

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 11-12: «Лучевая анатомия и методы лучевого исследования грудной
клетки. Лучевая анатомия и методы лучевого исследования сердца. Лучевая
анатомия и методы лучевого исследования средостения»

Время: 12 часов

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

Задачи практического занятия:

1. Углубить знания по нормальной анатомии и изучить лучевую анатомию органов дыхания и средостения.
2. Изучить основные методики лучевого исследования органов грудной.
3. Изучить показания и противопоказания к проведению лучевых исследований органов грудной клетки.

Контрольные вопросы:

1. Рентгеноанатомия грудной клетки, верхних дыхательных путей и легких у взрослых, методики рентгенологического исследования.
2. КТ-анатомия грудной клетки, методика КТ-исследования.
3. МРТ-анатомия грудной клетки, методика МРТ-исследования.
4. Ультразвуковая анатомия грудной клетки, методика ультразвукового исследования.
5. Возрастная рентгено- и КТ-анатомия органов грудной клетки у детей.
6. Лучевая анатомия средостения.
7. Рентгеноанатомия вилочковой железы, КТ- и МРТ-анатомия вилочковой железы. Ультразвуковая анатомия вилочковой железы, методика ультразвукового исследования.
8. Рентгеноанатомия сердца и магистральных сосудов.
9. Ультразвуковая анатомия сердца и магистральных сосудов, методики ультразвукового исследования.
10. КТ-анатомия сердца и магистральных сосудов, методика КТ-исследования.
11. МРТ-анатомия сердца и магистральных сосудов, методика МРТ-исследования.
12. Выбор метода и параметров лучевого исследования грудной клетки, укладка пациента в стандартных проекциях, интерпретация диагностических изображений.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ:

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:

1. Лучевая диагностика и лучевая терапия: учебн. пособие / [А.И. Алешкевич [и др.]] – Минск : Новое знание, 2017. – 381 с.
2. Власов, Е. А. Томографическая (КТ и МРТ) анатомия центральной нервной системы человека [Атлас] / Е. А. Власов. – Москва : Издательский дом Видар-М, 2020. – 144 с.
3. 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.
4. 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.
5. 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.

НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ:

6. Закон Республики Беларусь «О здравоохранении»: от 18.06.1993 г. №2435-XII: в редакции Закона Республики Беларусь от 20.06.2008 № 363-3: с изм. и доп.
7. 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
8. 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.

ЭЛЕКТРОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

1. 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: 01.06.2022. (Включает: «Электронную библиотеку медицинского ВУЗа» ; ГЭОТАР–Медиа. Премиум комплект ; Книги из комплекта «Консультант врача»).

ДИДАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Легкие

Рентгенография органов грудной клетки – первичный метод визуализации при:

- клиническом подозрении на болезни легких,
- при травме грудной клетки и политравме,
- у пациентов с неясной причиной лихорадки,
- при онкологических заболеваниях.

Дополнительные методы:

- многоосевое полипозиционное исследование;
- линейная томография;
- РКТ.

Рентгенография позволяет:

- выявить в большинстве случаев (но не отвергнуть!) патологические изменения;
- отнести их к легким, корням, средостению, плевре, грудной стенке;
- точно локализовать обнаруженные изменения (по долям и сегментам, в средостении по его отделам и т.д.) и оценить их распространенность (локальные, диссеминированные, диффузные изменения);
- охарактеризовать морфологический тип изменений в легких: очаговое, субсегментарное, сегментарное, лобарное уплотнение, ателектаз, гиповентиляция, обтурационное вздутие, преимущественно альвеолярное или же преимущественно интерстициальное поражение, шаровидное образование (узел), полость, мелкоочаговая диссеминация.

Ограничения рентгенографии:

- на прямой рентгенограмме на некоторые участки легочного поля оказываются прикрытыми тенью диафрагмы и/или тенью средостения;
- из-за низкого контраста могут оказаться не выявленными:
 - мелкоочаговые изменения,
 - изменения с небольшой степенью уплотнения легочной ткани
 - плоскостные субплевральные уплотнения, имеющие небольшую толщину по ходу лучей.
- из-за вздутия легочной ткани могут скрываться очаги, имеющие небольшую плотность;
- не всегда невозможно отличить жидкостные структуры от солидных;
- суммационный эффект (наложение теневой картины множественных патологических образований) затрудняет оценку каждого из них.

МСКТ

МСКТ-метод второй очереди. Применяется, если диагноз после рентгенографии неясен. Обеспечивает информацию недостижимую другими методами.

Показания к МСКТ:

- выявление изменений, скрытых плевральным экссудатом,
- оценка мелкоочаговой диссеминацией и диффузных интерстициальных изменений,

- дифференциация солидных образований от жидкостных,
- выявление очаговых образований до 15мм (до 1-3мм),
- выявление более крупных образований с неблагоприятным для рентгенографии расположением или слабым повышением плотности,
- визуализация патологических образований средостения,
- решение вопроса возможности хирургического или лучевого лечения,
- при отрицательных данных рентгенографии, но тревожной клинике.

Показания к МСКТ с контрастированием

- для решения вопроса о распространении процесса на аорту, легочную артерию, полые вены, сердце,
- для оценки бронхопульмональных и медиастинальных лимфоузлов,
- ТЭЛА
- аневризма аорты и ее осложнения

Недостатки, ограничения метода

- малодоступна, недостаточная обеспеченность КТ
- дорогое обследование
- высокая лучевая нагрузка

МРТ

Клиническое значение МРТ легочной паренхимы ограничено. В основном используется для визуализации органов средостения, корней легких, аорты, легочной артерии, показано исследование при поражении грудной стенки (опухоль Панкоста) и инвазии опухолей в средостение.

Достоинство МРТ- высокий тканевой контраст, зависящий от физико-технических особенностей тканей, от изменений кровотока. При диагностике ТЭЛА есть опасность не расценить изменение скорости кровотока и принять за тромбы.

Лучевые методы исследования сердца:

1. Первичные методы лучевого исследования сердца:

- 1.1.рентгенография в стандартных проекциях;
- 1.1.рентгенотелевизионное просвечивание;
- 1.2.эхокардиография (эхо-КГ);
- 1.3.доплерокардиография.

2. Дополнительные методы:

2.1. неинвазивные:

- 2.1.1. Эхо-КГ с внутривенным контрастированием;
- 2.1.2. радиокардиография;
- 2.1.3. сцинтиграфия миокарда;
- 2.1.4. КТ (с внутривенным контрастированием);
- 2.1.5. МРТ;

2.2 инвазивные:

- 3.1.1. ангиокардиография;
- 3.1.2. коронарография.

Рентгенография

Рентгенография грудной клетки в стандартных проекциях: прямой, боковой, левой и правых передних косых проекциях и в настоящее время остается одним из самых распространенных диагностических исследований.

Метод позволяет:

- оценить легочную гемодинамику посредством анализа легочного рисунка и корней легких;
- оценить размеры и конфигурацию сердца;
- выявить обызвествлений клапанов сердца, перикарда, коронарных артерий;
- исключить поражения сопредельных структур (легких, плевры, пищевода и гастроэзофагеального перехода, скелета грудной клетки).

Рентгенологическая характеристика состояния сердца и его полостей

Стартовое исследование — рентгенография в задне-передней и левой боковой проекциях (при необходимости — контрастирование пищевода).

Лучевая анатомия сердца и крупных сосудов.

Задне-передняя проекция (2/3 сердечной тени слева, 1/3 – справа):

- правый контур состоит из двух одинаковых по длине дуг, образующих в месте схождения правый атриовазальный угол;
 - нижней — дуга правого предсердия (находится от правого края контура грудных позвонков на расстоянии от 1 до 2,5 см);
 - верхней — дуга верхней полой вены (расстояние от линии остистых отростков до наружного контура первой дуги 3-4 см);
- левый контур состоит из четырех дуг:
 - дуга и начальный отдел нисходящей аорты (определяется на 1-2 см ниже грудино-ключичного сочленения, при этом наружный контур отстоит от линии остистых отростков на 3-4 см);
 - легочный ствол (длина дуги 2 см);
 - ушко левого предсердия (в норме визуализируется в 1/3 случаев, длина ≈ 2 см, форма – прямолинейная или вогнутая);
 - левый желудочек (наиболее выступающая точка дуги не выходит за средне-ключичную линию, при этом кардио-диафрагмальный угол острый).

Левая боковая проекция:

- передний контур представлен двумя дугами:
 - верхняя дуга – восходящая аорта;
 - нижняя дуга – правый желудочек и легочный конус (прилежит к груди на протяжении 5-6 см).
- задний контур:
 - верхняя дуга: аорта, легочный ствол и сосуды корней легких (частично);
 - нижняя дуга: левое предсердие, левый желудочек (прилегает к диафрагме на протяжении 5-6 см);
 - ретрокардиальное пространство – 2-4 см.

Критерий, позволяющий определить степень расширения тени сердца (кардио-торакальный индекс)*:

- норма $\leq 50\%$,
- увеличение I степени 50-55%,
- увеличение II степени 56-60%,
- увеличение III степени $> 60\%$.

** Прим.: отношение поперечного диаметра сердца к базальному размеру грудной клетки (т.е. на уровне куполов диафрагмы) в процентах*

Критерии увеличения левого желудочка:

- Задне-передняя проекция: наиболее выступающая точка дуги выходит за средне-ключичную линию;
- Левая боковая проекция:
 - I ст. – контур левого желудочка доходит до контрастированного пищевода, нижняя полая вена не дифференцируется;
 - II ст. – контур левого желудочка заходит за контрастированный пищевод, суживая, оставляя свободным ретрокардиальное пространство;
 - III ст. – увеличенный левый желудочек суживает ретрокардиальное пространство, приближаясь к позвоночнику или накладываясь на него.

Критерии увеличения левого предсердия:

- задне-передняя проекция: увеличение дуги (ушка) левого предсердия > 2 см;
- левая боковая проекция:
 - I ст. – левое предсердие отклоняет контрастированный пищевод по дуге, ретрокардиальное пространство сужено (радиус дуги отклоняемого предсердием пищевода < 5 см);
 - II ст. – левое предсердие отклоняет контрастированный пищевод до позвоночника, ретрокардиальное пространство закрыто (радиус дуги отклоняемого предсердием пищевода 5-6 см);
 - III ст. – левое предсердие отклоняет контрастированный пищевод, тень пищевода накладывается на тень позвоночника (радиус дуги отклоняемого предсердием пищевода > 6 см)*.

** Прим.: при выраженной гипертрофии контрастированный пищевод может «соскальзывать» с предсердия и идти вертикально.*

Правый желудочек

Критерии увеличения:

- Задне-передняя проекция
 - I ст. – правый атриовазальный угол приподнят до III ребра, правый поперечник сердца < 5 см, коэффициент Мура* $< 30\%$;
 - II ст. – правый атриовазальный угол определяется во II межреберье, правый поперечник сердца > 5 см, удлинена и выпукла дуга легочной артерии, коэффициент Мура в пределах 31-40%;
 - III ст. – правый атриовазальный угол приподнимается до уровня переднего отрезка II ребра или выше, коэффициент Мура $> 40\%$.
- Левая боковая проекция – удлинение переднего контура сердца.

**Прим. Коэффициент Мура – соотношение (в %) расстояния от самой отдаленной точки дуги легочной артерии до средней линии тел позвонков к левому поперечнику грудной клетки (норма < 30%).*

Правое предсердие

Критерии увеличения:

- атриовазальный угол – смещение выше III межреберья (при изолированном увеличении правый атриовазальный угол не смещается);
- правопредсердный коэффициент * – увеличение выше 30%:
 - I ст. – 31-40%;
 - II ст. – 41-50%;
 - III ст. > 50%.
- верхняя полая вена и непарная вена – расширение указанных сосудов (отмечается при увеличении правого предсердия II-III ст.)

** Прим.: правопредсердный коэффициент (коэффициент Гудвина) — отношение правого поперечника сердца к половине внутреннего диаметра грудной клетки, измеренного на высоте правого купола диафрагмы*

Аорта.

Оптимальные проекции для оценки: задне-передняя, левая передняя косая, боковая.

Оценка интенсивности тени аорты*:

- в норме – интенсивность тени аорты меньше, чем интенсивность тени сердца;
- при патологии – повышение интенсивности тени (мукоидная дистрофия, увеличение содержания коллагеновых волокон, отложения липоидов и извести):
 - I ст. – в заднее-передней проекции четко определяется дуга и начальный отдел нисходящей аорты, в левой боковой – дуга аорты;
 - II ст. – в передне-задней проекции определяется вся нисходящая аорта;
 - III ст. – вся грудная аорта четко определяется в любой проекции.

** Прим.: выраженность признака зависит от условий съемки и возраста.*

Рентгеновская компьютерная томография (КТ), мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ)

В последнее время в связи с появлением новых спиральных многосрезовых томографов получила широкое распространение в диагностике сердечной патологии

Нативная МСКТ (МСКТ без контрастирования)

Метод позволяет:

- выявить обызвествления, болезни перикарда и аневризмы;
- провести исследование коронарного кальция (CaScore) – подсчет кальция в бляшках коронарных артерий с целью выявления коронарного атеросклероза и определения тактики ведения пациента, для уточнения показаний к коронарографии.

Для исследования сердца у пациентов кардиологического профиля МСКТ проводится с болюсным введением 80-120мл контрастного вещества в локтевую вену и с кардиосинхронизацией.

МСКТ с болюсным контрастированием и синхронизацией с ритмом сердца позволяет*:

- оценить размеры полостей сердца и толщину стенок,
- изучить некоторые функциональные показатели работы ЛЖ,
- визуализировать дополнительные образований в полости сердца и паракардиально (эти же вопросы может решить ЭхоКГ).

**Прим.: Метод используется только для уточнения некоторых параметров*

Появившаяся возможность заполнения сосудистого русла коронарных артерий позволяет:

- оценить состояние коронарных сосудов, степень их стенозирования
- оценить состояние коронарных стентов, проходимость шунтов,
- выявить аномалии крупных сосудов,
- определить размеры камер и толщину стенок сердца,
- определить систолическую функцию левого желудочка,
- распознать аневризмы сердца, тромбы в полостях сердца,
- распознать пара- и интракардиальные опухоли (≥ 1 см),
- выявить аневризмы аорты, расслоение аорты.

Показания к их применению МСКТ и МРТ при синдроме острой боли в грудной клетке:

- необходимость разграничить патологию, обусловленную стенозом коронарных артерий и болью, не связанной с патологией коронарных артерий (при условии, наличия данных в пользу отсутствия инфаркта);
- диагностика аневризм аорты;
- исключение или подтверждение расслоения аорты;
- клинические проявления, предполагающие наличие коарктации аорты;
- клинические проявления, предполагающие наличие открытого артериального протока;
- клинические проявления, предполагающие наличие тромбоэмболии легочной артерии.

Коронарография

Коронарография – рентгеноконтрастный метод, используемый для оценки состояния коронарных артерий (контрастное вещество вводится в устье коронарных артерий через катетер).

Метод позволяет:

- определить локализацию, протяженность и степень сужения коронарных артерий;
- оценить состояние коллатерального кровообращения;
- провести восстановление просвета коронарной артерии – чрескожное коронарное вмешательство или иначе (ЧКВ).

Инвазивная коронарография является золотым стандартом для оценки коронарных артерий перед операцией по восстановлению коронарного кровотока.

Аортография

Аортография – рентгенологическое исследование аорты и ее ветвей посредством введения в просвет сосуда контрастного вещества.

Контрастное вещество вводят:

- в срединную вену локтя, поверхностную яремную или правую бедренную вену (трансвензная аортография);
- в аорту:
 - посредством пункции в поясничной области (транслумбальная аортография);
 - контрастное вещество вводят через катетер, проведенный из бедренной артерии (трансфеморальная аортография).

Метод позволяет:

- выявить патологические изменения аорты (аневризму, сужение просвета);
- выявить некоторые врожденные пороки (открытый артериальный проток);
- разграничить новообразования средостения и аневризму аорты;
- выявить внутреннее кровотечение.

Ангиокардиография

Ангиокардиография – метод рентгенологического обследования сердечных камер, грудных вен и артерий.

Контрастное вещество вводят:

- непосредственно в предсердия,
- желудочки,
- крупные кровеносные сосуды

Метод позволяет:

- изучить форму и размеры полостей сердца,
- изучить внутрисердечную гемодинамику,
- оценить состояние клапанов,
- выявить патологические сообщения,
- измерить минутный и ударный объемы сердца,
- измерить внутрисердечное давление,
- определить газовый состав крови.

Прим.: метод используется не как альтернатива ЭхоКГ и МСКТ, а как дополнение к ним.

Для диагностики пороков сердца (приобретенных и врожденных) в первую очередь применяют Эхо-КГ.

Для оценки состояния сосудистого русла в легких, выявления признаков легочной гипертензии, признаков отека легких, оценки положения и формы сердца, изучения дуг сердечной тени используют традиционную рентгенографию, обычную КТ.

Эхокардиография (Эхо-КГ)

Эхокардиография – метод выявления морфологических и функциональных изменений сердца, аорты, легочной артерии.

Метод позволяет:

- определить морфометрические параметры камер сердца;
- определить морфометрические параметры стенок сердца;
- определить массу миокарда;
- оценить локальную сократимость;
- определить глобальную сократительную способность миокарда;
- оценить состояние клапанного аппарата;
- измерить скорости внутрисердечных потоков (при клапанных стенозах и/или недостаточности, при наличии шунтирующих потоков);
- выявить морфологические изменения и измерить скорости потоков в аорте и легочной артерии;
- выявить новообразования сердца и внутрисердечные тромбы.

Магнитно-резонансная томография (МРТ)

МРТ сердца – метод томографического исследования, основанный на использовании феномена ядерного магнитного резонанса.

МРТ позволяет:

- получить диагностические изображения в различных плоскостях (в этом плане он превосходит Эхо-КГ);
- определить морфометрические параметры камер сердца;
- определить морфометрические параметры стенок сердца;
- рассчитать параметры систолической функции желудочков (более точно, чем Эхо-КГ!);
- визуализировать кровоток в полостях сердца и, соответственно, выявлять патологические внутрисердечные шунты (без использования контрастных средств!);
- дифференцировать рубцовые поражения миокарда, тромбы сердца и аорты;
- определять зону инфаркта миокарда в остром периоде, определять резервные возможности миокарда перед шунтированием;
- дифференцировать выпоты различного генеза и скопления крови в полости перикарда;
- выявлять расслоение стенки аорты.

Радионуклидные исследования сердца

Сцинтиграфия миокарда – метод оценки перфузии миокарда посредством создания карты распределения радиофармпрепарата (РФП) в миокарде.

Метод позволяет:

- оценить кровоснабжение миокарда на уровне микроциркуляции: РФП (на основе ^{99m}Tc) включается в кардиомиоциты пропорционально коронарному кровотоку, а потому участки миокарда с относительно или абсолютно сниженным кровотоком будут демонстрировать (по сравнению с нормально кровоснабжаемыми) пониженное накопление РФП*.

** Прим.: появление дефекта накопления РФП можно ожидать лишь тогда, когда объемные кровотоки в здоровой и стенозированной артериях будут отличаться на 30-50%.*