

Министерство здравоохранения Республики Беларусь
Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»

Кафедра лучевой диагностики с курсом ФПКиП

Авторы:

А.М. Юрковский, зав. кафедрой, д.м.н., доцент

М.А. Лихачевская, ассистент

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 24-26: «Лучевая анатомия и методы лучевого исследования почек,
мочеточников, мочевого пузыря»

Время: 18 часов

Утверждены на заседании кафедры лучевой диагностики с курсом ФПКиП

(протокол от № 1) 28.08. 2025

Учебная цель:

- формирование у студентов профессиональных компетенций, необходимых для решения диагностических задач путем применение методов лучевой диагностики при заболеваниях почек, мочеточников, мочевого пузыря;
- формирование у студентов знаний о лучевой семиотике наиболее распространенных заболеваний человека и принципах органно-комплексного применения методов лучевой диагностики при заболеваниях почек, мочеточников;
- уметь проводить базовую сердечно-легочную реанимацию и иные реанимационные мероприятия в случае возникновения осложнений при применении контрастных веществ

Воспитательная цель:

- развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны;
- научить соблюдать учебную и трудовую дисциплину, этико-деонтологические нормы и правила в диагностическом процессе;
- уметь применять основные модели взаимодействия врача и пациента;

Задачи:

1. Углубить знания по нормальной анатомии почек, мочеточников Изучить лучевую анатомию почек, мочеточников при всех видах лучевых исследований.
2. Изучить основные методики проведения лучевых исследований почек, мочеточников.
3. Изучить правила подготовки пациентов к лучевым исследованиям почек, мочеточников.
4. Изучить показания и противопоказания к рентгеноурологическому исследованию почек, мочеточников, мочеточников.
5. Изучить методику ультразвукового исследования почек.
6. Ознакомиться с лучевой семиотикой при УЗИ, КТ и МРТ исследованиях наиболее распространенных заболеваний почек, мочеточников и мочевого пузыря.
7. Изучить вопросы выбора методов визуализации в зависимости от их возможностей применительно к конкретным патологическим состояниям.

В результате проведения учебного занятия студент должен знать:

- лучевую анатомию и лучевую семиотику заболеваний почек, мочеточников,;
- принципы органно-комплексного применения методов лучевой диагностики при заболеваниях почек, мочеточников;
- реакции и осложнения при применении контрастных веществ, а также меры по предотвращению и лечению местных/системных реакций и осложнений.

уметь:

- определять показания и противопоказания к лучевому исследованию при заболеваниях почек, мочеточников;
- подготавливать пациента к лучевому исследованию при заболеваниях почек, мочеточников;
- интерпретировать результаты лучевого исследования при заболеваниях почек, мочеточников;
- оказать первую помощь при острых побочных реакциях на введение контрастных веществ

владеть:

- навыками выбора метода визуализации при заболеваниях почек, мочеточников;
- навыками подготовки пациентов к лучевым исследованиям при заболеваниях почек, мочеточников;
- навыками интерпретации результатов лучевого исследования и, при необходимости, построения схемы дообследования при заболеваниях почек, мочеточников;
- навыками оказания первой помощи при возникновении острых побочных реакций на введение контрастных веществ.

Мотивация для усвоения темы: рейтинговая система оценки знаний

МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ

Комплекты рентгенограмм, электронные средства демонстрации иллюстративного материала (интерактивная доска, телевизор, проектор), ультразвуковые сканеры.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗ СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН

«Анатомия человека»:

- нормальная анатомия почек, мочеточников, мочевого пузыря.
- половые и возрастные особенности почек, мочеточников, мочевого пузыря.

Контрольные вопросы:

1. Методы визуализации, используемые для диагностики заболеваний почек, мочеточников.
2. Нормальная лучевая анатомия почек, мочеточников.
3. Показания и противопоказания к рентгеноурологическому исследованию почек, мочеточников и мочевого пузыря.
4. Порядок подготовки пациентов к лучевым исследованиям почек, мочеточников и мочевого пузыря.
5. Возможности КТ при исследовании почек.
6. Возможности МРТ при исследовании почек, мочевого пузыря.
7. Радионуклидная диагностика заболеваний почек.
8. Принципы выбора метода визуализации при наиболее распространенных заболеваниях почек и мочевыводящих путей.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Литература

Основная:

1. 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.
2. Трутень, В. П. Рентгенология: учебное пособие / В. П. Трутень. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 336 с.
3. Труфанов, Г. Е. Лучевая диагностика: учебник / Труфанов Г. Е. и др. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 484 с.
4. Лучевая диагностика и лучевая терапия: учебн. пособие / [А.И. Алешкевич [и др.]] – Минск : Новое знание, 2017. – 381 с.
5. Ермолицкий, Н. М. Радиационная безопасность в лучевой диагностике: учеб.-метод. пособие для студентов 3-5 курсов мед.-диагност. фак. мед. вузов / Н. М. Ермолицкий; УО «ГомГМУ», Каф. внутренних болезней № 3 с курсом лучевой диагностики и лучевой терапии. – Гомель: ГомГМУ, 2018. – 97 с.

Дополнительная:

6. Власов, Е. А. Томографическая (КТ и МРТ) анатомия центральной нервной системы человека [Атлас] / Е. А. Власов. – Москва : Издательский дом Видар-М, 2020. – 144 с.

7. (8). Жерко, О. М. Клиническая трансторакальная эхокардиография: практическое руководство для врачей / О. М. Жерко. – Минск : Альфа-книга, 2020. – 832 с.

8. (9). Жерко, О. М. Ультразвуковая диагностика патологии сосудов: практическое руководство для врачей / О. М. Жерко. – Минск : Альфа-книга, 2019. – 688 с.

9. (10). Кармазановский, Г. Г. Динамическая мультиспиральная КТ: параметры и характеристики болюса контрастного вещества, примерные протоколы сканирования и их клиническое применение. Руководство для врачей лучевых диагностов / Г. Г. Кармазановский. – Москва : Издательский дом Видар-М, 2020. – 384 с.

10. (11). Морозов, С. П. Основы менеджмента медицинской визуализации / Морозов С. П. [и др.] – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 432 с.

11. (13). Носенко, Е. М. Ультразвуковое исследование артерий и вен верхних конечностей / Е. М. Носенко, Н. С. Носенко, Л. В. Дадова. – Москва : Издательский дом Видар-М, 2020. – 240 с.

12. (14). Озерская, И. А. Руководство по ультразвуковой диагностике в акушерстве и гинекологии / И. А. Озерская. – Москва : МЕДпресс-информ, 2021. – 304 с.

13. (16). Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика / Под ред. В. В. Митькова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский дом Видар-М, 2019. – 756 с.

14. (17). Ростовцев, М. В. Атлас рентгеноанатомии и укладок : руководство для врачей / М. В. Ростовцев, Г. И. Братникова, Е. П. Корнева [и др.] ; под ред. М. В. Ростовцева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 320 с.

15. (18). Труфанов, Г. Е. МРТ. Позвоночник и спинной мозг : руководство для врачей / под ред. Г. Е. Труфанова, В. А. Фокина. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 544 с.

Нормативные правовые акты:

16. (20). Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28.12.2012 №213.

17. (21). Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности воздействия ультразвука на человека»: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 г. № 37.

18. (22). О здравоохранении: Закон Республики Беларусь 18.06.1993 № 2435–XII: в ред. Закона Республики Беларусь от 08.07.2024 № 26-З.

19. (23). Об утверждении расчетных нормативов времени на выполнение исследований в лучевой диагностике врачами и рентгенолаборантами организаций здравоохранения системы Министерства здравоохранения Республики Беларусь: Приказ Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 06.04.2007 № 255.

20. (24). Санитарные правила и нормы 2.6.1.8-38-2003 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований»: постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 31.12.2003 № 223 с изм. и доп., утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 26.05.2008 № 97.

21. (25). Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 31.12.2013 № 137.

ДИДАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Содержание материала

Рентгеноанатомия мочевыделительной системы у взрослых. Особенности рентгеноанатомии мочевыделительной системы у детей. Методики рентгенологического исследования мочевыделительной системы. Ультразвуковая анатомия мочевыделительной системы, методики ультразвукового исследования. Особенности ультразвукового исследования почек у детей. КТ-анатомия почек, методика исследования. МРТ-анатомия почек, методика исследования.

Анатомо-морфологические особенности

Почки

Общие сведения

Парные органы, функция которых заключается в фильтрации избытков жидкости, солей и продуктов обмена из крови для поддержания водно-электролитного баланса.

Расположены в забрюшинной области на уровне Th12-L3 в околопочечном пространстве и окружены почечной фасцией (фасцией Герота). Толстая почечная капсула (непосредственно покрывает почку) отделена от почечной фасции жировой капсулой почки. Околопочечное жировое тело окружает почечную

фасцию. Обе почки лежат на квадратных мышцах поясницы латеральнее поясничных мышц.

Внутренняя структура

В паренхиме почки выделяют:

- корковое вещество:
 - имеет центральные выросты, разделяющие мозговое вещество на пирамиды (верхушка каждой почечной пирамиды является почечным сосочком, состоящим из собирательных трубочек, выделяющих мочу);
 - содержит почечные тельца (клубочки, канальцы), проксимальные отделы собирательных трубочек и петли Генле;
- мозговое вещество:
 - внутренний отдел почечной паренхимы, содержащий почечные пирамиды, дистальные отделы собирательных трубочек и петли Генле.

Отток мочи: сосочек → малая чашечка → большая чашечка → почечная лоханка

Почечная лоханка — воронковидное расширение верхнего отдела мочеточника

Ворота почки — медиальная поверхность почки в области входа почечной артерии в почечную пазуху и выхода почечной вены и мочеточника из нее

Кровоснабжение, иннервация и лимфоотток

- Кровоснабжение
 - Почечная артерия*
 - В норме по одной на каждую почку (начинается ниже уровня верхней брыжеечной артерии)
 - Отходит от аорты приблизительно на уровне Th11-Th12 правая почечная артерия проходит позади нижней полой вены (НПВ)
 - Главная почечная артерия → сегментарные ветви → междольковые ветви (проходят вдоль краев пирамид) → дуговые и междольковые артерии → приносящие артериолы
 - Ветви почечной артерии также кровоснабжают проксимальные отделы собирательной системы (лоханочная/верхняя и мочеточниковая ветви)
 - Почечная вена*
 - В норме по одной на каждую почку (опустошается в НПВ)
 - Левая почечная вена проходит впереди аорты

- Расположена кпереди от почечной артерии и лоханки почки

** Прим.: Часто встречаются добавочные почечные вены и аномалии развития кровоснабжения. Добавочные артерии отходят от аорты или почечной артерии. Возможно наличие нескольких часто встречающихся вариантов развития левой почечной вены (позадиаортальная или опоясывающие почечные вены)*

- Иннервация
 - Симпатическая вегетативная иннервация из чревного/аортопочечного ганглия
 - Парасимпатическая иннервация через блуждающий нерв (X черепной нерв)
- Лимфоотток
 - В левый латеральный аортальный;
 - В правый латеральный кавальный узлы (возле места отхождения почечной артерии)

Мочеточник

Мышечная трубка (длина $\approx 25\text{--}30$ см), несущая мочу от почек к мочевому пузырю.

Общие сведения

- В брюшной полости мочеточник проходит по ходу задней брюшной стенки в забрюшинном пространстве (позади париетального листка брюшины).
- Мочеточник начинается от почечной лоханки в переходе из лоханки и расположен в околопочечном пространстве.
- Мочеточники проходят по ходу передней поверхности поясничных мышц в нижнем отделе забрюшинного пространства брюшной полости.
- Тазовые отделы мочеточников входят в полость таза на уровне крестцово-подвздошного сочленения, где они проходят спереди от бифуркации подвздошной артерии вблизи яичников (у женщин).
- Идут вниз по ходу латеральных стенок полости таза вблизи внутренних подвздошных сосудов.
- Вблизи остей подвздошных костей мочеточники изгибаются кпереди и медиально и входят в мочевой пузырь на уровне семенных пузырьков/шейки матки.

- Переход мочеточника в мочевой пузырь (ПММ): мочеточники проходят косо через мышечную стенку мочевого пузыря, играющую роль клапана для предотвращения обратного заброса мочи.
- Три физиологических сужения:
 - переход лоханки в мочеточник,
 - верхний край входа в таз,
 - переход мочеточника в мочевой пузырь

Кровоснабжение, иннервация и лимфоотток

- Кровоснабжение
 - Артерии
 - Количество артериальных ветвей велико и вариабельно, идут от аорты, почечных, половых, внутренних подвздошных, семенных и прямокишечных артерий и анастомозируют по всей длине мочеточника
 - Артериальное кровоснабжение брюшного отдела мочеточника осуществляется преимущественно почечными артериями и яичковой/яичниковой артериями
 - Артериальное кровоснабжение тазового отдела мочеточника осуществляется верхней и нижней семенными артериями
 - Вены
 - Венозные ветви проходят вместе с артериями со схожими названиями
- Иннервация
 - Автономная иннервация осуществляется из прилегающих сплетений (почечного, подчревного, яичкового/яичникового) и обеспечивает иннервацию.
 - В мочеточниках расположены рецепторы боли/растяжения: камни в брюшном отделе мочеточника вызывают боли в боку/спине, а камни в тазовом отделе мочеточника вызывают боль в нижнем отделе живота/паху.
 - Чувствительные волокна входят в спинной мозг на уровне Th12–L2, обуславливая иррадиацию боли из мочеточника в соответствующие дерматомы.
- Лимфоотток

- От тазового отдела мочеточника – в наружные и внутренние подвздошные узлы,
- От брюшного отдела – в аортокавальные лимфатические узлы

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 определенного временного промежутка на рентгенограммах, произведенных 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 четкие;
 - 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 (ThXI-XII) до нижнего края лонного сочленения (при этом почек на обзорных рентгенограммах выявляется не всегда – в 50-70% случаев).

Основные морфометрические параметры (у взрослых):

- продольный размер: 80-130 мм (примерно, высота трех 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 кроме того, 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 пересекает тень почки на границе верхней и нижней половин;
- по позвонкам:
 - верхняя граница почек – на уровне ThXI-XII;
 - нижняя граница почек – на уровне LII-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 в 5% случаев расположение почек обратное.

- продольная ось почек – продольной осью почек относительно средней линии составляет 20-24° (угол открыт каудально).

Варианты строения лоханки:

- внутривисцеральный тип (у 33%):
 - емкость – 8-12 мл;
 - форма – более-менее округлая;
 - расположение – значительная часть ее расположена экстрауретерально (т.е. за пределами ворот почки);
 - чашки – широкие, короткие (впечатление, что малые чашки впадают непосредственно в лоханку под прямым углом);

- внепочечный тип (у 38%):
 - емкость – 6-7 мл;
 - расположение – частично в почечном синусе, частично экстраренально;
 - чашки – без особенностей (большие и малые);
- смешанный тип (у 28%):
 - 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-Moyrand (зона ограниченная горизонтальными линиями, проходящими 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);
- о 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):
 - о на уровне лоханочно-мочеточникового сегмента;
 - о на уровне мыса крестца;
 - о 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).

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:
 - о небольшие прогулки, ходьба по лестнице перед рентгенологическим исследованием;
 - о пребывание в течение 1,5-2 часов в стоячем или сидячем положении; о при строгом постельном режиме рекомендуется положение правом, а не на левом боку (при указанном положении привратник занимает самое высокое место в подреберье, что создает условия для быстрого поступления проглоченного воздуха из желудка в слепую кишку);

- слабительные могут быть применены в комбинации с клизмами у больных, страдающих запорами за 2 дня до исследования (потому как в кишечнике вскоре после дефекации вновь скапливается много газов);
- легкий 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;
- ☐ оценить расположение, размеры, контуры 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: на 7-й, 15-й, 17-й минутах (*последняя в вертикальном положении*);
 - отсроченные рентгенограммы — при наличии показаний (через 1-1,5 часа после введения контрастного вещества).

Показания к экскреторной урографии:

- гематурия;
- рецидивирующие инфекции мочевых путей;
- подозрение на наличие мочекаменной болезни;
- подозрение на обструкцию мочеточника;

- выявление осложнений после хирургических вмешательств;
- выявление врождённых аномалий;
- травма;
- изменения в анализах мочи более 2 мес.;
- повышения 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):

- характеристикай 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, 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 путем чрезкожной 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 не эффективна.

Радионуклидная ренография — метод исследования функции почек с помощью радиофармацевтических препаратов, введенных внутривенно.

Радиофармацевтический препарат (РФП) состоит из молекулы-вектора, непосредственно участвующей в тканевом метаболизме, и сцепленной с ней радиоактивной меткой.

Метод позволяет:

- определить функцию каждой почки,
- оценить состояние клубочковой фильтрации и канальцевой секреции.

Специальной подготовки не требуется. Единственным условием является, чтобы пациенты не были натошак.

Исследование осуществляют с помощью клинического радиографа или гамма-камеры, снабженной электронно-вычислительным устройством.

Методика:

- Положение пациента сидя или лежа на животе.
- Одноканальные коллимированные датчики устанавливаются: 1 - над областью сердца или венозного сигмовидного синуса, 2 и 3 - над областью почек, 4 - над мочевым пузырем.
- Установка датчиков над областью почек производится по обзорным рентгенограммам или анатомическим ориентирам (центр датчика на середину 12 ребра).
- Для исследования применяют гиппуран (меченный йодом ¹³¹-для детей - меченный йодом ¹²⁵) или ДТПА, меченое иттербием-169 или технецием-99м, которые вводят внутривенно после установки датчиков.
- Гиппуран экскретируется в дистальных отделах канальцев, ДТПА выводится из крови за счет клубочковой фильтрации.

На **ренограмме** можно выделить три сегмента:

- Первый – сосудистый (характеризуется быстрым подъемом кривой и отражает в основном поступление препарата в кровеносное русло почки и околопочечной клетчатки);
- Второй – секреторный (подъем кривой более медленный отражает преобладание поступления препарата в почку над выведением);

- Третий – экскреторный (спад кривой отражает преобладание выведения препарата из почки над поступлением).

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. в случае обнаруженного при сонографии расширения чашечно-лоханочной система и определение уровня обструкции;
- детальная характеристика чашечно-лоханочной система, 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 1/3 опухолей мочевого пузыря (невозможно отличить от фиксированных кровяных сгустков и неконтрастных камней или наслаивающегося газа).

Возможности 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 УЗИ:

- не дает информации о функции почек;
- плохо визуализируются мочеточники;
- причина обструкции мочевых путей выявляется только в 50%;
- в 25% случаев изменения при острых воспалительных заболеваниях неспецифичны (т.к. все заболевания, первично поражающие паренхиму почек, имеют сходную сонографическую картину);
- пропускаются опухоли меньше 10 мм, особенно, меньше 5 мм (т.к. 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 легких, нечеткости контура поясничной мышцы (хотя наилучшие результаты достигаются при КТ).

Недостатки

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

Возможности ренографии:

- позволяет разграничить различные типы нарушения функции почек:
 - преренальный (снижение перфузии в ранние сроки после введения контрастного средства);
 - ренальный (при наличии нарушения клубочковой фильтрации);
 - постренальный (обструкция распознается по характерному плато ренографической кривой);
- процедура неустойчива для пациента (обследование длится ≈ 20 мин);

- практически не имеет противопоказаний (даже у тяжелых больных, по строгим показаниям беременным);
- малая лучевая нагрузка.

Возможности нефрографии (изображение распределения изотопа в паренхиме почек):

- позволяет получить информацию о контурах почек, их размерах, форме (на сканограмме хорошо видны подковообразная почка, аплазия почки, поликистоз, небольшие опухоли).
- позволяет определить нефункционирующие участки паренхимы;

Недостатки:

- низкая тканевая чувствительность и специфичность (неотличимы жидкостные образования от солидных);
- низкое пространственное разрешение (выявляются образования $\geq 2-3$ см);
- невозможность сканирования при выраженной почечной недостаточности и тяжелом состоянии больного (исследование 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, переходноклеточного 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;
- дает 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.

Особенности у детей:

- размер почек (вертикальный): 3-3,5 поясничных позвонка;
- положение почек:
 - к концу первого года жизни — на уровне ThXI-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 остается дугообразное искривление), лоханочно-мочеточниковый угол в процессе роста увеличивается до 110-130°.

Мочевой пузырь

Пустой растяжимый мешок с мощной мышечной стенкой, временно накапливающий и изгоняющий мочу

Общие сведения

Выделяют:

- верхушку (расположена вблизи лобкового симфиза и соединяется со срединной пупочной связкой),
- тело,
- основание (задняя поверхность мочевого пузыря),
- шейку (соединяется с мочеиспускательным каналом и крепится ко дну полости таза фасцией таза и связками)

Стенка мочевого пузыря представлена преимущественно детрузором.

Мочепузырный треугольник: структура треугольной формы в основании мочевого пузыря, вершины которого определяются по отверстиям мочеточников и внутреннему отверстию мочеиспускательного канала

Внутренний сфинктер мочеиспускательного канала (только у мужчин) и наружный сфинктер мочеиспускательного канала (и у мужчин, и у женщин) образованы мышцами и расположены в отверстии мочеиспускательного канала

Расположен внебрюшинно (в забрюшинном пространстве), брюшина покрывает купол мочевого пузыря. Складки брюшины образуют глубокие углубления брюшины в полости таза

Прямокишечно-пузырное углубление – наиболее низко расположенным углублением у мужчин (у женщин – после удаления матки)

Пузырно-маточное углубление и прямокишечно-маточное углубление (дугласово пространство) являются наиболее низко расположенными карманами у женщин.

Мочевой пузырь окружен забрюшинными пространствами (заполненными соединительной и жировой тканью), способными расширяться и накапливать большое количество жидкости (например, при забрюшинном разрыве мочевого пузыря).

В околопузырном пространстве расположены мочевой пузырь и урахус.

Предпузырное пространство Рециуса: расположено между мочевым пузырем и лобковым симфизом, соединяющимся сверху с подпочечным отделом забрюшинного пространства и сзади с предкрестцовым пространством

Кровоснабжение, иннервация и лимфоотток

– Кровоснабжение

○ Артерии

- Кровоснабжение осуществляется преимущественно из внутренних подвздошных артерий через верхние пузырные артерии и другими ветвями внутренних подвздошных артерий у обоих полов

○ Вены

- Мужчины: пузырное и предстательное венозные сплетения, внутренние подвздошные и внутренние позвоночные вены
- Женщины: пузырное и маточно-влагалищное венозные сплетения, внутренняя подвздошная вена

- Иннервация
 - Парасимпатическая иннервация: тазовый внутренностный и нижний подчревный нерв (вызывают сокращение мышц-констрикторов и расслабление внутреннего сфинктера мочеиспускательного канала для возможности опорожнения мочевого пузыря)
 - Симпатическая иннервация: подчревный нерв (расслабляет мускулатуру мочевого пузыря и обеспечивает удержание мочи)
 - Соматическая иннервация: половой нерв (обеспечивает произвольный контроль мочеиспускания, контролируя наружный сфинктер)
 - Чувствительные волокна: проходят вместе с парасимпатическими нервами
- Лимфоотток
 - Осуществляется в цепочки подвздошных и запирательных лимфатических узлов

Методы исследования мочевого пузыря:

- Экскреторная урограмма с изображением мочевого пузыря
- Цистография
- Микционная цистография
- УЗИ
- МРТ
- Компьютерная томография (КТ)
- Магнитно-резонансная томография (МРТ)
- Позитронно-эмиссионная компьютерная томография (ПЭТ-КТ). Часто в качестве радиофармпрепарата используется фтордезоксиглюкоза (ФДГ).

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 (опорожненный мочевой пузырь заполняют водорастворимым контрастом через катетер).

Микционная цистография

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

Показания:

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

Уретерография – ретроградное контрастирование с выполнением полипозиционных ретгенограмм (для женщин в прямой и боковой проекции, для мужчин в косых проекциях и прямой проекции).

УЗИ (Ультразвуковое исследование)

- Определяет форму, размеры, контуры и наполнение пузыря.
- Выявляет анатомические варианты строения, аномалии развития, формы нейрогенного пузыря у детей, уретероцеле, пузырно-мочеточниковые рефлюксы.
- Используется для диагностики нарушения уродинамики,
- Используется для диагностики конкрементов в мочевом пузыре
- Используется при травме. Выявляет наличие затеков, в околопузырных тканях ..
- УЗИ с наполненным мочевым пузырем и УЗИ после опорожнения. Часто используется при патологии предстательной железы для выявления нарушения уродинамики.

С помощью ультразвукового исследования можно заподозрить опухоль мочевого пузыря, однако оценить степень проникновения опухоли в ткани не удастся. Также УЗИ может не показать маленькие опухоли, поэтому данное исследование не используется в диагностике рака мочевого пузыря.

Магнитно-резонансная томография (МРТ)

- Наиболее распространенным методом для оценки первичной опухоли мочевого пузыря является метод МРТ.
- Метод дает возможность определить глубину распространения опухоли, выход за пределы.
- В последнее время появилась возможность проводить мультипланарную МРТ мочевого пузыря, этот метод важен для определения слизистого и подслизистого роста опухоли, используется для решения тактических вопросов, используется для наблюдения в динамике, для оценки результатов лечения. Метод проходит апробацию в онкологических учреждениях, проводится сопоставление с другими методами.
- Основным ограничением метода МРТ является наличие металлических конструкций в организме.

КТ (Компьютерная томография).

- Может визуализировать выход опухоли за пределы органа.
- Дает возможность визуализировать лимфоузлы в окружающих тканях.
- Дает возможность выявить костные изменения на уровне исследования

Недостатки

- КТ не может визуализировать маленькие плоские опухоли.
- Введение контрастного вещества может быть противопоказано пациентам с болезнями почек или аллергией на контрастное вещество.
- Не представляется возможным четко визуализировать опухоль в мышечной стенке и точно описать степень проникновения (инвазии) опухоли в толщу стенки органа.
- Плохая визуализация мягких тканей.

Позитронно-эмиссионная компьютерная томография (ПЭТ-КТ). Часто в качестве радиофармпрепарата используется фтордезоксиглюкоза (ФДГ). ПЭТ-КТ и КТ являются наиболее информативными для обнаружения отдаленных метастазов рака мочевого пузыря

Преимущества метода:

- ПЭТ может быть полезна при поиске отдаленных метастазов, поскольку помогает увидеть очаги с измененной метаболической активностью, в том числе – опухоли.
- Возможно выполнение при наличии металлических предметов в организме пациента (в отличие от МРТ).

Недостатки метода:

- Одним из недостатков метода является эффект “маскировки” опухоли. При выделении ФДГ с мочой опухоли в мочевыводящих путях (таз, мочеточник, мочевой пузырь и уретра) могут быть не так отчетливо видны. Также на ПЭТ могут быть плохо видны опухоли в стенке мочевого пузыря и мочевыводящих путях.
- Высокой метаболической активностью обладают не только опухоли, на ПЭТ будут видны не только злокачественные образования.
- Высокая стоимость и низкая доступность метода в регионах.

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 (опорожненный мочевой пузырь заполняют водорастворимым контрастом через катетер).

Микционная цистография

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

Показания:

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

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

Радионуклидная ренография — метод исследования функции почек с помощью радиофармацевтических препаратов, введенных внутривенно.

Методы исследования мочевого пузыря:

- Экскреторная урограмма с изображением мочевого пузыря
- Цистография
- Микционная цистография
- УЗИ
- МРТ
- Компьютерная томография (КТ)
- Магнитно-резонансная томография (МРТ)
- Позитронно-эмиссионная компьютерная томография (ПЭТ-КТ). Часто в качестве радиофармпрепарата используется фтордезоксиглюкоза (ФДГ).

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 (опорожненный мочевой пузырь заполняют водорастворимым контрастом через катетер).

Микционная цистография

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

Показания:

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

Уретерография – ретроградное контрастирование с выполнением полипозиционных ретгенограмм (для женщин в прямой и боковой проекции, для мужчин в косых проекциях и прямой проекции).

Радионуклидная ренография — метод исследования функции почек с помощью радиофармацевтических препаратов, введенных внутривенно.

УЗИ (Ультразвуковое исследование)

- Определяет форму , размеры, контуры и наполнение пузыря.
- Выявляет анатомические варианты строения, аномалии развития, формы нейрогенного пузыря у детей, уретероцеле, пузырно-мочеточниковые рефлюксы.
- Используется для диагностики нарушения уродинамики,
- Используется для диагностики конкрементов в мочевом пузыре
- Используется при травме Выявляет наличие затеков, в околопузырных тканях ..
- УЗИ с наполненным мочевым пузырем и УЗИ после опорожнения. Часто используется при патологии предстательной железы для выявления нарушения уродинамики.

С помощью ультразвукового исследования можно заподозрить опухоль мочевого пузыря, однако оценить степень проникновения опухоли в ткани не удастся. Также УЗИ может не показать маленькие опухоли, поэтому данное исследование не используется в диагностике рака мочевого пузыря.

Магнитно-резонансная томография (МРТ)

- Наиболее распространенным методом для оценки первичной опухоли мочевого пузыря является метод МРТ.
- Метод дает возможность определить глубину распространения опухоли, выход за пределы.
- В последнее время появилась возможность проводить мультипланарную МРТ, этот метод важен для определения слизистого и подслизистого роста, используется для решения тактических вопросов, используется для наблюдения в динамике, для оценки результатов лечения. Метод проходит апробацию в онкологических учреждениях, проводится сопоставление с другими методами.
- Основным ограничением метода МРТ является наличие металлических конструкций в организме.

КТ (Компьютерная томография).

- Может визуализировать выход опухоли за пределы органа.
- Дает возможность визуализировать лимфоузлы в окружающих тканях.
- Дает возможность выявить костные изменения на уровне исследования

Недостатки

- КТ не может визуализировать маленькие плоские опухоли.
- Введение контрастного вещества может быть противопоказано пациентам с болезнями почек или аллергией на контрастное вещество.
- Не представляется возможным четко визуализировать опухоль в мышечной стенке и точно описать степень проникновения (инвазии) опухоли в толщу стенки органа.
- Плохая визуализация мягких тканей.

Позитронно-эмиссионная компьютерная томография (ПЭТ-КТ). Часто в качестве радиофармпрепарата используется фтордезоксиглюкоза (ФДГ). ПЭТ-КТ и КТ являются наиболее информативными для обнаружения отдаленных метастазов рака мочевого пузыря

Преимущества метода:

- ПЭТ может быть полезна при поиске отдаленных метастазов, поскольку помогает увидеть очаги с измененной метаболической активностью, в том числе – опухоли.
- Возможно выполнение при наличии металлических предметов в организме пациента (в отличие от МРТ).

Недостатки метода:

- Одним из недостатков метода является эффект “маскировки” опухоли. При выделении ФДГ с мочой опухоли в мочевыводящих путях (таз, мочеточник, мочевой пузырь и уретра) могут быть не так отчетливо видны. Также на ПЭТ могут быть плохо видны опухоли в стенке мочевого пузыря и мочевыводящих путях.
- Высокой метаболической активностью обладают не только опухоли, на ПЭТ будут видны не только злокачественные образования.
- Высокая стоимость и низкая доступность метода в регионах.