

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 «Лучевая анатомия и методы лучевого исследования грудной клетки у  
взрослых».

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 органов грудной клетки;
- формирование у студентов знаний о лучевой семиотике наиболее распространенных заболеваний человека и принципах органно-комплексного применения методов лучевой диагностики при заболеваниях органов грудной клетки );
- 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 нормы и правила в диагностическом процессе;
- уметь применять основные модели взаимодействия врача и пациента;

**Задачи:**

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

**В результате проведения учебного занятия студент должен знать:**

- лучевую анатомии и лучевую семиотику заболеваний органов грудной клетки;
- принципы органно-комплексного применения методов лучевой диагностики при заболеваниях органов грудной клетки;

– 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 органов грудной клетки;
- подготавливать пациента к лучевому исследованию при заболеваниях органов грудной клетки;
- интерпретировать результаты лучевого исследования при заболеваниях органов грудной клетки;
- оказать первую помощь при острых побочных реакциях на введение контрастных веществ.

**владеть:**

- навыками выбора метода визуализации при заболеваниях органов грудной клетки;
- навыками подготовки пациентов к лучевым исследованиям при заболеваниях органов грудной клетки;
- навыками интерпретации результатов лучевого исследования и, при необходимости, построения схемы дообследования при заболеваниях органов грудной клетки;
- 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. Рентгеноанатомия органов дыхания.
2. КТ-анатомия легких
3. МРТ анатомия грудной клетки, методики исследования, возможности использования МРТ в пульмонологии.
4. Ультразвуковая анатомия грудной клетки, методика ультразвукового исследования.

5. Возможности каждого метода исследования в пульмонологии.
6. Схема описания рентгенограмм и МСКТ органов грудной клетки.
7. На какие вопросы должен ответить врач лучевой диагностики при проведении исследования органов грудной клетки?

## **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**

Рентгеноанатомия грудной клетки, верхних дыхательных путей и легких у взрослых, методики рентгенологического исследования. КТ-анатомия грудной клетки, методики исследования. МРТ-анатомия грудной клетки, методики исследования. Ультразвуковая анатомия грудной клетки, методика ультразвукового исследования.

Методы визуализации легких.

Выбор метода визуализации (методы первого и второго ряда). Особенности выбора метода визуализации и интерпретации данных лучевых исследований органов грудной клетки при COVID-19.

### **Доли легких и их проекция на рентгенограмме**

Междолевая плевра тонка и не дает самостоятельного рентгеновского изображения (при заболеваниях легких междолевые границы она также не часто видна), поэтому границы долей легких на рентгенограммах проводят условно.

#### **На задне-переднем снимке:**

- проводят косую линию от Th IV-V до переднего отрезка шестого ребра справа и от Th III-IV до переднего отрезка шестого ребра слева – косая междолевая щель;
- в правом легочном поле по нижнему краю переднего отрезка IV ребра проводят еще одну горизонтальную линию – линию соответствующую горизонтальной междолевой щели.

#### **На боковом снимке:**

- находят самую высокую точку купола диафрагмы;
- от указанной точки (как в правом, так и в левом легочном полях) через тень середины корня (точнее — через просвет главного бронха) проводят прямую линию до пересечения ее с изображением позвоночника (эта линия примерно соответствует косой междолевой щели);
- в правом легочном поле дополнительно от просвета главного бронха проводят горизонтальную линию (эта линия примерно соответствует горизонтальной междолевой щели)

## Лёгочные сегменты

**Сегмент лёгкого** – участок лёгкого, входящий в состав доли и вентилируемый постоянным сегментарным бронхом, снабжённый соответствующей ветвью лёгочной артерии. По форме сегмент лёгкого напоминает неправильный усечённый конус, вершина которого обращена к корню лёгкого, а основание, покрытое висцеральной плеврой, – к поверхности лёгкого.

Разделение лёгких на сегменты необходимо для определения месторасположения очаговых изменений в лёгочной ткани.

<b>Правое лёгкое</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– <b>Верхняя доля:</b><ul style="list-style-type: none"><li>○ верхушечный (S1);</li><li>○ задний (S2);</li><li>○ передний (S3).</li></ul></li><li>– <b>Средняя доля:</b><ul style="list-style-type: none"><li>○ латеральный (S4);</li><li>○ медиальный (S5).</li></ul></li><li>– <b>Нижняя доля:</b><ul style="list-style-type: none"><li>○ верхний (S6);</li><li>○ медиобазальный (S7);</li><li>○ переднебазальный (S8);</li><li>○ латеробазальный (S9);</li><li>○ заднебазальный (S10)</li></ul></li></ul>	<b>Левое лёгкое</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– <b>Верхняя доля:</b><ul style="list-style-type: none"><li>○ верхушечно-задний (S1+2);</li><li>○ передний (S3);</li><li>○ верхний язычковый (S4);</li><li>○ нижний язычковый (S5).</li></ul></li><li>– <b>Нижняя доля:</b><ul style="list-style-type: none"><li>○ верхний (S6);</li><li>○ переднебазальный (S8);</li><li>○ латеробазальный (S9);</li><li>○ заднебазальный (S10).</li></ul></li></ul>
---	---

**Корни легких** – совокупность определенным образом расположенных анатомических элементов: легочной артерии, легочной вены, бронхов, нервов, клетчатки, плевры, лимфатических сосудов и лимфатических узлов (трахеобронхиальных, бифуркационных, бронхопульмональных и узлов вокруг крупных сосудов). Строение и функция их аналогичны периферическим лимфатическим узлам. Они легко реагируют на внедрение инфекции.

### В тени корня легкого условно выделяют:

- головку (образуется тенями артерий и вен, осуществляющих кровообращение в верхней доле легкого);

- тело (образуется тенями крупных артериальных ветвей легочной артерии, а также пересекающими их тенями верхней и нижней легочных вен);
- хвост (образуется тенями в основном ствола легочной артерии, питающей среднюю и нижнюю доли легких, а также крупными легочными венами).

#### **Корни легких в прямой проекции (в норме)**

- тени корней должны быть вогнутыми;
- граница правого корня — между передними отрезками II и IV ребер;
- левый корень (полностью виден только у 3-5% пациентов) выше правого на одно межреберье (примерно на 1см);
- оба корня должны иметь одинаковую по интенсивности тень (тень корней неоднородна: в ней можно различить тени отдельных крупных артерий и бронхов);
- тень правой нижнедолевой легочной артерии должна быть: < 16 мм (жен.); < 18 мм (муж.).

**Легочный рисунок** – теневое отображение на легочных полях сосудов артериальной и венозной систем и, отчасти, ортоградных проекций бронхов 3-го и 4-го порядков.

### **Методы визуализации легких**

**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.

#### **Флюорография.**

Это метод массовых проверочных рентгенологических исследований легких, применяемый с целью выявления скрыто текущих заболеваний. В настоящее время плёночная флюорография активно заменяется на цифровую флюорографию, которая имеет ряд преимуществ: меньшая себестоимость, меньшая лучевая нагрузка (в 5-10 раз в сравнении с плёночной), удобство архивирования, экономичность, возможность проведения дистанционных консультаций.

#### **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 скрадываться 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.

### **Анализ рентгенограмм (этапы):**

- оценка проекции (например, передне-задняя, задне-передняя, задне-передняя в латеропозиции, правая боковая, левая боковая)
- оценка качества снимка (см. выше)
- оценка грудной стенки (скелет, мягкие ткани);
- оценка контуров плевры;
- оценка диафрагмы;
- оценка средостения;
- оценка корней легких;

- оценка паренхимы легких;
- инородные тела.

### **Линейная томография.**

Метод получения снимков отдельных слоев легких. В настоящее время линейная томография активно вытесняется компьютерной томографией.

### **Бронхография.**

Рентгенологический метод визуализации бронхов с помощью контрастных препаратов. Применяется при подозрении на аномалии развития бронхов (стенозы, бронхоэктазы, муковисцидоз), при хроническом бронхите в случае подозрения на формирование бронхоэктазов. В настоящее время для поиска бронхоэктазов более эффективна компьютерная томография, поэтому метод уходит в историю.

### **Ангиопульмонография.**

Метод контрастного изучения сосудов легких, применяется при аномалиях развития сосудов легких (АВА – артериовенозные аневризмы, гипоплазия легочной артерии, варикоз вен лёгкого).

**МСКТ-** метод второй очереди. Применяется, если диагноз после рентгенографии не ясен. Обеспечивает информацию, недостижимую другими методами. КТ-анатомия соответствует нормальной анатомии грудной клетки, только КТ более четко определяет локализацию, особенности анатомического строения, дает возможность получить аксиальные срезы разной толщины на разных уровнях. В последнее время используется компьютерная томография высокого разрешения, что важно для диагностики мелких деталей. Быстрое проведение КТ исследования с введением контраста дало возможность получать изображения сосудов, диагностировать экстренную патологию (ТЭЛА, диссекцию аорты и другие патологические процессы). Возможности постпроцессинговой обработки значительно расширили возможности диагностики.

#### **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 для изучения легочной паренхимы ограничено. 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 .

### **Методы УЗИ**

УЗИ при заболеваниях органов грудной клетки применяется при поиске малых количеств жидкости в плевральных полостях и в клетчатке средостения, при выявлении объемных и жидкостных образований в кортикальных отделах лёгких, причем чувствительность метода очень велика - можно выявить жидкость уже от 15-20 мл. Метод эффективен и при дифференциальной диагностике заболеваний структур грудной стенки (плевра, ребра, мышцы).

В большинстве случаев ультразвуковое исследование органов грудной клетки и 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. Ограничения исследования органов грудной клетки связаны с невозможностью адекватного звукопроведения пневматизированной тканью легкого, сложностью выведения глубоких отделов.

### **Радионуклидные методы.**

**Сцинтиграфия легких.** 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  $^{67}\text{Ga}$  применяется для оценки стадии рака легкого.

### **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.*