

# МЕТОДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ БОЛЕЗНЕЙ ЛЕГКИХ У ВЗРОСЛЫХ

Э.В.Галкина, А.В.Горбунов

*Тамбовский Государственный Технический Университет, Тамбов, Россия*

Современную медицину – прежде всего, диагностику, – невозможно представить себе без визуализирующих методов обследования. Они, прежде всего, оценивают контраст между воздушной легочной тканью и ее патологическими уплотнениями, что позволяет выявить и охарактеризовать большинство поражений.

Методы медицинской визуализации, несмотря на различные способы получения изображения, отражают макроструктуру и анатомо-топографические особенности органов дыхания. Все методы медицинской визуализации способны давать дискретную информацию об объеме органа. Сочетанный анализ их данных дает возможность повысить чувствительность и специфичность каждого из них, перейти от вероятностного к более точному диагнозу [1].

Каждый двумерный (пиксел) элемент изображения легких представляет собой отражение определенного объема. Вводится относительная единица – *внесосудистая вода легких (ВСВЛ)*. Большинство методов медицинской визуализации (кроме позитронно-эмиссионной томографии, ПЭТ), применяемые для количественной оценки содержимого ВСВЛ, не позволяют оценить количество ВСВЛ самой по себе, а дают информацию об общем содержании или общей концентрации воды (то есть как внутрисосудистой, так и внесосудистой воды). Ни один из этих методов не позволяет отделить внесосудистую от внутрисосудистой воды. В какой-то степени все эти методы специфичны, однако они не позволяют дифференцировать, что это - отечная жидкость, кровь или лейкоциты.

Диагностика многих недугов бронхолегочной системы основывается на рентгенографии, рентгеновской компьютерной томографии (РКТ), ультразвуковом исследовании (УЗИ), магнитно-резонансной томографии (МРТ) грудной клетки, рентгеноскопии, бронхографии и радионуклидных методах диагностики. Рентгенография и РКТ - наиболее часто применяемые методы медицинской визуализации при патологии органов дыхания.

## ***Рентгенография***

*Рентгенография* - получение готового изображения какой-либо части тела с помощью рентгеновского излучения на чувствительном материале.



**Рис. 1. Рентгенограмма грудной клетки: инфильтрат неоднородной структуры с нечеткими контурами, клиника острой пневмонии**

Традиционная *рентгенография* грудной клетки остается основным методом первичного обследования органов грудной клетки. Данный метод является общепризнанным и применяется, чтобы узнать, есть ли у данного пациента отек легких, или нет, описать общее распределение воды в легких и попытаться выявить причину возникновения отека легких. Широкое применение рентгенографии обусловлено небольшой лучевой нагрузкой на пациента и низкой стоимостью исследования по сравнению с другими методами при достаточно высокой информативности, хотя точность диагностики отека легких и обнаружения его причин (то есть определение количества ВСВЛ) значительно ограничена режимами выполнения рентгеновского снимка и описанием (так как это не поддается стандартизации, особенно в условиях отделения интенсивной терапии). Приборы с цифровой обработкой изображения на порядок снизили дозу облучения, повысив качество изображения, которое стало возможным подвергать компьютерной обработке, хранить в памяти. Отпала необходимость в рентгеновской пленке, архивах. Появилась возможность передачи изображения по кабельным сетям, обработка на мониторе.

## **Рентгеноскопия**

*Рентгеноскопия легких* - получение рентгеновского изображения на экране, которое позволяет врачу исследовать органы в процессе их работы - дыхательные движения диафрагмы, сокращение сердца, работу желудка и т.д.



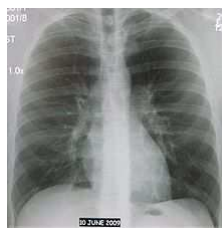
**Рис. 2. Рентгеноскопия легких**

Рентгеноскопия применяется для дифференциальной диагностики жидкости в плевральной полости и старых плевральных наслоений, изучения дыхательной функции легких при подозрении на небольшую опухоль бронха, при выполнении прицельных рентгеновских снимков для оценки тонкой внутренней макроструктуры очага, особенно при его пристеночной локализации [1].

Недостаток метода - значительная лучевая нагрузка на пациента, которая зависит от ряда факторов: типа аппарата, опыта врача-рентгенолога, тяжести состояния пациента. Для снижения лучевых нагрузок на пациента и персонал необходимо использование рентгенодиагностических аппаратов, оборудованных цифровыми усилителями рентгеновского изображения. Абсолютное показание для рентгеноскопии - изучение вентиляции легких при подозрении на малую опухоль бронха по данным обзорной рентгенографии. Рентгеноскопия для определения жидкости вытесняется ультразвуковым сканированием, для изучения тонкой структуры - РКТ.

## **Флюорография**

*Флюорография* - фотографирование рентгеновского изображения с экрана, осуществляемое с помощью специальных приспособлений. Применяется при массовых обследованиях различных органов, чаще легких.



**Рис. 3. Флюорография легких**

Флюорография как вид исследования стала поистине революционной, т.к. впитала в себя на начальном этапе многие преимущества рентгеноскопии и рентгенографии, а именно:

- 1) Скорость исследования;
- 2) Относительно низкие затраты на одного пациента;
- 3) Средние лучевые нагрузки на пациентов (больше, чем при рентгенографии, но меньше, чем при рентгеноскопии);
- 4) Возможность хранения архивов (проявленных пленок).

В настоящее время, в основном, используются флюорографы с ПЗС (прибор с зарядовой связью) детектором. Для врача главным достоинством цифрового флюорографа с ПЗС является привычность работы, т.е. выполнение снимка ничем не будет отличаться от процедуры работы на пленочном флюорографе. Только получение изображения существенно упрощается, поскольку картинка практически мгновенно появляется на экране монитора. К достоинствам таких систем можно отнести:

- 1) малое время экспозиции (сотые доли секунды);
- 2) снижение дозы облучения пациента в несколько раз в сравнении с самыми современными пленочными моделями.

В настоящее время постоянно проводятся профилактические флюорографические исследования у населения в выявлении недугов легких. Метод не оправдал себя в ранней диагностике рака легкого - затраты огромны, а результаты в обнаружении опухолей I-II стадии минимальны, тем не менее метод эффективен в распознавании туберкулеза органов дыхания и на сегодняшний день его следует применять у групп населения в регионах, неблагополучных по туберкулезной инфекции.

## **Компьютерная рентгеновская томография**

*Рентгеновская компьютерная томография (РКТ)* - объемная реконструкция представления о бронхолегочной системе в режиме виртуальной реальности.

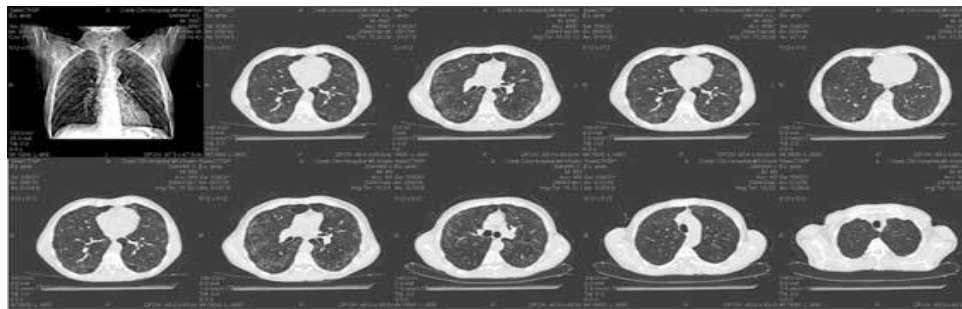


Рис. 4. РКТ легких

Главными преимуществами использования РКТ перед рентгенографией являются большая разрешающая способность, возможность количественной оценки плотности легочной ткани и естественно, более точное определение причины отека легких.

Тонкие срезы органов грудной клетки, компьютерная обработка информации, выполнение исследования в сжатые сроки (10-20 секунд) устраняют артефакты, связанные с дыханием, передаточной пульсацией и т.д., а возможность контрастного усиления позволяет значительно улучшить качество РКТ-изображения на аппаратах последних поколений. РКТ имеет немаловажное значение в определении возможной причины тяжелого течения пневмонии: впервые выявляет различные аномалии развития легкого (кистозные изменения, гипоплазия доли и т.д.), которые ранее не были распознаны. Относительный недостаток РКТ - высокая стоимость исследования по сравнению с обычными рентгеновскими методами. Это ограничивает широкое применение РКТ. Абсолютными показаниями для РКТ грудной клетки являются [1]:

- 1) спонтанные *пневмотораксы* (скопление воздуха или газа в плевральной полости) неясной этиологии;
- 2) опухоли плевры, плевральные наслоения;
- 3) уточнение природы и распространенности очаговой патологии легких;
- 4) изучение состояния лимфатических узлов в *средостении* (анатомическое пространство средних отделов грудной полости, ограниченное грудиной спереди и позвоночником сзади), корнях легких;
- 5) объемные образования в средостении;
- 6) изучение тонкой макроструктуры легких при хронических процессах.

К сожалению, это исследование невозможно выполнить в отделении интенсивной терапии и оно сопровождается довольно большой лучевой нагрузкой.

#### ***Ультразвуковое исследование***

*УЗИ* – исследование органов и тканей организма с помощью отраженных УЗ-волн от поверхности раздела сред с различными акустическими свойствами.

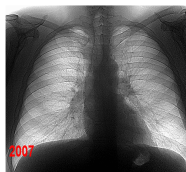


Рис. 5. УЗИ легких

УЗИ легких прочно вошло в повседневную практику. Показания к использованию метода определяют данные рентгенографии. Абсолютными являются: наличие жидкости в плевральной полости; расположенные пристеночно, над диафрагмой образования в легких; необходимость уточнения состояния лимфатических узлов по ходу крупных сосудов средостения, надключичных и подмышечных [4].

УЗИ органов брюшной полости, щитовидной и молочной желез в значительной мере облегчает понимание природы очаговых изменений в легких и лимфоузлах. При раке легкого УЗИ - метод выбора в уточнении распространения опухоли на плевральные листки, грудную стенку. УЗИ - золотой стандарт в диагностике изменений кистозного характера, малоинвазивного лечения кист перикарда, средостения и другой локализации. Метод следует шире использовать в педиатрии для мониторинга пневмоний.

#### ***Бронхография***

*Бронхография* - анализ визуальной информации о бронхах, *бронхоскопия* – введение через фиброскоп контрастных веществ для визуализации просвета бронхов.



Рис. 6. Бронхография

Тактика и методика выполнения бронхографии коренным образом изменились с внедрением бронхоскопии. Катетеризация одного из главных бронхов с введением масляных контрастных веществ ушла в прошлое. Оптимально совмещать бронхоскопию с бронхографией через фиброскоп с введением 20 мл 76 процентов урографина, верографина или др. водорастворимого контрастного вещества. При этом контрастное вещество прицельно вводится в долевого или сегментарный бронх зоны интереса. Низкая вязкость водорастворимых веществ обеспечивает их проникновение вплоть до бронхиол. Контрастные вещества всасываются через слизистую бронха, в течение 5-10 с., исчезая из его просвета. Этого времени достаточно для выполнения рентгеновского снимка и визуализации макроструктуры бронхов изучаемой области. Сочетанный анализ визуальной и другой информации, полученной в процессе бронхоскопии с бронхографией, повышает чувствительность, точность и специфичность методик.

### ***Магнитно-резонансная томография***

*МРТ* – исследование, при котором человек находится в камере магнитно-резонансного томографа и подвергается воздействию переменного (электромагнитного) или постоянного магнитного поля, при этом возникает феномен "ядерно-магнитного резонанса", так как атомы водорода поглощают и испускают энергию в зависимости от магнитного поля. Эту энергию можно зарегистрировать с помощью усилителей, расположенных определенным образом, в результате чего возникает сигнал различной интенсивности в зависимости от напряжения магнитного поля и его частоты. Этот параметр может использоваться для оценки содержания воды в легких [3].

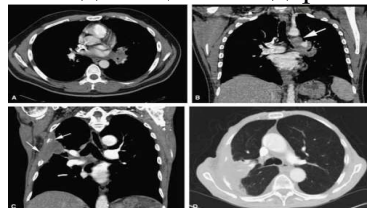


Рис. 7. МРТ легких

К достоинствам МРТ относится четкая дифференциация сосудистых и тканевых структур, жидкости, возможность уточнения свойств опухолей в процессе контрастного усиления, прорастание их в сосуды, смежные органы. Обнадеживают данные о визуализации патологических изменений в лимфоидной ткани, тем не менее, такие недостатки метода как отсутствие визуализации бронхо-альвеолярной ткани, длительность исследования (от 40 мин и более), клаустрофобия у 30-50 процентов пациентов, более высокая, чем у РКТ, стоимость сдерживают использование МРТ в пульмонологической практике. Абсолютные показания к МРТ - подозрение на сосудистый генез патологических изменений в легких, изменения в средостении, жидкость содержащие очаговые изменения (кисты различного генеза, опухоли плевры, плевриты неясного генеза).

Соответственно, можно сказать, что метод МРТ продолжает развиваться. Важным преимуществом МРТ при оценке содержания воды в легких является отсутствие ионизирующего излучения, а, следовательно - лучевой нагрузки. Однако, это - очень дорогой метод, и даже при отсутствии такой технической проблемы, как артефакты движения от миокарда, этот метод очень сложно применять у больных в критическом состоянии - передвижные томографы пока существуют только в виде экспериментальных экземпляров.

### ***Позитронно-эмиссионная томография***

*Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)* – метод исследования содержания воды в легких. Исследование проводят следующим образом: определенный объем стерильной воды метится изотопом, испускающим позитроны, например, кислородом-15, затем эту воду вводят внутривенно. После этого следует подождать 3-4 минуты, пока меченая кислородом-15 воды не войдет в равновесие с водой тканей, затем определяется активность изотопа в легочной ткани. Если сканирование позволяет одновременно определить активность препарата в крови, то получается изображение - карта

количественного регионарного распределения воды в легких. Метод также обладает исключительной чувствительностью: с помощью ПЭТ можно обнаружить даже 1 мл лишней внесосудистой воды.



Рис. 8. ПЭТ легких, выявлен рак легкого

Несмотря на эти впечатляющие результаты, ПЭТ является очень дорогим методом и выполнение этого исследования возможно далеко не в каждом лечебном учреждении. При ПЭТ существует ионизирующее излучение, а соответственно, и небольшая лучевая нагрузка. Как при КРТ или МРТ, больного везут к томографу, что для отделения интенсивной терапии представляет сложную задачу.

### ***Электрическая импедансная томография (ЭИТ)***

*Электрическая импедансная томография* – техника получения изображения в срезах тела посредством неинвазивного электрического зондирования, расчетов и алгоритмов реконструкции распределения импеданса (сопротивление различных органов в ответ на электрический ток). Так как разные ткани имеют разный импеданс, можно дифференцировать их изображение, и существует возможность обнаружения физиологических сдвигов.

Воздух и жидкость обладают разными сопротивлениями току электричества через организм. Измерение биоэлектрического импеданса, возникающего в ответ на переменный ток низкой амплитуды дает значение сопротивления, которое может коррелировать с результатами измерения ВСВЛ *гравиметрическим методом* (хим. анализ выделения вещества из исследуемой пробы с добавлением реактива) после коррекции на массу тела. Несомненными преимуществами этого метода являются легкость перемещения аппаратуры, отсутствие лучевой нагрузки и возможность выполнения у постели больного, в том числе и в отделении интенсивной терапии.

### ***Радионуклидные методы – ядерная медицина***

*Радионуклидные методы* – способ визуализации, при котором источник гамма-излучения находится внутри больного. Помимо этого можно сделать радиоактивными вещества, участвующие в биохимических реакциях. Измерение распределения радиоактивности внутри тела пациента является основой визуализации органов, т.е. исследователь получает изображение, соответствующее интенсивности ядерных распадов в теле пациента.

Радионуклидные методы исследования макроструктуры легких в связи с внедрением в клиническую практику РКТ стали применять более избирательно [2].

*Сцинтиграфия* – метод функциональной визуализации, заключающийся во введении в организм радиоактивных изотопов и получения изображения путем испускаемого ими излучения.



Рис. 9. Сцинтиграфия легких

Сцинтиграфические методы полезны при дифференцировании фиброза от активной болезни легкого, подтверждении рецидива в сомнительных случаях, при оценке активности болезни перед трансплантацией легкого. Показание к использованию сцинтиграфии с технецием - подозрение на тромбоэмболию легочной артерии. Сцинтиграфия с галлием - один из способов уточнения природы очагового образования в легких: повышенное накопление радионуклида в очаге в сочетании с данными традиционной рентгенографии, РКТ с высокой степенью вероятности могут указывать на злокачественность образования. Применение радионуклидных исследований в пульмонологии в настоящее время ограничено из-за дороговизны изотопов, трудности их получения, сужения показаний к их применению.

Рассмотрим конкретный пример обследования пациента. Молодой возраст, острое начало. Данные рентгенографии показывают инфильтрацию легочной ткани со стертой клинической картиной, отсутствие реакции плевры ставит вопрос о раке легкого, других патологических процессах. Дальнейшее продвижение к диагнозу возможно путем динамического мониторинга -



периодическим повторением лучевого обследования и сравнения данных с предыдущими. Повторное рентгенологическое исследование у больных острой пневмонией проводится в зависимости от клинического течения болезни. Улучшение клинико-лабораторных показателей под влиянием лечения, быстрое выздоровление дают основание отложить контрольную рентгенографию к выписке пациента. Наоборот, ухудшение клинико-лабораторной картины, отсутствие эффекта от проводимой терапии настоятельно требуют контрольного рентгенологического исследования.

Для уточнения внутренней макроструктуры, оценки состояния лимфатических узлов корней, средостения необходимо проведение РКТ. Данные РКТ уточняют макроструктуру изменений: локализацию, внутреннюю структуру зоны патологических изменений, наличие или отсутствие других изменений. Нозологическая трактовка данных РКТ и рентгенографии возможна у 60-70 процентов пациентов, у остальных выставляется диагностический вероятностный ряд нозологий. РКТ - метод выбора для определения распространенности инфильтрации, уточнения зоны распада легочной ткани. РКТ имеет немаловажное значение в определении возможной причины тяжелого течения пневмонии: впервые выявляет различные аномалии развития легкого (кистозные изменения, гипоплазия доли и т.д.), которые ранее не были распознаны. Последующий диагностический мониторинг этой группы пациентов зависит от течения болезни.

Необходимо решить вопрос о доброкачественности или злокачественности, а также о туберкулезной природе образования (исключить туберкулому). Для диагноста это не просто проблема, так как в большинстве случаев клинико-лабораторные данные болезни либо отсутствуют, либо изменения носят общий характер. Задача облегчается, если имеется анамнез, рентгено- или флюорограммы предшествующих лет и т.д. тем не менее и это не исключает использования дополнительных методов исследования - РКТ, УЗИ, МРТ, сцинтиграфии. РКТ легких необходима для поиска очагов, невидимых на обычной рентгенограмме, что может изменить трактовку диагноза или наведет на мысль о злокачественности процесса с отсевом в легочную ткань, плевру, регионарные лимфоузлы; для уточнения тонкой внутренней макроструктуры очага - мелких полостей распада, кальцинатов, неровных контуров, связи с легочной тканью. Традиционная рентгено- и томография вследствие меньшего разрешения улавливают лишь выраженные изменения размером 1-2 см и более.

Таким образом, из проделанной работы можно сделать вывод о том, что медицинская визуализация располагает широким набором методик для выявления, локализации, уточнения природы патологического очага, динамики его развития. Алгоритм обследования конкретного пациента следует определять диагносту после анализа данных обычной рентгенографии и клинико-лабораторных данных.

## Литература

1. Методы визуализации болезней легких, [http://www.rmj.ru/articles\\_1246.htm](http://www.rmj.ru/articles_1246.htm).
2. Радионуклидные методы, <http://www.medafarm.ru/php/content.php?id=4307>.
3. Магнитно-резонансная томография, <http://mrtscan.narod.ru/art4.htm>.
4. Ультразвуковое исследование легких, <http://zhuravlev.info/modules.php?name>.