

УО «Гомельский государственный медицинский университет»

Кафедра лучевой диагностики с курсом ФПКиП

Авторы:

М. А. Лихачевская, ассистент

Е. И. Письменникова, старший преподаватель

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для проведения практического занятия

по учебной дисциплине

Медицинская визуализация

для студентов 5 курса медико-диагностического факультета,
обучающихся по специальности 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело»

Тема 16: «Лучевая анатомия и методы лучевого исследования почек,
надпочечников, мочеточников и мочевого пузыря»

Время: 6 часов

Утверждены на заседании кафедры лучевой диагностики с курсом
ФПКиП (протокол № 7 от 06.02.2026)

Задачи практического занятия:

1. Изучить показания и противопоказания к рентгеноурологическому исследованию почек и мочевыводящих путей.
2. Изучить основные методики проведения лучевых исследований почек, надпочечников и мочевыводящих путей.
3. Изучить порядок подготовки к лучевым исследованиям почек и мочевыводящих путей.
4. Изучить нормальную лучевую анатомию почек и мочевыводящих путей.

Контрольные вопросы:

1. Рентгеноанатомия мочевыделительной системы у взрослых. Особенности рентгеноанатомии мочевыделительной системы у детей.
2. Методики рентгенологического исследования мочевыводящей системы.
3. Ультразвуковая анатомия мочевыделительной системы, методики ультразвукового исследования. Особенности ультразвукового исследования почек у детей.
4. КТ-анатомия почек, надпочечников, методика КТ-исследования.
5. МРТ-анатомия почек, надпочечников, методика МРТ-исследования.
6. Ультразвуковая анатомия мочевого пузыря, методика ультразвукового исследования.
7. КТ-анатомия мочевого пузыря, методика КТ-исследования.
8. МРТ-анатомия мочевого пузыря, методика МРТ-исследования.
9. Выбор метода и параметров лучевого исследования почек, надпочечников, мочеточников и мочевого пузыря, укладка пациента в стандартных проекциях, интерпретация диагностических изображений.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЧАСТЬ

ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Лучевая диагностика [Электронный ресурс]: учебник / Г. Е. Труфанов и др.; под ред. Г. Е. Труфанова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 484 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

2. Атлас лучевой диагностики (травматология и ортопедия): пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальностям 1-79 01 01 «Лечебное дело», 1-79 01 02 «Педиатрия», 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело» / В. В. Лашковский, И. П. Богданович, В. С. Аносов и др.; под ред. В. В. Лашковского. – 3-е изд. – Гродно: ГрГМУ, 2022. – 315 с: ил., цв. ил., табл. – РЕК. УМО по высшему медицинскому и фармацевтическому образованию.

3. Илясова Е. Б. Лучевая диагностика: учебное пособие / Е. Б. Илясова, М. Л. Чехонацкая, В. Н. Приезжева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 432 с.

4. Лучевая диагностика и лучевая терапия: учебное пособие / А. И. Алешкевич и др. – Минск: Новое знание, 2017. – 381 с. – Допущено М-ином образования Республики Беларусь.

5. Терновой С. К. Ультразвуковая диагностика [Электронный ресурс] / С. К. Терновой, Н. Ю. Маркина, М. В. Кислякова; под ред. С. К. Тернового. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 240 с.

6. Трутень В. П. Рентгенология: учебное пособие / В. П. Трутень. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 336 с.

ЭЛЕКТРОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

7. Консультант студента. Электронная библиотека медицинского вуза. Расширенный пакет = Student consultant. Electronic library of medical high school. Extended package [Электронный ресурс] / Издательская группа «ГЭОТАР–Медиа», ООО «ИПУЗ». – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru>. – Дата доступа: 03.04.2023. (Включает: «Электронную библиотеку медицинского ВУЗа»; ГЭОТАР–Медиа. Премиум комплект; Книги из комплекта «Консультант врача».)

ДИДАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Методы визуализации, используемые для оценки состояния мочевыделительной системы:

- Методы первого этапа:
- Рентгенография (обзорная урография, экскреторная урография);
- УЗИ (сонография);
- Методы второго этапа:
- РКТ;
- МРТ;
- радионуклидная диагностика.

Цель визуализации:

- обнаружение патоморфологических изменений;
- отображение функциональных нарушений (в течение определённого временного промежутка на рентгенограммах, произведённых в различные функциональные фазы; динамические изменения при перемене положения пациента);
- отображение метаболических процессов и их нарушений при помощи радионуклидной диагностики, позитронно-эмиссионной томографии и магнитно-резонансной спектроскопии, позволяющих определять локальные концентрации различных метаболитов и составлять карты их распределения в органах.

Лучевая анатомия мочевыделительной системы (основные сведения)

Лучевая анатомия почек

Почки (обзорный снимок):

- форма — бобовидная;
- контуры — достаточно чёткие;
- интенсивность тени — интенсивность тени мало отличается от интенсивности тени печени и поясничных мышц;
- структура тени — однородная.

Прим.: обзорный снимок производится в горизонтальном положении больного на рентгеновском столе в вентродорсальном ходе луча; охватывается область от верхних полюсов почек (Th XI–XII) до нижнего края лонного сочленения (при этом почки на обзорных рентгенограммах выявляется не всегда — в 50–70% случаев).

Основные морфометрические параметры (у взрослых):

- продольный размер — 80–130 мм (примерно, высота трёх поясничных позвонков);
- поперечный размер — 45–70 мм (независимо от размеров почки, отношение длины к ширине составляет 2:1);

Прим.: у мужчин размеры почек больше, чем у женщин (в среднем на 5 мм), а левая почка чаще всего незначительно больше правой.

Наиболее важные топографические ориентиры (на обзорном снимке) — положение:

- по XII ребру:
 - справа пересекает тень почки на границе верхней и средней третей;
 - слева — на границе верхней и нижней половин;
- по позвонкам:
 - верхняя граница почек — на уровне Th XI–XII;
 - нижняя граница почек — на уровне L II–III (левая почка обычно на 10–20 мм выше правой);
- по подвздошной кости:
 - справа — на 30 мм выше гребня подвздошной кости;
 - слева — на 50 мм выше гребня подвздошной кости.

Прим.: примерно у 30% пациентов правая и левая почки располагаются на одном уровне, а у 5% случаев расположение почек обратное.

- продольная ось почек — угол относительно средней линии около 20–24° (угол открыт каудально).

Варианты строения лоханки:

- внепочечный тип;
- емкость — 8–12 мл;
- форма — более-менее округлая;

- расположение — значительная часть её расположена экстраренально (за пределами ворот почки);
- чашки — широкие, короткие (впечатление, что малые чашки впадают непосредственно в лоханку под прямым углом);
 - смешанный тип:
- емкость — 6–7 мл;
- расположение — частично в почечном синусе, частично экстраренально;
 - чашки — без особенностей (большие и малые);
 - внутриворотный тип:
- емкость 1–4 мл;
- расположение — не выходит за пределы ворот почки (в переднезаднем направлении лоханка «сдавлена» почечными губами);
- чашки — длинные и узкие;
- отсутствие лоханки (у 1%);
- мочеточник делится на две вытянутые большие чашки.

Местоположение лоханки: лоханка не должна быть за пределами зоны Bazy-Мойранд (зона, ограниченная горизонтальными линиями через поперечные отростки LI, LII и вертикальной линией, лежащей на 5 см кнаружи от середины позвоночника).

Особенности отображения чашечно-лоханочной системы:

- большие чашки:
 - две (три) большие чашки (верхняя и нижняя) соединяют лоханку с малыми;
 - размеры нижней большой чашки обычно превышают размеры верхней; в большой чашке различают:
 - основание (место соединения с лоханкой);
 - шейку (среднюю часть в виде трубки);
 - вершину, в которую впадает одна или несколько малых чашек.
- малые чашки — 6–20 (чаще 8–12):
 - располагаются в два ряда: в передней и задней половинах почки (если соединить своды малых чашек, образуется плавная линия, параллельная наружному контуру почки — признак Ходсона);
 - в малой чашке выделяют:
 - основание, отходящее от вершины большой чашки;
 - шейку (самая узкая часть);
 - свод (имеет вид воронки, окружающей сосочек пирамиды);
 - по расположению малые чашки делят:
 - на верхние (обращены к верхнему полюсу почки);
 - нижние (направлены к нижнему полюсу почки);
 - средние (своды ориентированы к наружной поверхности почки).

Мочеточники (основные особенности):

- есть три физиологических сужения (в области изгибов):
- на уровне лоханочно-мочеточникового сегмента;
- на уровне мыса крестца;
- на уровне копчика;

Ширина просвета на урограммах неравномерная (от 1 до 5–8 мм) из-за цистоидного строения и перистальтики (обычно имеется 3–4 цистоида, границы которых примерно совпадают с физиологическими изгибами и которые при экскреторной урографии контрастируются поочередно: если один сокращен, соседний — расслаблен).

Особенности у детей:

- размер почек (вертикальный): 3–3,5 поясничных позвонка;
- положение почек:
- к концу первого года жизни — на уровне Th XI–LIV;
- нижняя граница почек — на 10–30 мм выше гребня подвздошной кости (к 5–7 годам — как у взрослых);
- оси почек образуют со срединной линией угол 10–15°;
- лоханки: происходит постепенная трансформация внутривисцерального типа лоханок в смешанный и внепочечный (к 14 годам емкость достигает 6–8 мл);
- мочеточники идут вдоль позвоночника (лишь в тазовом отделе остаётся дугообразное искривление), лоханочно-мочеточниковый угол в процессе роста увеличивается до 110–130°.

Подготовка к рентгеноурологическому исследованию (наиболее важные особенности):

- у молодых пациентов при отсутствии нарушений динамики опорожнения кишечника можно отказаться от какой-либо подготовки кишечника (разумеется, если перед исследованием был самостоятельный стул);
- у молодых пациентов применение слабительных и клизм часто лишь увеличивает количество газов в кишечнике;
- у пожилых пациентов, страдающих запорами, необходимо освобождать толстый кишечник при помощи клизм (накануне вечером и за 2 часа до исследования);
- стационарным больным, если позволяет их состояние, рекомендуют:
 - небольшие прогулки, ходьба по лестнице перед рентгенологическим исследованием;
 - пребывание в течение 1,5–2 часов в стоячем или сидячем положении;
 - при строгом постельном режиме рекомендуется положение на правом боку, а не на левом (при указанном положении привратник занимает самое высокое место в подреберье, что создаёт условия для быстрого поступления проглоченного воздуха из желудка в слепую кишку);

- слабительные могут быть применены в сочетании с клизмами у больных, страдающих запорами за 2 дня до исследования (потому как в кишечнике вскоре после дефекации вновь скапливается много газов);
- лёгкий завтрак (стакан сладкого чая и бутерброд) за несколько часов до исследования (предупреждает образование так называемых «голодных газов»);
- выяснение аллергоанамнеза на йод, йодосодержащие контрастные вещества, проба на чувствительность к контрастному веществу;
- при наличии хронической почечной недостаточности — определение уровня креатинина.

Основные методики рентгенологического исследования:

Обзорная урография — обзорная рентгенография почек и мочевыводящих путей; выполняется в положении лежа с полным захватом полости таза.

Цель:

- выявления рентгеноконтрастных теней, конкрементов;
- оценки расположения, размеров, контуров теней почек;
- контуры поясничных мышц.

Экскреторная урография — рентгенологический метод исследования, основанный на способности почки выделять определённые рентгеноконтрастные вещества.

Методика (общие положения):

- I этап — подготовка (см. выше);
- II этап — обзорная урография (см. выше);
- III этап — контрастирование:
 - контрастный препарат вводят внутривенно медленно струйно (в течение 2–3 мин);
 - серийные рентгенограммы выполняются на 7-й, 15-й, 17-й минутах (последняя в вертикальном положении);
 - отсроченные рентгенограммы — по показаниям (через 1–1,5 часа после введения контрастного вещества).

Показания к экскреторной урографии:

- гематурия;
- рецидивирующие инфекции мочевых путей;
- подозрение на мочекаменную болезнь;
- подозрение на обструкцию мочеточника;
- выявление осложнений после хирургических вмешательств;
- выявление врождённых аномалий;
- травма;
- изменения в анализах мочи более 2 мес;
- повышение АД у детей и молодых людей;
- пальпируемая опухоль.

Противопоказания к экскреторной урографии:

- острый гломерулонефрит;
- острая и хроническая почечная недостаточность, сопровождающиеся азотемией и гипостенурией, высоким уровнем креатинина.

Анализ экскреторных урограмм (общие положения):

- характеристика положения, формы, размеров почек;
- характеристика чашек и лоханок;
- характеристика мочеточников (положение, смещение, тонус, диаметр просвета);
- характеристика мочевого пузыря (положение, контуры, форма);
- оценка функционального состояния почек и мочевых путей (по степени и времени контрастирования и опорожнения чашечно-лоханочного комплекса): функция сохранена или функция нарушена;
- оценка смещаемости почек в вертикальном положении, определение степени нефроптоза.

Ретроградная пиелография (селективная, неселективная) Показания:

- при подозрении на нарушение уродинамики на уровне лоханочно-мочеточникового сегмента;
- при подозрении на наличие нерентгеноконтрастных камней.

Методика:

- через цистоскоп выполняют катетеризацию мочеточников;
- затем вводят контрастное вещество в лоханку и делают рентгеновские снимки (используют водорастворимые контрастные вещества).

Антеградная пиелография.

Методика: рентгенконтрастное вещество вводится непосредственно в почечную лоханку или путём черезкожной пункции или по нефростомической дренажной трубке.

Показания:

- если невозможно катетеризировать устья мочеточников;
- если произошла облитерация мочеточника на каком-то уровне;
- если резко снижена мочеобразующая (секреторная) функция почек и экскреторная неэффективна.

Цистография.

Методика: рентгенконтрастное вещество вводится непосредственно в мочевой пузырь.

По способу введения различают:

- нисходящую (выполняется на заключительном этапе экскреторной урографии через 30–60 мин после введения водорастворимого контраста);
- восходящую (опорожнённый мочевой пузырь заполняют водорастворимым контрастом через катетер).

Микционная цистография

Методика: рентгенконтрастное вещество вводится непосредственно в мочевой пузырь. Снимки выполняются при его тугом заполнении и во время микции.

Показания:

- пузырно-мочеточниковый рефлюкс;
- дивертикулы мочевого пузыря;
- мегауретр;
- уретероцеле;
- нейрогенный мочевой пузырь;
- травматические повреждения;
- опухоли мочевого пузыря;
- определение формы urethra (аналогично методике уретрографии).

Уретерография

Ретроградное контрастирование с выполнением полипозиционных рентгенограмм (для женщин в прямой и боковой проекции, для мужчин в косых проекциях и прямой проекции).

Пределы и возможности методов визуализации.

Возможности экскреторной урографии:

- обзор всего мочевого тракта, включая мочеточники и мочевой пузырь;
- оценка выделительной функции почек;
- распознавание мочевых камней, не выявляющихся при УЗИ, особенно в мочеточниках;
- подтверждение или исключение обструкции, в т.ч. при обнаруженном при сонографии расширении чашечно-лоханочной системы и определении уровня обструкции;
- детальная характеристика чашечно-лоханочной системы, особенно при папиллярном некрозе, туберкулезе, папиллярных опухолях;
- определение смещаемости почек при изменении положения тела (оценка степени нефроптоза).

Недостатки экскреторной урографии:

- обеспечивает только грубую оценку морфологических изменений в паренхиме почек (по увеличению их размеров, смещению и деформации чашечно-лоханочной системы);
- значительно уступает сонографии в выявлении очаговых изменений размерами до 3 см;
- устанавливает только грубое снижение выделительной функции почек (при этом нормальная картина не исключает функциональных нарушений);
- невозможно применение у больных с повышенной чувствительностью к йодсодержащим контрастным веществам;

- при экскреторной урографии пропускается до одной трети опухолей мочевого пузыря (невозможно отличить от фиксированных кровяных сгустков и неконтрастных камней или наслаивающегося газа).

Возможности сонографии (УЗИ):

- оценка положения почек, размеров, формы, очертаний;
- оценка паренхимы (позволяет выявить диффузные и особенно очаговые изменения паренхимы);
- оценка ренального синуса с элементами чашечно-лоханочной системы;
- визуализация конкрементов (минимальные размеры — 2–3 мм в лоханке или мочевом пузыре и 5 мм — в уретре);
- визуализация периренальных тканей;
- доплерография позволяет оценить кровоток в сосудистом русле почек (до междольковых сосудов).

Недостатки сонографии:

- не даёт информации о функции почек;
- плохо визуализируются мочеточники;
- причина обструкции мочевых путей выявляется только в 50%;
- в 25% случаев изменения при острых воспалительных заболеваниях неспецифичны (поскольку все заболевания, первоначально поражающие паренхиму почек, имеют сходную сонографическую картину);
- пропускаются опухоли меньше 10 мм, особенно меньше 5 мм (трудно дифференцировать маленькие опухоли от трабекулярности слизистой оболочки).

Возможности рентгенографии:

- выявляет до 90% мочевых камней: оксалатные, фосфатные и смешанные размером не менее 2 мм; цистиновые — главным образом > 1 см (рентгенонегативные — уратные и белковые камни, располагающиеся в чашечно-лоханочной системе, обнаруживаются при сонографии);
- позволяет оценить степень дезинтеграции рентгено-контрастных камней после литотрипсии (при неконтрастных точнее КТ, менее точно — сонография);
- позволяет заподозрить паранефрит на основании реакции купола диафрагмы, плевры и базальных отделов лёгких, нечеткости контура поясничной мышцы (наилучшие результаты достигаются при КТ).

Недостатки:

- за камни могут быть приняты обызвествления, проецирующиеся по ходу мочевых путей (камни желчного пузыря, копролиты, флеболиты, петрифицированные лимфатические узлы брыжейки и др.).

Длится около часа, в течение которого больной должен лежать неподвижно.

Возможности КТ:

- обнаруживает почти 100% камней размером от 2 мм независимо от химического состава;

- точнее всех методов в распознавании уровня и причины обструкции любой природы (позволяет установить причину в 2/3 случаев);

- хорошо отображает ретроперитонеальные поражения — частую причину обструкции мочеточников;

- точнее сонографии в дифференцировании парапельвикальных кист от солидных образований, связи их с синусом (лимфом, переходно-клеточного рака, липоматоза синуса).

Недостатки КТ:

- высокая лучевая нагрузка;

- абсцессы почек трудно отличить от геморрагических и особенно нагноившихся кист.

Возможности МРТ:

- может не требоваться введение контрастных средств;

- не зависит от функции почек и может применяться у больных с почечной недостаточностью;

- МРТ с контрастированием позволяет дифференцировать маленькие опухоли, не выявляющиеся при КТ;

- даёт возможность получить изображение мочевых путей, сравнимое по качеству и результатам с экскреторной урографией и даже с прямой пиелографией;

- визуализируется расширение мочевых путей, распознаются уровень и, в большинстве случаев, причина обструкции;

- оптимальный метод визуализации инвазивных опухолей мочевого пузыря.

Методы визуализации надпочечников:

Первичные:

- УЗИ;

- обзорная рентгенография.

Дополнительные:

- КТ, КТ с контрастированием;

- МРТ, МРТ с контрастированием.

Задача визуализации:

определить положение, размеры, форму, структуру, наличие патологических образований в надпочечниках и, прежде всего, локализовать опухоль (специфический диагноз типа опухоли невозможен).

Ультразвуковая анатомия надпочечников:

Надпочечники (НП) — парный орган, располагаются в забрюшинном пространстве на уровне Th X–X I, над верхними полюсами почек.

Форма: может быть разнообразной (конус, усеченная пирамида, треугольник). Контур: чёткие, ровные.

Положение: расположены над верхним полюсом почек и слегка смещены кпереди и медиально.

Эхоструктура: однородная мелкозернистая.

Эхогенность: корковое вещество — как у печени, мозговое — незначительно пониженная.

Размеры:

- ширина — основание «треугольника» железы, примыкающего к почке во фронтальной плоскости (до 11–17 мм);
- высота — линия, перпендикулярная основанию (17–25 мм у левого, 18–29 мм у правого);
- толщина/переднезадний размер — размер основания железы в сагиттальной плоскости.

КТ-анатомия надпочечников:

Область надпочечников необходимо исследовать тонкими срезами (толщиной 3 мм или 5 мм). На серии компьютерных томограмм получают изображение надпочечников в аксиальной плоскости сканирования. Форма зависит от скана. В надпочечниках выделяют тело, латеральную и медиальную ножки. Поперечный размер тела в норме около 1 см, толщина ножек около 6 мм.

Правый надпочечник: расположен на 10–20 мм кпереди от верхнего полюса правой почки, локализуется кзади от нижней полой вены, к надпочечнику прилежит 6 сегментов печени.

Левый надпочечник: расположен кпереди от наружного края тела позвонка и верхнего полюса левой почки, несколько больше правого; аорта располагается медиальнее железы; нижние отделы левого надпочечника не доходят до сосудистой ножки почки; показатели плотности (без контрастного усиления) — 25–40 HU.

МРТ-анатомия надпочечников: характеристика размеров НП идентична РКТ-исследованию. Характеристики МР-сигнала нормального надпочечника: T1 — слабо гипоинтенсивный по отношению к печени; T1 с подавлением жира — изоинтенсивный; T2 — гипоинтенсивный; T2 с подавлением жира — гиперинтенсивный.

Общие подходы к диагностике заболеваний надпочечников:

- клинический осмотр (для выявления признаков, характерных для симптомокомплексов надпочечниковой патологии);
- выбор метода визуализации:
- УЗИ — доступность и возможность определения стороны процесса;
- РКТ — возможность определения стороны процесса, размеров образования (особенно в случае поражения левого надпочечника, который не всегда удаётся чётко визуализировать на УЗИ), но может давать ложноположительные результаты;

- МРТ — возможность определения стороны процесса, размеров образования, возможность отличить рак от аденомы;
- супрареносцинтиграфия с Iodine-131 (малодоступна, высокая лучевая нагрузка);
- селективная ангиография;

Прим.: в ряде случаев тонкоигольная аспирационная биопсия под контролем УЗИ или КТ.