдении за пациентами с доказанным рефлюксом, так как этот метод более чувствительный, чем микционная цистоуретрография, и дает меньшую лучевую нагрузку.

DMSA-сканирование

Димеркаптосукциновая кислота [dimercaptosuccinic acid (DMSA)], меченная ^{99m}Tc, захватывается проксимальными канальцами нефрона и аккумулируется в них, выделяясь с мочой лишь в небольшом количестве. Статическое

изображение почек удается получить через 3–4 ч после внутривенного введения препарата. Оно показывает, имеется ли поражение функционирующих нефронов или нет.

Применение

- Раздельное определение функций почек (в процентах для каждой почки).
- Выявление сморщивания почек (выглядит как наличие дефектов в кортикальном слое, появление участков, не накапливающих изотоп).

Радиоизотопное исследование костей

^{99m}Tc-меченый метилендифосфонат (медронат) захватывается костными участками с усиленным кровообращением и повышенной остеобластической активностью. Существует много причин очагового увеличения накопления изотопа: костные метастазы, участки переломов, остеомиелит, туберкулез, доброкачественные заболевания (например, остеома).

Метастазы опухолей органов мочевой системы характеризуются множественностью (отдельные метастазы наблюдаются редко) и склонностью располагаться в позвоночнике. Костные метастазы РПЖ являются классической картиной данного заболевания.

Уродинамические исследования

Урофлоуметрия

Урофлоуметрия — измерение величины потока мочи. Представляет визуальное изображение силы струи мочи пациента. Величина потока мочи (мл/с) измеряется с помощью электронного прибора — урофлоуметра. Урофлоуметр фиксирует такие параметры, как объем выделенной мочи, максимальная скорость потока, время мочеиспускания вместе с записью графика мочеиспускания. Максимальная скорость потока мочи зависит от ее объема, сократительной способности мочевого пузыря и резистентности уретры. Предложено большое количество номограмм, устанавливающих соотношение объема мочеиспусканий и скорости потока мочи (рис. 2.4, 2.5).

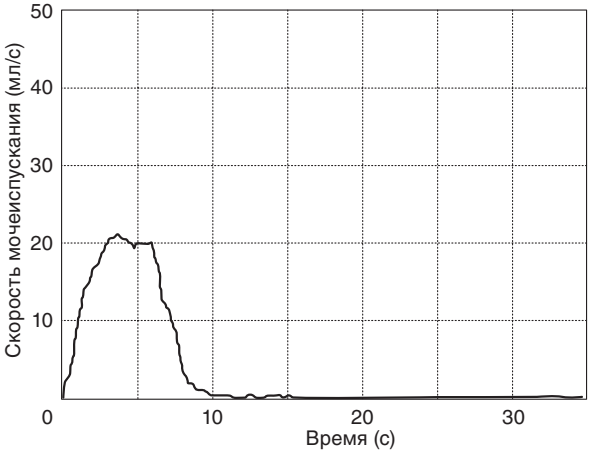


Рис. 2.4. Урофлоуграмма: регистрация скорости мочеиспускания. Нормальный параболообразный тип кривой. Максимальная скорость мочеиспускания (Q_{max}) превосходит среднюю скорость (Q_{ave}) в 1,5–2,0 раза

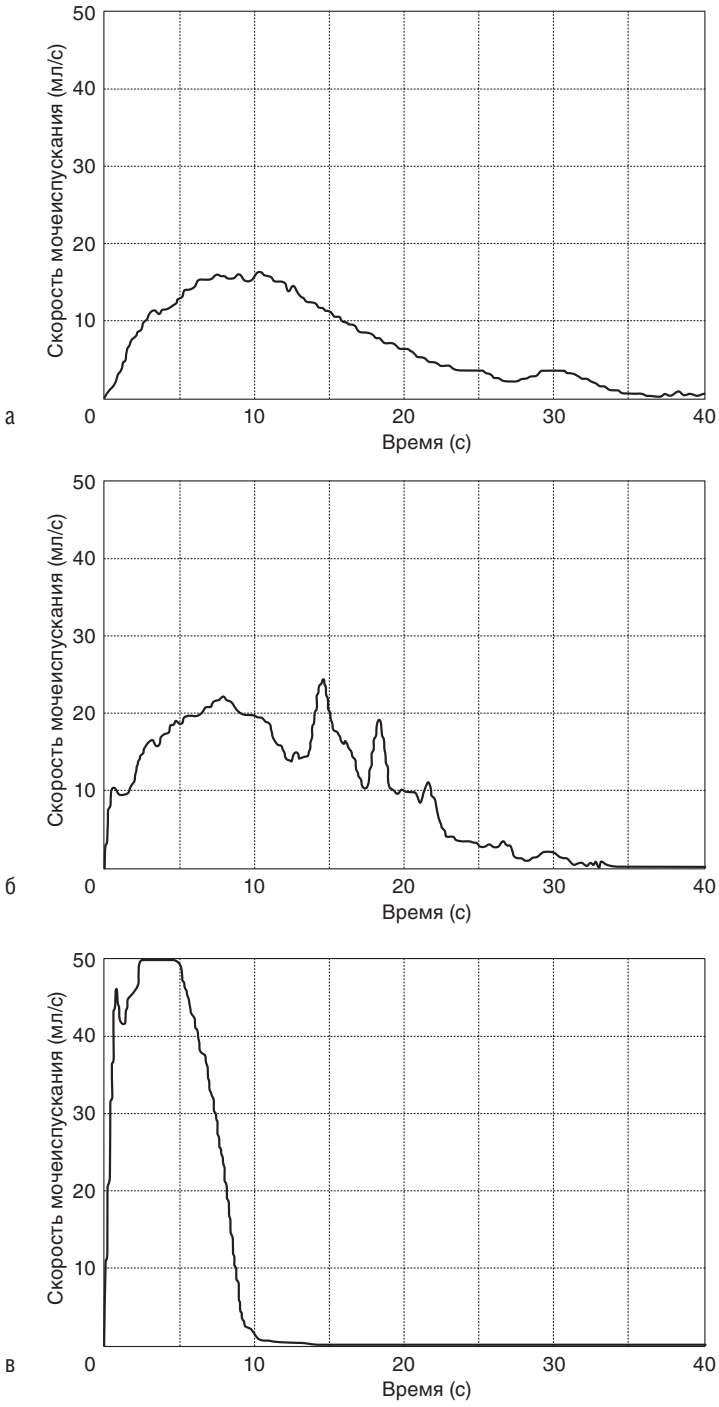


Рис. 2.5. Урофлоуметрия: а — обструктивный тип кривой; б — абдоминальный тип кривой; в — обвальный тип кривой

Интерпретация урофлоуметрии

- У мужчин с симптомами нижних мочевыводящих путей (СНМП) при постоянном объеме мочеиспусканий в течение одного дня показатели урофлоуметрии могут варьировать (более чем на 5 мл/с). Рекомендуется выполнять одному пациенту не менее двух исследований и учитывать наибольший показатель как основной.
- Урофлоуметрия сама по себе не дает ответа на вопрос, почему у пациента имеется снижение скорости потока мочи. Это может быть результатом инфравезикальной обструкции или нарушения сократительной способности мочевого пузыря.
- Считается, что урофлоуметрия не является достаточно точным методом исследования при оценке функционального состояния нижних мочевыводящих путей у женщин.
- Несмотря на то что этот метод применяется для уточнения характера мочеиспускания у мужчин со стриктурами уретры, он имеет ограниченное значение у молодых пациентов этой группы, поскольку за счет компенсаторного усиления сокращений мочевого пузыря показатели урофлоуметрии бывают недостоверными. Нормальная урофлоуграмма у молодых мужчин не исключает наличия стриктуры уретры.

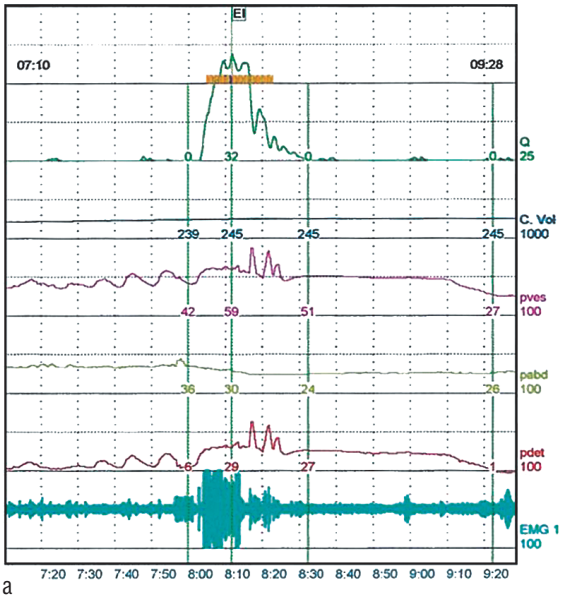
Цистометрия, исследование «давление–поток» и видеоцистометрия

- Цистометрия — запись давления в мочевом пузыре во время его наполнения.
- Исследование «давление–поток» — одновременная запись давления в мочевом пузыре при мочеиспускании.
- Видеоцистометрия — рентгенологический контроль в сочетании с записью давления в мочевом пузыре при мочеиспускании.

Эти методы обеспечивают изучение функции мочевого пузыря и уретрального сфинктера при наполнении мочевого пузыря и в момент мочеиспускания. Цистометрия предшествует исследованию «давление–поток». Давление в мочевом пузыре измеряют с помощью специального уретрального или цистостомического катетера, а абдоминальное давление — с помощью датчика, установленного в прямую кишку, как в фазу наполнения, так и в фазу опорожнения. Урофлоуграмма записывается одновременно в фазу опорожнения. Давление, развиваемое мышцей мочевого пузыря (детрузором), не может быть измерено непосредственно, оно составляет разницу между абдоминальным и внутрипузырным давлением.

Все показатели давления записываются в сантиметрах водного столба, а скорость потока мочи — в миллилитрах в секунду. В компьютерной распечатке после исследования фиксируются такие показатели, как внутрипузырное, внутрибрюшное, детрузорное давление и максимальная скорость потока мочи. Во время наполнения мочевого пузыря можно обнаружить наличие непроизвольных сокращений детрузора (детрузорную гиперактивность). Во время мочеиспускания ключевыми параметрами являются максимальная объемная скорость мочеиспускания и давление детрузора в момент достижения максимальной объемной скорости мочеиспускания. Это

давление в корреляции с максимальной скоростью потока мочи может быть использовано для выявления инфравезикальной обструкции на основании различных номограмм, из которых наиболее часто применяется номограмма Международного общества по континенции (*the International Continence Society* — ICS) (рис. 2.6, 2.7).



а

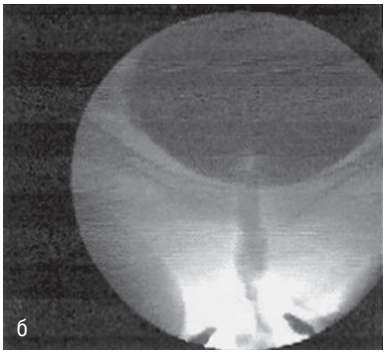


Рис. 2.6. Видеоуродинамическое исследование: регистрация давления в мочевом пузыре, абдоминального давления, скорости потока мочи и электромиографической активности тазового дна (а) с одновременной визуализацией нижних мочевыводящих путей (б) в момент опорожнения мочевого пузыря

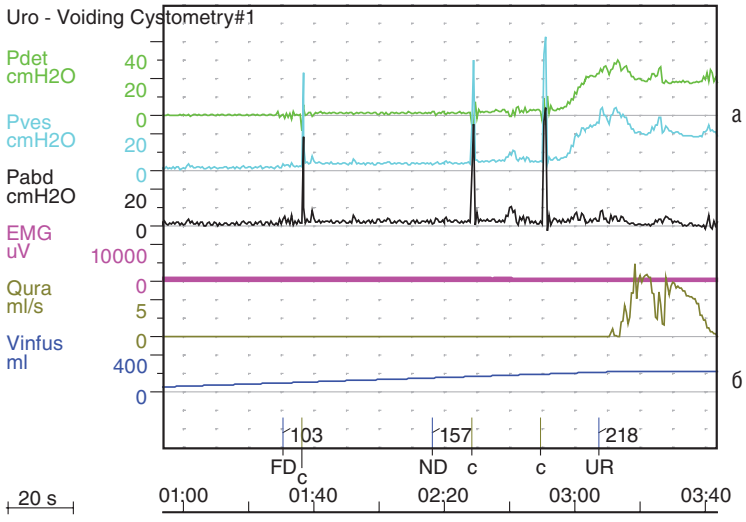


Рис. 2.7. Цистометрия наполнения: регистрация давления в мочевом пузыре, абдоминального давления, скорости потока мочи и электромиографической активности тазового дна при наполнении мочевого пузыря. Определяется непроизвольное сокращение мочевого пузыря (а), приводящее к недержанию мочи (б)

Цистоскопия

Цистоскопия — метод эндоскопического исследования внутренней поверхности мочевого пузыря с помощью специального оптического инструмента — цистоскопа.

Показания:

- практически все заболевания мочевого пузыря: распознавание опухолей, определение источника гематурии, диагностика туберкулеза, камней, инородных тел мочевого пузыря, хронический цистит;
- для проведения различных эндоскопических манипуляций, таких как катетеризация мочеточника и почечной лоханки, эндовезикальное удаление камней мочеточника, электрокоагуляция пораженных участков слизистой оболочки, биопсия мочевого пузыря, субмукозная инъекция лекарственных препаратов с помощью специальной иглы, для определения деформации стенки, наличия дивертикулов и свищей.

Противопоказания: острые воспалительные заболевания уретры, органов мошонки, предстательной железы и мочевого пузыря, снижение его емкости менее 50 мл.

- Цистоскопию в амбулаторных условиях можно выполнить как ригидным, так и гибким цистоскопом.
- У взрослых используют ригидные цистоскопы диаметром от 17 до 25 Fr и оптические линзы 30 и 70°.
- Использование гибкого цистоскопа предпочтительнее у мужчин.
- Цистоскопию выполняют под местной анестезией, после предварительного введения в уретру геля, содержащего лидокаин.
- Необходимые условия для выполнения цистоскопии — проходимость мочеиспускательного канала, достаточная емкость мочевого пузыря и прозрачная среда в его полости.
- После введения цистоскопа в мочевой пузырь и его максимального наполнения раствором (объем введенного раствора отмечают в протоколе) последовательно визуализируют и осматривают треугольник Льето, устья правого и левого мочеточников, правую и левую латеральные стенки, переднюю и заднюю стенки, дно, шейку и заднюю уретру (у мужчин). Осмотр мочевого пузыря проводят в направлении по часовой стрелке, продвигая одновременно инструмент вперед и назад после каждого поворота цистоскопа на 15–20° (рис. 2.8).
- Основными ориентирами при цистоскопии являются устья мочеточников и пузырек воздуха в области верхушки мочевого пузыря.
- При наличии патологических элементов на слизистой оболочке рекомендуется осмотреть их в разных ракурсах.
- Частота инфекционных осложнений после цистоскопии у пациентов без факторов риска низкая. Антибактериальная профилактика не рекомендуется. При наличии факторов риска могут быть назначены фосфомицин (Фосфомицина трометамол♠⊗) в дозе 3 г внутрь однократно или нитрофураны.

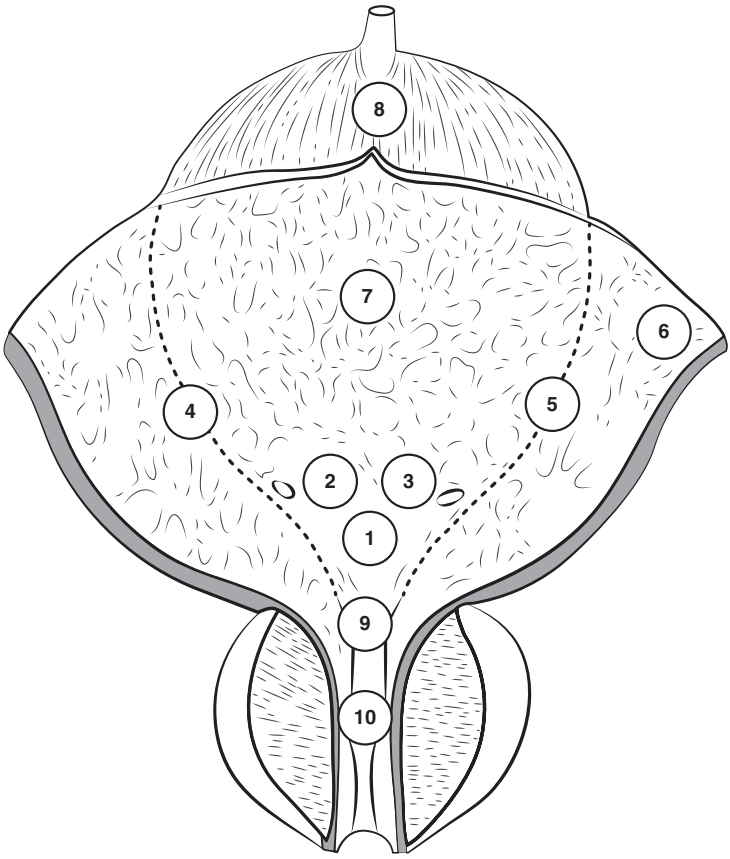


Рис. 2.8. Схема осмотра стенок мочевого пузыря при цистоскопии: 1 — треугольник Льето; 2 — устье правого мочеточника; 3 — устье левого мочеточника; 4 — правая боковая стенка; 5 — левая боковая стенка; 6 — передняя стенка; 7 — задняя стенка; 8 — дно мочевого пузыря; 9 — шейка мочевого пузыря; 10 — задняя уретра