

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 17. «Лучевая анатомия и методы лучевого исследования средостения»

Время: 6 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 средостения;
- формирование у студентов знаний о лучевой семиотике наиболее распространенных заболеваний человека и принципах органно-комплексного применения методов лучевой диагностики при заболеваниях средостения;
- 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, этические и деонтологические нормы и правила в диагностическом процессе;
- уметь применять основные модели взаимодействия врача и пациента;

Задачи:

1. Углубить знания по нормальной рентгеновской анатомии органов дыхания и средостения.
2. Изучить нормальную КТ-анатомию органов дыхания и средостения.
3. Возможности использования МСКТ в пульмонологии.
4. Показания к МСКТ исследованию средостения
5. Изучить особенности применения методов лучевой диагностики в зависимости от их диагностических возможностей.
6. Изучить схему описания рентгенограмм органов грудной клетки.
7. Показания к МРТ исследованию средостения.

В результате проведения учебного занятия студент должен знать:

- лучевую анатомию и лучевую семиотику заболеваний средостения;
- принципы органно-комплексного применения методов лучевой диагностики при заболеваниях средостения;
- 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 средостения;
- подготавливать пациента к лучевому исследованию при заболеваниях средостения;
- интерпретировать результаты лучевого исследования при заболеваниях органов грудной клетки, средостения;
- оказать первую помощь при острых побочных реакциях на введение контрастных веществ.

владеть:

- навыками выбора метода визуализации при заболеваниях органов средостения;
- навыками подготовки пациентов к лучевым исследованиям при заболеваниях органов средостения;
- навыками интерпретации результатов лучевого исследования и, при необходимости, построения схемы дообследования при заболеваниях органов средостения;
- 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 органов грудной клетки,
- половые и возрастные особенности органов грудной клетки .

Контрольные вопросы:

1. Лучевая анатомия средостения. Признаки, позволяющие дифференцировать отношение образования к легким или средостению.
2. Отделы средостения. Что может локализоваться в средостении?
3. Преимущественная локализация основных патологических образований в средостении (в зависимости от отдела).
4. Схема описания рентгенограмм и МСКТ органов грудной клетки.

5. На какие вопросы должен ответить врач лучевой диагностики при проведении исследования органов грудной клетки?
6. Возможности МРТ в диагностике образований средостения.
7. Алгоритм исследования при диагностике образований средостения.

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. – 832с.
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.

Содержание учебного материала

Средостение. Отделы средостения. Рентгеноанатомия средостения. Методики лучевого исследования. КТ-анатомия средостения, методики исследования. МРТ исследование при патологии средостения.

Возможности ультразвукового исследования.

Средостение – комплекс органов, расположенных между правой и левой плевральными полостями. Средостение ограничено грудиной (спереди) и позвоночником (сзади). Органы средостения окружены жировой клетчаткой. По бокам от средостения расположены плевральные полости. Вверху средостение простирается до верхней апертуры грудной клетки, внизу – до диафрагмы. В средостении помещается также вилочковая железа (тимус), которая при рождении имеет большие размеры и в норме постепенно уменьшается в течение первых двух лет жизни.

Средостение подразделяется:

- **на переднее:**
 - передний отдел (от заднего края грудины до переднего контура сердца и брахиоцефальных сосудов;
 - средний отдел (сердце, восходящая аорта, дуга аорты, трахея, ВПВ, брахиоцефальные и легочные сосуды);
- **на заднее:**
 - пространство за сердцем и трахеей (нисходящая аорта, пищевод, непарная вена, вегетативные ганглии и нервы, грудной лимфатический проток).
- **верхнее и нижнее средостение** (разделяется условной горизонтальной линией, проведенной через бифуркацию трахеи).

Основные причины изменения положения (смещения) средостения:

Давление со стороны	Подтягивание на сторону поражения
---------------------	-----------------------------------

поражения	
<ul style="list-style-type: none"> – напряженный пневмоторакс; – плевральный выпот; – диафрагмальная грыжа; – асимметричная эмфизема 	<ul style="list-style-type: none"> – ателектаз или предшествующая лобэктомия; – плевральные спайки; – односторонняя гипоплазия легкого (редко)

Верхнее средостение (границы: верхняя апертура грудной клетки и линия, проведенная между углом грудины и межпозвонковым диском ThIV-ThV):

- вилочковая железа или замещающая её клетчатка,
- правая и левая плечеголовые вены,
- внеперикардальная часть верхней полой вены,
- дуга аорты и отходящие от неё ветви,
- трахея,
- верхняя часть пищевода,
- грудной лимфатический проток,
- симпатические стволы,
- блуждающие нервы,
- диафрагмальные нервы,
- нервные сплетения органов и сосудов

Нижнее средостение (вверху – верхний край перикарда, внизу – диафрагма) делится на передний, средний и задний отделы.

Переднее, среднее и заднее средостение

Переднее средостение (спереди – грудина, перикард, сзади – плечеголовые сосуды):

- вилочковая железа,
- передние медиастинальные лимфатические узлы,
- внутренние грудные артерии и вены.

Среднее (центральное) средостение:

- сердце,
- восходящий отдел аорты, дуга аорты,
- верхняя и нижняя полые вены,
- плечеголовые сосуды,
- диафрагмальные нервы,
- трахея, главные бронхи и их регионарные лимфоузлы,
- легочные артерии и легочные вены.

Заднее средостение (передняя граница – перикард и трахея, задняя – позвоночник):

- грудная часть нисходящей аорты,
- пищевод,
- блуждающие нервы,
- грудной лимфатический проток,
- непарная и полунепарная вены,
- задние медиастинальные лимфатические узлы.

Образования средостения и их типичная локализация

Верхний отдел переднего средостения:

- внутригрудной зоб,
- патология щитовидной и паращитовидной желез,
- патология вилочковой железы (иногда).

Средняя часть переднего средостения:

- лимфомы,
- герминогенные опухоли,
- тимомы.

Нижняя часть переднего средостения:

- кисты перикарда,
- медиастинальные «липомы».

Среднее средостение:

- увеличенные лимфатические узлы,
- новообразование бронха,
- аневризма дуги аорты,
- кисты перикарда,
- расположенные здесь варианты расположения сосудов.

Заднее средостение:

- Нейрогенные новообразования (нейрофибромы, ганглионейробластомы),
- грыжи диафрагмы,
- энтерогенные кисты,
- абсцесс средостения
- воспалительные изменения в позвоночнике,
- метастазы в позвоночник.

Методы визуализации структур средостения:

Рентгенография органов грудной клетки,
КТ,
МСКТ,
МРТ,

УЗИ.

Рентгенография органов грудной клетки – первичный метод визуализации при:

- клиническом подозрении на болезни легких или средостения,
- при травме грудной клетки и политравме,
- при онкологических заболеваниях.

Рентгенография позволяет:

- выявить в большинстве случаев (но не отвергнуть!) патологические изменения;
- отнести их к легким, корням, средостению, плевре, грудной стенке;

Ограничения рентгенографии:

- на прямой рентгенограмме трудно разделить составные части средостения, отдельные структуры прикрыты сердцем или тенью диафрагмы;

суммационный эффект (наложение теневой картины множественных патологических образований) затрудняет оценку каждого из них.

Рентгенологические критерии, позволяющие определить принадлежность объемных образований к средостению (в прямой проекции):

- если образование широким основанием прилежит к тени средостения и не «отводится» от него при многопроекционном осмотре, то 95% "За" принадлежность данного образования к средостению;
- если мысленно продолжить контуры патологического образования до формы круга или овала и окажется, что центр этого круга будет в средостении, то 40-45% "За" принадлежность данного образования к средостению;
- если при переходе контуров патологического образования на срединную тень образуются тупые углы, то 42-45% "За" принадлежность данного образования к средостению;
- если длинник патологического образования проецируется на средостение, то больше данных за то, что данное образование относится к средостению.

КТ (возможности, показания):

- нет суперпозиции структур, расположенных на разной глубине (в пределах выделенного слоя);
- возможность получения изображений в аксиальной плоскости (КТ позволяют получить срезы толщиной от 2 до 8 мм);
- хороший тканевой контраст (позволяет дифференцировать ткани, имеющие разницу в плотности $\geq 0,5\%$), возможность отличить солидное образование от жидкостного;

- возможность получения изображения в любой плоскости;

МСКТ. В последнее время используется компьютерная томография высокого разрешения, что важно для диагностики мелких деталей. МСКТ дает возможность быстрого проведения исследования, введения контраста, что позволяет получать изображения сосудов, диагностировать экстренную патологию (ТЭЛА, диссекцию аорты и другие патологические процессы). Возможности постпроцессинговой обработки значительно расширило возможности диагностики.

Показания к МСКТ:

- выявление изменений, скрытых плевральным экссудатом,
- 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.

МРТ

МРТ в основном используется для визуализации 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 принять за тромбы изменение сигнала, обусловленное изменением скорости кровотока.

МРТ (возможности, показания):

Исследование длительное. Используется :

- при диагностике онкологических заболеваний с прорастанием в грудную стенку,
- при опухолевой инвазии в средостение, в крупные сосуды,
- при диагностике патологии средостения,
- при диагностике некоторой врожденной патологии,

Преимущества МРТ при патологии средостения:

- неинвазивность исследования

- хорошая визуализация анатомических структур средостения
- визуализация паракардиальных областей
- визуализация перидиафрагмальной области
- многоплоскостное исследование
- качественная и количественная оценка потоков
- отсутствие ионизирующего излучения

Методы УЗИ

УЗИ при заболеваниях органов грудной клетки применяется при поиске малых количеств жидкости в плевральных полостях и в клетчатке средостения

В большинстве случаев ультразвуковое исследование органов грудной средостения носит вторичный характер по отношению к традиционной рентгенологии. Существенные преимущества эхография имеет как метод контроля при выполнении ряда малоинвазивных вмешательств.

Методика исследования состоит в полипозиционном серошкальном сканировании (В-сканирование) с использованием существующих акустических окон, сканирование с использованием Допплера для изучения кровотока. Ограничения исследования органов грудной клетки связаны с невозможностью адекватного звукопроведения пневматизированной тканью легкого, сложностью выведения глубоких отделов.

Радионуклидные методы

Сцинтиграфия помогает уточнить некоторые вопросы, исключить или доказать патологию, относящуюся к аномально расположенной щитовидной или паращитовидной железам. Радиоизотопная сцинтиграфия легких позволяет исследовать и измерять показатели перфузии и легочного кровотока. Метод эффективен при врожденных стенозах легочных артерий, при тромбоэмболиях легочных артерий. Сцинтиграфии с ^{67}Ga применяется для оценки стадии рака легкого, вторичных поражениях лимфоузлов средостения.

Выбор метода визуализации зависит от конкретной ситуации, обусловлен потребностью дать ответы на вопросы, поставленные клиницистом и продиктованные клиническими проявлениями, возможностью использования того или другого метода, наличия его на вооружении.

КТ (возможности, показания):

Средостение – комплекс органов, расположенных между правой и левой плевральными полостями. Средостение ограничено грудиной (спереди) и позвоночником (сзади). Органы средостения окружены жировой клетчаткой. По бокам от средостения расположены плевральные полости. Вверху средостение простирается до верхней апертуры грудной клетки, внизу – до диафрагмы.

Верхнее средостение (границы: верхняя апертура грудной клетки и линия, проведённая между углом грудины и межпозвонковым диском ThIV-ThV):

- вилочковая железа или замещающая её клетчатка,
- правая и левая плечеголовые вены,
- внеперикардальная часть верхней полой вены,
- дуга аорты и отходящие от неё ветви,
- трахея,
- верхняя часть пищевода,
- грудной лимфатический проток,
- симпатические стволы,
- блуждающие нервы,
- диафрагмальные нервы,
- нервные сплетения органов и сосудов

Нижнее средостение (вверху – верхний край перикарда, внизу – диафрагма) делится на передний, средний и задний отделы.

Переднее, среднее и заднее средостение

Переднее средостение (спереди – грудина, перикард, сзади – плечеголовые сосуды):

- вилочковая железа,
- передние медиастинальные лимфатические узлы,
- внутренние грудные артерии и вены.

Среднее (центральное) средостение:

- сердце,
- восходящий отдел аорты, дуга аорты,
- верхняя и нижняя полые вены,
- плечеголовые сосуды,
- диафрагмальные нервы,
- трахея, главные бронхи и их регионарные лимфоузлы,
- легочные артерии и легочные вены.

Заднее средостение (передняя граница – перикард и трахея, задняя – позвоночник):

- грудная часть нисходящей аорты,
- пищевод,
- блуждающие нервы,
- грудной лимфатический проток,
- непарная и полунепарная вены,
- задние медиастинальные лимфатические узлы.

Методы визуализации структур средостения

КТ (возможности, показания):

- нет суперпозиции структур, расположенных на разной глубине (в пределах выделенного слоя);
- возможность получения изображений в аксиальной плоскости (КТ позволяют получить срезы толщиной от 2 до 8 мм);
- хороший тканевой контраст (позволяет дифференцировать ткани, имеющие разницу в плотности $\geq 0,5\%$), возможность отличить солидное образование от жидкостного;
- возможность получения изображения в любой плоскости;
- возможность диагностировать тромбоэмболию легочной артерии на МСКТ с болюсным введением контраста.

МРТ (возможности, показания):

- при диагностике онкологических заболеваний с прорастанием в грудную стенку,
- при опухолевой инвазии в средостение, в крупные сосуды,
- при диагностике патологии средостения,
- в диагностике тромбоэмболии легочной артерии (при наличии противопоказаний для введения рентгеноконтрастных средств при МСКТ).

Алгоритмы лучевого обследования при патологии органов дыхания и средостения.

Острая боль в грудной клетке внесердечной локализации.

Обзорная рентгенограмма грудной клетки

МСКТ (при подозрении на ТЭЛА)

Контралатерограмма на выдохе (при подозрении на малый пневмоторакс)

Прицеленный снимок кости (при подозрении на патологию кости) или отсроченный (перелом?)

Контрастное исследование пищевода (медиастинит?)

Сцинтиграфия скелета

Аномалии развития.

Обзорная рентгенограмма грудной клетки

МСКТ

Линейная томография (при подозрении на тератодермоиды средостения)

Бронхография (подозрение на аномалии бронхов), редко используется
Ангиопульмонография (подозрение на сосудистые мальформации)
MPT (дифференциация опухолевых образований от сосудистых)

Воспалительные заболевания.

Обзорная рентгенограмма грудной клетки
Линейная томография (подозрение на распад)
Латерография или УЗД (поиск плеврального экссудата,
МСКТ (при недостаточности информации)

Рак лёгкого.

Обзорная рентгенограмма грудной клетки
Линейная томография (уточнение структуры опухоли, состояние
главных бронхов, выявление поражения лимфоузлов)
МСКТ (уточнение объёма опухоли, состояния лимфоузлов,
исключение инвазии на окружающие структуры)

Острая одышка.

Обзорная рентгенограмма грудной клетки
Функциональная рентгенография с пробой Вальсальвы (подозрение на
альвеолит)
Отсроченный снимок через 3-4 дня (подозрение на ТЭЛА)
МСКТ

Хронический кашель.

Обзорная рентгенограмма грудной клетки
Функциональная рентгенография по Соколову (уточнение стадии
процесса)
МСКТ (оценка состояния главных бронхов, поиск эмфизематозных
участков)

ХОБЛ

Функциональная рентгенография по Соколову (определение
вентиляционной способности лёгких)
Бронхография или МСКТ (при подозрении на бронхоэктазы)

Альвеолиты.

Функциональная рентгенография с пробой Вальсальвы
Контралатерография с пробой Вальсальвы (уточнение состояния
интерстиция, поиск очагов диссеминации)
МСКТ с функциональными пробами

Тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА)

МСКТ с контрастированием
Исследование в динамике для исключения инфаркта легкого.

