

**Методы диагностики
заболеваний органов дыхания,
связанных с воздействием
производственных факторов.
Методы визуализации**

Общий алгоритм диагностики при респираторных заболеваниях

- 1. Анамнез и физикальное обследование
 - Профмаршрут
 - СГХ
 - Объективное обследование

- 2. Функциональные методы исследования
 - Исследование вентиляционной функции
 - Исследование вентиляционно-перфузионных отношений
 - Измерение газов артериальной крови

- 3. Методы визуализации
 - Рентгенография
 - КТ
 - МРТ и прочие

- 4. Инвазивные вмешательства
 - ФБС
 - БАЛ
 - Торакоскопия и прочие

- 5. Прочие
 - Нагрузочные тесты
 - КВВ
 - Микробиологическая диагностика

Методы лучевой диагностики

- (синоним – методы визуализации)
- играют ключевую роль в выявлении, определении характера и распространенности патологического процесса органов дыхания, а также в оценке эффективности лечения.

Лучевая диагностика

– медицинская специальность,
предметом изучения которой являются
диагностические изображения
внутренней структуры органов и тканей,
получаемые при использовании
различных видов излучений

Методы лучевой диагностики

1. Традиционное рентгенологическое исследование (Ro)
2. Компьютерная томография (КТ)
3. Магнитно-резонансная томография (МРТ)
4. Ультразвуковая диагностика (УЗД)
5. Радионуклидная диагностика (РНД), в т. ч. позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)

Роль лучевых методов диагностики в клинике

Методы	В мире (по данным ВОЗ)	В РФ
РДИ	40%	42% с КТ
РНД	1%	3,6%
УЗД	50%	47%
КТ	3%	
МРТ	2%	7,4%
ангио-, маммография, остеоденситометрия	4%	

1. Пленочная рентгенография

- Наиболее частая Ro процедура вообще и ОГК – в частности.
- Показание: любое подозрение на патологический процесс в легких, средостении, плевральной полости или грудной стенке + оценка динамики

Методика чтения
рентгенограммы органов
грудной клетки

Что мы хотим?

1. Оценить качество
2. Увидеть патологию (зная норму)
3. Описать патологию
4. Дать заключение

1. Качество снимка

От чего оно зависит?

- 1.1. От установки больного
- 1.2. От длины луча
- 1.3. От наличия/отсутствия артефактов

1.1. Правильная установка больного

- Стоя (если сидя или лежа, то необходимо это указать на пленке)
- Руки на поясе
- Подбородок на подставке
- Плечи опущены
- Локти вперед
- Глубокий вдох

Критерии правильной установки больного:

- Ключицы на одном уровне
- Лопатки вне легочных полей
- Позвоночник прямой и прикрыт тенью сердца

1.2. Длина луча

Определяет жесткость снимка

Критерии жесткости снимка

- Снимок средней жесткости – видны 3-4 грудных позвонка
- Снимок жесткий – видны все позвонки
- Снимок мягкий – не видны позвонки

1.3. Наличие/отсутствие артефактов

Их быть не должно!

2. Понятие нормы рентгенограммы ОГК

Что сюда входит?

- 2.1. Кости
- 2.2. Средостение
- 2.3. Диафрагма
- 2.4. Корни
- 2.5. Легочной рисунок
- 2.6. Лимфатические узлы

2.1. Кости

- Ключицы – расположены симметрично
- Лопатки – отведены и поэтому вне тени легких
- Позвоночник – ровный
- Ребра

2.2. Средостение

- 2/3 расположено слева,
- 1/3 расположена справа.
- Правая граница: в норме правый контур позвоночника должен быть прикрыт сердцем на 0,5-1 см.
- Левая граница: медиальнее перпендикуляра, опущенного из точки пересечения 1 ребра и ключицы.

2.3. Диафрагма

- Должны быть видны два купола.
- Правый купол выше (за счет печени).
- Под левым куполом газовый пузырь.
- Проекция диафрагмы - по VI ребру (справа по верхнему краю ребра, слева по нижнему).
- Контуры четкие и ровные, синусы свободные.

2.4. Корни

- состоят из сосудов и бронхов.
- В норме головку и тело корня составляют тень легочной артерии и промежуточный бронх, а хвост корня – легочная вена.

Различают 4 характеристики корня:

1. **Локализация:** от II ребра до IV межреберья (справа) или IV ребра (слева). Головка корня в месте прикрепления II ребра, тело на III ребре, хвост в III-IV межреберье.
2. **Форма:** вогнутая. Невогнутый корень описывается как деформированный.
3. **Размер (ширина):** 2-2,5 см.
4. **Структурность** ($A=B$ или $1,5A=1B$). Отсутствие просвета бронха описывается как неструктурность.

2.5. Рисунок

- У здорового человека прослеживается в обоих легочных полях.
- Представлен прямыми или дугообразными разветвляющимися полосками, кружками и овалами, что является теневым отображением ветвей легочной артерии, находящихся под разными углами к направлению рентгеновского луча.
- В норме гармоничный, с древовидным ветвлением, постепенным истончением элементов к периферии, ровностью и четкостью контуров всех элементов
- Отсутствует в кортикальной зоне легких шириной около 1,5 см.

Нормальный легочной рисунок



Варианты изменения рисунка:

- Усиление (доходит до периферии),
- Обеднение (при эмфиземе легких),
- Деформация (изменение нормального вида рисунка),
- Обогащение (появление необычных элементов).

Усиление легочного рисунка

- увеличение числа и калибра его элементов в единице площади легочного поля.

Причины:

- артериальное полнокровие (врожденные пороки сердца со сбросом крови слева направо: дефекты перегородок сердца, открытый артериальный проток),
- застойное полнокровие (митральный стеноз; ХЛС: синдром Эйлера-Лилиестранда)
- отек или воспаление межуточной ткани легких.

Обеднение легочного рисунка

- уменьшение числа и калибра элементов в единице площади легочного поля.

Основные причины:

- увеличение объема и пневматизации легких при эмфиземе или клапанном стенозе бронха
- артериальное малокровие легких при стенозе, агенезии и ТЭЛА

Деформация легочного рисунка

- Изменение нормального хода и нормальной формы его элементов.
- Как правило сочетается с усилением рисунка.
- Может иметь сетчатый, тяжистый, ячеистый, сотовый и смешанный вид.
- Наиболее часто наблюдается при диффузном пневмосклерозе различной этиологии.

Бронхоэктатическая болезнь



Обогащение рисунка

- Появление несвойственных норме дополнительных линейных, полосовидных, трубчатых, кольцевидных теней.
- Линейные и полосовидные тени - вены и лимфатические сосуды, фиброзные тяжи и рубцы, плевральные спайки.
- Трубчатые и кольцевидные тени - бронхи с уплотненными стенками.

- Любые изменения легочного рисунка сочетаются с изменением корней легких в виде их смещения, уменьшения, расширения, потери структурности.

Локализация изменений рисунка

- Кровеносные сосуды (изменение кровенаполнения, нарушение кровотока, **поражение стенок сосудов**)
- Лимфатические сосуды (застой, **лимфангит**)
- Бронхи (фиброз: ХОБЛ, старение)
- Строма (ХОБЛ, ИЗЛ)
- Сочетанные изменения

Типы патологических изменений альвеолярной стенки

- Воспалительный (утолщение стенок: инфильтрация, отек)
- Фибротический (утолщение стенок: фиброз)
- Легочная деструкция («сотовое легкое»)

2.6. Лимфатические узлы

В норме не видны.

Описание патологии

- Мы можем видеть всего 2 вещи: либо затенение, либо просветление.
Затенение – это жидкость, инфильтрат, инородное тело, новообразование.
Просветление – это эмфизема, полость, пневмоторакс.
- Патология описывается по правилу «почифора инрикос + д»

2. Компьютерная томография (КТ)

- Пошаговая
- Спиральная
- Многослойная
- Высокого разрешения

Цель:

оценка паренхиматозных изменений

Рентгеновская компьютерная томография легких и средостения (КТ)

- метод послойного рентгенологического обследования, основанный на компьютерной реконструкции изображений, получаемых при круговом сканировании объекта узким пучком рентгеновского излучения.
- логическое развитие обычной рентгеновской томографии в эпоху компьютеризации.
- В «легочном» режиме на томограммах четко определяется расположение междолевых щелей и межсегментарных перегородок, состояние главных, долевых и сегментарных бронхов, различных калибров легочных сосудов.
- При исследовании средостения на фоне жировой клетчатки видны трахея, сердце, восходящая и нисходящая части аорты, верхняя полая вена, отделы общего ствола и крупных ветвей легочной артерии, а также внутригрудные лимфатические узлы.
- Специальной подготовки не требуется.

- Альтернативными методами медицинской интроскопии, применяемыми в диагностике заболеваний легких, являются магнитно-резонансная томография (МРТ) и ультразвуковое исследование (УЗИ).

3. Магнитно-резонансная томография (МРТ)

- Метод исследования структур органов и тканей организма с использованием эффекта ядерно-магнитного резонанса (магнитного притяжения на водородные протоны, содержащиеся в человеческом теле).
- Пациент располагается внутри магнитного поля, которое выстраивает водородные протоны, продуцируя сеть электромагнитных векторов. Затем магнит разрушает это построение электромагнитными импульсами длительностью в несколько мсек. При возврате протонов к первоначальной конфигурации они высвобождают ЭМ сигнал, который улавливается и передается на компьютер. После нескольких повторений информация обрабатывается математически и превращается в изображение поперечного среза.
- Дифференцировка тканей основывается не на разности плотностей, а зависит от: числа протонов, гетерогенностях внутри магнитного поля, различий в релаксации возбужденных протонов в разных тканях, а также типа ЭМ импульсов.

Недостатки МРТ (1)

- Грудная клетка является наиболее сложной областью человеческого тела для получения изображения при МРТ.
- Только 10-20% легочной паренхимы составляют плотные ткани и кровеносные сосуды, содержащие небольшое число протонов, способных генерировать сигнал.
- Огромное количество воздухоносных пространств создает выраженную гетерогенность за счет локального магнитного поля.
- Поэтому пространственное разрешение метода, снижающееся от указанных факторов и двигательных артефактов от сердца и дыхания, в большинстве случаев уступает компьютерной томографии.

Недостатки МРТ (2)

- Длительное время исследования
- Артефакты (зависит от поведения пациента)
- Противопоказания (металлические импланты и инородные тела, водители ритма, клаустрофобия)

MPT в пульмонологии

- MPT создает наибольшую контрастность между тканями, что позволяет лучше оценить, например, распространение рака легкого в средостение и на грудную стенку.
- MPT отображает ток крови без использования внутривенного контраста.
- Благодаря более качественному изображению анатомии сосудов и формированию многомерного изображения MPT является лучшим способом диагностики врожденных сердечно-сосудистых аномалий, разрывов аорты и аневризм у стабильных пациентов, выявления связи образований средостения или корня легкого с центральными сосудистыми структурами.

Достоинства МРТ

- Большой диапазон параметров для оценки тканевых структур
- Визуализация сосудов без введения контрастного вещества
- Отсутствие ионизирующего излучения

4. УЗД в пульмонологии

- При ультразвуковом сканировании получают информацию о состоянии плевры, плевральной полости, субплевральных зон легочной ткани.
- Если имеется необходимость уточнения наличия малого количества выпота в плевральной полости, не выявляемого при обычном рентгенологическом исследовании, и определения его характера, лучше применять УЗИ.

5. Радионуклидная диагностика

- раздел медицинской радиологии, в котором изучения функций организма и обмена веществ в норме и при патологии для диагностики заболеваний проводится с использованием радиофармпрепаратов (РФП).
- широко применяется в таких областях медицины, как кардиология, онкология, неврология, нефрология, эндокринология, педиатрия.

Радионуклидная диагностическая система включает:

- источник излучения (РФП),
- объект исследования,
- регистрирующую излучение систему
- врача-радиолога.

РФП – химическое соединение, в состав которого входит радиоактивный изотоп.

- Все РФП в зависимости от периода полураспада ($T_{1/2}$) радиоактивного изотопа принято классифицировать на долгоживущие ($T_{1/2}$ более десятка дней — $\text{NaH}^{32}\text{PO}_4$), среднеживущие ($T_{1/2}$ несколько дней — Na^{131}I), короткоживущие ($T_{1/2}$ несколько часов — $^{99\text{m}}\text{Tc}$) и ультракороткоживущие ($T_{1/2}$ несколько минут — ^{18}F).
- Самые дешевые и имеющие большой период полураспада (среднеживущие) — РФП, полученные в ядерном реакторе.
- Такие РФП можно развозить на значительные расстояния в отдаленные ОРНД. Так и происходило в 60–70-е годы. Однако эти РФП создавали на организм человека довольно большие лучевые нагрузки, и развитие РНД пошло по пути использования коротко- и ультракороткоживущих РФП.

Сцинтиграфия

- получение изображения органов и тканей по регистрации на гамма-камере излучения инкорпорированных в теле человека РФП.
- позволяет изучать быстропротекающие процессы распределения РФП, вводимых в организм.
- Динамическая С.: изучение функционального состояния органа
- Статическая С.: морфофункциональное состояние (наличие участков пониженной или повышенной фиксации РФП).
- Сцинтиграфия сегодня используется как планарное (плоскостное) исследование, однофотонная эмиссионная (ОФЭКТ) и позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ).

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)

- Трехмерный визуализирующий лучевой метод исследования, основанный на способности радиоактивного изотопа накапливаться в тканях, обладающих высокой метаболической активностью.
- Наиболее часто используемым изотопом является 2-дезоксидезокси-2-[фтор-18]-фторо-D-глюкоза (18-ФДГ), аналог глюкозы, в котором гидроксильная группа замещена фтором-18 (период полураспада 110 минут). Также могут использоваться кислород-15 (период полураспада 2 минуты), азот-13 (период полураспада 10 минут) и углерод-11 (период полураспада 20 минут).

- Позволяет изучать на молекулярном уровне биохимические процессы организма в томографическом режиме.
- Позволяет выявлять опухолевые очаги и количественно оценивать их активность.
- Принцип функциональной визуализации опухолей отличает ПЭТ от анатомо-топографических методов лучевой диагностики (УЗИ, КТ и МРТ), которые оценивают динамику опухолевых субстратов по изменению их размеров и структуры.

