

Перспективы развития торакальной радиологии

И.Е. Тюрин

Торакальная радиология включает в себя многочисленные методы визуализации органов грудной полости в различных областях клинической медицины. Традиционное рентгенорадиологическое исследование пациентов с заболеваниями органов дыхания и средостения, общепринятое во второй половине прошлого века, под влиянием технологической революции переросло в торакальную радиологию, использующую практически все современные методы лучевой диагностики, которые широко применяются в пульмонологии, торакальной хирургии, онкологии, фтизиатрии, кардиологии и кардиохирургии, неотложной диагностике, педиатрии и неонатологии. Современные методы визуализации имеют большое значение в клинической практике. Они обеспечивают выявление заболеваний органов дыхания, включая скрининг скрыто протекающих болезней (туберкулез, рак), оценку характера патологических изменений органов дыхания (нозологическая диагностика), определение стадии (фазы, степени активности) развития болезни, уточнение функционального состояния органов дыхания и кровообращения, а также наблюдение в динамике на фоне проводимого лечения.

Традиционное рентгеновское исследование

Обзорная рентгенография легких – основная методика выявления и динамического наблюдения при патологии органов дыхания. У больных с наличием клинических симптомов рентгенография легких служит первоочередным диагностическим тестом.

С внедрением в клиническую практику компьютерной томографии (КТ), а также магнитно-резонансной томографии (МРТ), ультразвукового исследования (УЗИ) и эхокардиографии (ЭхоКГ) большинство специальных рентгеновских методик перестало использоваться либо объем таких исследований значительно уменьшился. Так, практически все методики контрастирования (bronхов, сосудов, плевральной и брюшной полости, средостения и перикарда) представляют сегодня лишь исторический интерес. Вся необходимая информация об этих анатомических структурах может быть получена с помощью современных томографических технологий. Сократилось количество линейных томографий, они выполняются лишь в тех лечебных учреждениях,

где проведение КТ больным с легочной патологией не представляется возможным. Примером могут служить противотуберкулезные учреждения, в которых до сих пор наблюдение за больными туберкулезом осуществляется по данным линейной томографии в силу недостаточного количества компьютерных томографов. Резко сократились показания к рентгеноскопии, она перешла из разряда основных методик рентгеновского исследования легочных больных в категорию специальных методик, проводимых по относительно узким показаниям. Обычно это контроль состояния грудной полости после торакальных операций, выявление жидкости в плевральной полости или проведение инвазивных процедур под контролем рентгеноскопии.

Цифровая рентгенография активно внедряется в практику традиционной рентгенодиагностики, постепенно вытесняя пленочные технологии из повседневной практики [1, 2]. Основными преимуществами цифровой рентгенографии являются:

- более высокая информативность по сравнению с пленочным снимком;
- ускорение процесса получения изображения из-за исключения фотохимической обработки пленки;
- возможность постпроцессорной обработки полученного изображения с помощью компьютерных программ;
- удобство хранения и передачи диагностической информации в цифровом виде.

Системы компьютерной радиографии исторически являются первой разработкой для цифровой рентгенографии. Принцип действия этих систем основан на эффекте фотостимулируемой люминесценции. Такие приборы эффективны в случае модернизации существующих аналоговых рентгеновских аппаратов при относительно небольшом потоке пациентов.

Во второй группе аппаратов используется воспринимающее устройство, состоящее из люминесцентного экрана, оптической системы и ПЗС-матрицы (ПЗС – прибор зарядовой связи). Принцип действия этих приборов аналогичен таковому пленочной флюорографии. Ослабленное рентгеновское излучение попадает на люминесцентный экран, вызывая его свечение. Видимое изображение фокусируется системой линз и проецируется на ПЗС-матрицу, в которой происходит преобразование видимого света в электрические сигналы. В настоящее время этот принцип используется в большинстве отечественных аппаратов для рентгенографии легких (цифровых флюорографах).

Действие третьей группы приборов основано на использовании полноразмерных матриц или плоских пане-

Игорь Евгеньевич Тюрин – профессор, зав. кафедрой лучевой диагностики, лучевой терапии и медицинской физики РМАПО, вед. науч. сотр. отдела лучевой диагностики РОНЦ им. Н.Н. Блохина.

лей. Подобные конструкции представляют собой совокупность множества дискретных детекторов, помещенных в рентгенопрозрачный корпус размером 35×40 см. Каждый из миллионов микроскопических детекторов самостоятельно воспринимает ослабленное рентгеновское излучение, а из совокупности множества сигналов формируется матричное цифровое изображение. Эта технология является сегодня наиболее перспективной, и ее быстрое внедрение в клиническую практику сдерживается лишь относительной дороговизной детекторов. Приборы, в которых используются плоские панели, имеют наиболее высокие технологические характеристики и отличаются высоким качеством изображения органов грудной полости.

Ультразвуковое исследование

Обычно выделяют три основных вида УЗИ органов грудной полости:

1) обычное чрескожное исследование грудной клетки и иногда – прилежащих к ней анатомических структур, например переднего средостения, и патологических объектов;

2) одним из наиболее перспективных методов ультразвуковой диагностики является эндосонография, при которой ультразвуковой датчик небольшого размера на конце эндоскопа вводится в анатомическую полость или трубчатую структуру – трахею и бронхи, аорту, легочную артерию или коронарные сосуды, пищевод, плевральную полость. Эндосонография приобретает всё большее значение в определении стадии рака легкого и оценке новообразований средостения. Метод позволяет выявлять опухолевую инвазию сосудов средостения при чреспищеводном исследовании, глубину прорастания опухоли в стенки трахеи и бронха при чрезбронхиальном исследовании. Особое значение приобретают транстрахеальные и трансбронхиальные пункции патологических образований и лимфатических узлов при эндосонографии;

3) третьим вариантом является ЭхоКГ, которая применяется для изучения сердца и внутрисердечной гемодинамики у больных с легочной патологией.

Наконец, ультразвук является одним из наиболее распространенных способов наведения при выполнении инвазивных процедур под лучевым контролем. Пункции плевральной полости, пристеночных патологических образований, измененных участков грудной стенки, полости перикарда получили в последние годы широкое распространение. Это привело к значительному сокращению показаний для пункционных процедур под контролем рентгеноскопии, в частности плевральных пункций.

Компьютерная томография

Технология спиральной КТ используется в клинической практике с 1990 г. Спиральное сканирование заключается в одновременном выполнении двух действий: непрерывного вращения источника излучения вокруг объекта и непрерывного поступательного движения стола с пациентом через окно гентри. В этом случае траектория пучка рентге-

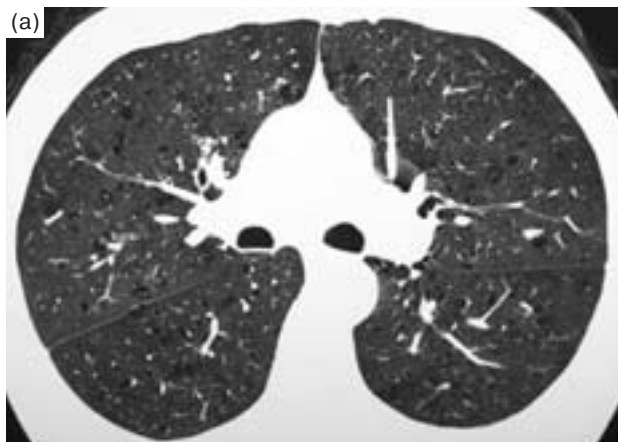
новских лучей, проецируемая на тело пациента, приобретает форму спирали.

В 1999 г. появилась технология **многослойной спиральной КТ (МСКТ)**. Суть данной технологии заключается в том, что при вращении рентгеновской трубки вокруг пациента пучок рентгеновских лучей разделяется на несколько томографических слоев с помощью так называемых многорядных детекторов [3, 15]. Во всех КТ-установках прошлых поколений имелся один ряд детекторов, что позволяло получать 1 томограмму за 1 вращение рентгеновской трубки. В настоящее время разработаны установки, позволяющие получать от 2 до 320 томографических срезов за 1 вращение рентгеновской трубки. Использование МСКТ позволяет реализовать два основных преимущества данной технологии: увеличить скорость сканирования и повысить пространственное разрешение (рис. 1).

С появлением МСКТ время сканирования одной или двух анатомических областей сократилось до 5–15 с. Новые детекторы позволили уменьшить толщину томографических срезов до 0,5–1,5 мм и выявлять патологические изменения размером 1–2 мм. При этом количество получаемых томограмм увеличилось от традиционных 15–25 до нескольких сотен и даже тысяч. Конечный результат исследования может быть представлен не только в виде набора аксиальных томограмм, но и в виде трехмерных интерактивных моделей изучаемой области, раскрывающих мельчайшие детали нормальной и патологической анатомии. Интенсивное развитие получили наиболее трудные для обычной КТ направления, такие как исследования сердца и сосудов (рис. 2), желудочно-кишечного тракта, трехмерное моделирование и виртуальная эндоскопия.

Тем не менее сегодня уже очевидно, что появление в клинической практике МСКТ не является конечным этапом развития метода, скорее наоборот, технологические преобразования последнего десятилетия создали прочный фундамент для дальнейшего его развития. Процесс совершенствования технологии стимулируется не только возрастающими потребностями клиники, но и интенсивным развитием других, параллельных технологий диагностической радиологии, таких как, например, МРТ и позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ).

Ведущие мировые компании, занимающиеся разработкой и производством медицинской техники, предлагают различные варианты технологий будущих аппаратов для КТ. К ним можно отнести: дальнейшее увеличение количества рядов детекторов; использование в качестве детектора рентгеновского излучения так называемых плоских панелей (flat panels), которые сегодня с успехом применяются в цифровых рентгеновских аппаратах; разработку новых алгоритмов реконструкции томограмм. Всё это приводит к появлению новых модификаций КТ, таких как двухэнергетическая КТ, КТ-перфузия легочной ткани, 4D-ангиография, сканирование всего тела при патологии грудной полости, виртуальная эндоскопия и многие другие.



Существенно меняется и традиционная **КТ высокого разрешения** (КТВР). Она представляет собой вариант пошагового сканирования, при котором получают относительно небольшое (20–25) количество аксиальных срезов, отстоящих друг от друга на 10 мм. Эта методика заключается в выполнении трех технологических действий: уменьшении толщины томографического слоя до 1–2 мм, прицельной реконструкции изучаемой части грудной полости и применении специального высокоразрешающего алгоритма построения изображения. Все три действия направлены на максимально возможное повышение пространственной разрешающей способности. Методика предназначена для изучения наиболее тонких изменений легочной ткани на уровне вторичной легочной дольки и ацинусов.

В настоящее время КТВР используется для диагностики интерстициальных заболеваний легких, эмфиземы и бронхоэктазов. Оценка интерстициальных заболеваний легких с помощью КТ позволяет значительно сузить дифференциально-диагностический ряд, объективно высказаться об активности воспалительного процесса, выбрать оптимальное место и вид биопсии в случае ее необходимости. В ряде случаев при использовании КТ удается максимально приблизиться к гистоспецифическому диагнозу, в частности, при саркоидозе, лимфангиолейомиоматозе, гиалиноцитозе, лимфогенном карциноматозе.

Всё более широкое распространение МСКТ приводит к постепенной замене КТВР на спиральное тонкослойное сканирование всего объема грудной полости. Результатом является формирование непрерывного объема проекционных данных, из которого можно создавать серии прилегающих тонких, субмиллиметровых томографических срезов, а затем из них строить двух- и трехмерные преобразования. В настоящее время разрешающая способность КТ в аксиальной плоскости практически не отличается от информативности реформаций в любых других проекциях, что дает возможность полноценного изучения всего объема грудной полости.

Магнитно-резонансная томография

При обследовании больных с патологией органов дыхания МРТ применяется относительно редко. Несомненными

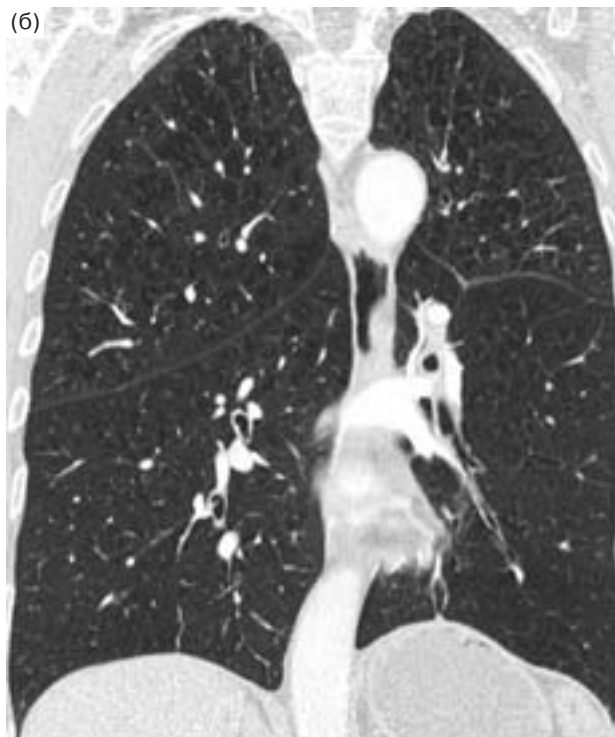


Рис. 1. Эмфизема легких, центриацинарная. МСКТ легких. а – аксиальный срез, б – фронтальная реформация, в – сагиттальная реформация. На аксиальном срезе отчетливо видны мелкие воздушные полости эмфиземы, на реформированных изображениях более точно видно преимущественное распространение изменений в верхних долях легких.

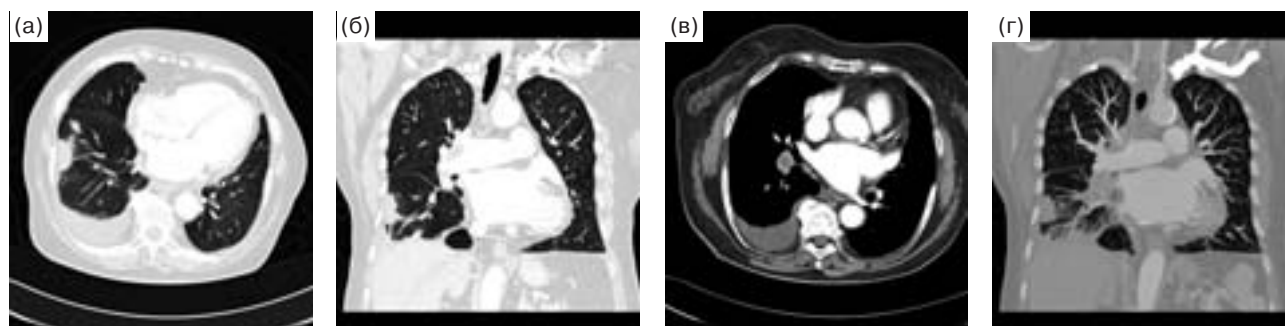


Рис. 2. Тромбоэмболия легочной артерии. МСКТ-ангиография. а – аксиальный срез, б – фронтальная реформация, типичная картина субплеврального инфаркта правого легкого, в – аксиальный срез, КТ-ангиография, нижняя ветвь правой легочной артерии полностью закупорена тромбом, г – проекции максимальной интенсивности (МИП), фронтальная плоскость, хорошо видны взаимоотношения инфаркта легкого и тромбированной ветви правой легочной артерии.

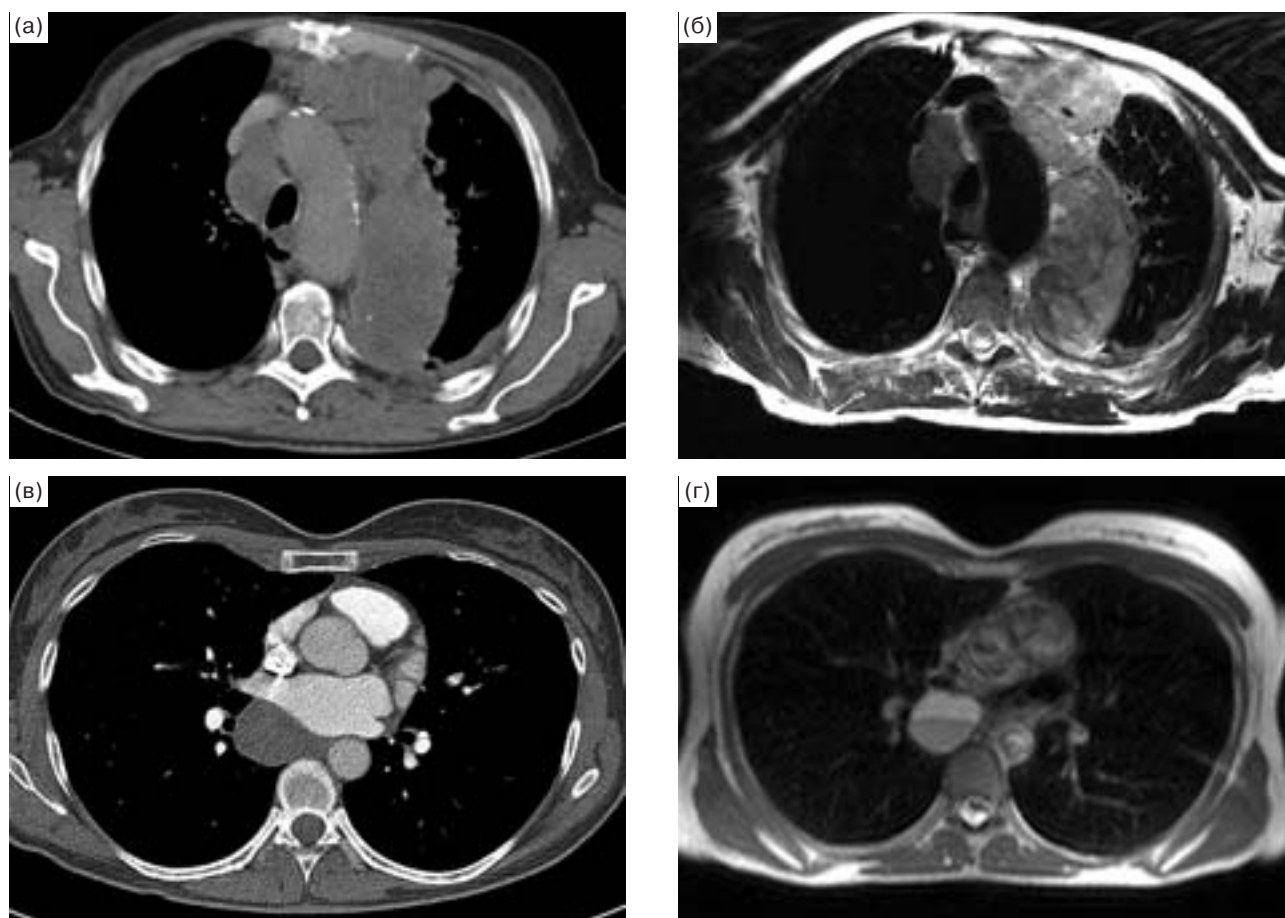


Рис. 3. Значение МР-исследований органов грудной полости. а, б – новообразование верхней доли левого легкого с вращением в средостение (метастазы рака желудка). а – КТ, судить о состоянии крупных сосудов средостения сложно, б – МРТ, отчетливо видны стенки аорты, распространение опухолевых масс вдоль реберной плевры, многоузловой характер опухоли, в – КТ-ангиография, патологическое образование в средостении, расположенное позади левого предсердия, г – МРТ, интенсивный сигнал от патологического образования свидетельствует о его кистозной природе (бронхогенная киста).

преимуществами метода в оценке состояния грудной полости являются: более высокая в сравнении с КТ контрастная (тканевая) чувствительность, возможность визуализации движущейся крови без внутривенного введения контрастного вещества, отсутствие ионизирующего излучения, многопроекционное представление результатов

исследования [5]. В большинстве случаев МР-исследование органов грудной полости выполняется в связи с обнаруженным при рентгеновском исследовании патологическим образованием или при невозможности выполнения КТ, особенно с внутривенным болюсным усилением, по причине отсутствия технических средств, непереносимости йодсо-

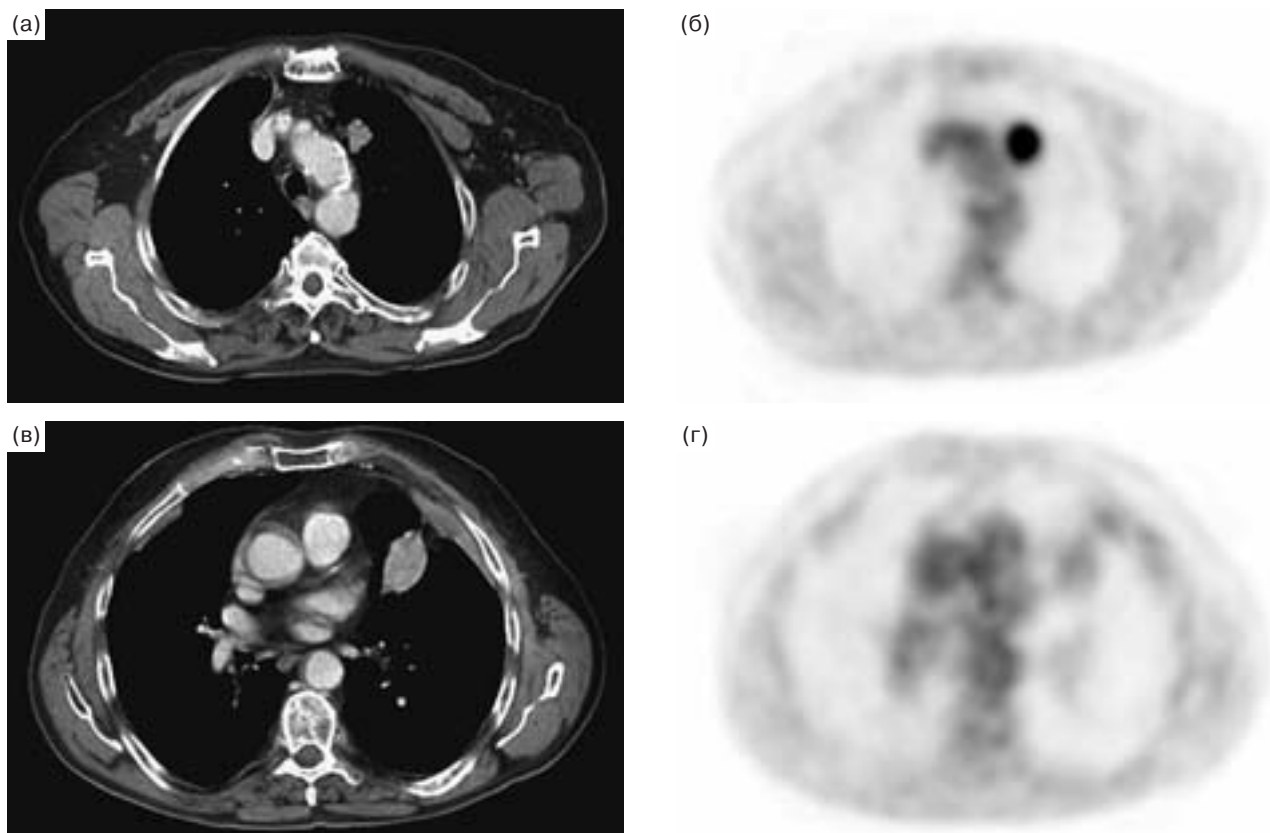


Рис. 4. Значение ПЭТ. а, б – новообразование верхней доли левого легкого (аденокарцинома). При ПЭТ (б) отчетливо видно накопление 18-ФДГ в опухолевом узле. в, г – туберкулема верхней доли левого легкого. При ПЭТ очаг в левом легком не накапливает 18-ФДГ, что свидетельствует о доброкачественной природе процесса.

державших контрастных веществ, радиофибии и др. МР-исследование может быть назначено и после проведения КТ с целью уточнения характера патологических изменений в грудной полости (рис. 3). Типичными примерами являются новообразования средостения, особенно заднего, опухоли верхушки легкого, дифференциальная диагностика новообразования и аневризмы аорты.

Вместе с тем многочисленные исследования показали, что результаты МРТ и КТ с болюсным внутривенным контрастированием в оценке первичной опухоли в легком, новообразований средостения, метастазов в регионарные лимфатические узлы имеют большое сходство. Отмечены некоторые преимущества МРТ в выявлении инвазии опухолевого узла в грудную стенку, разграничении центрально расположенной опухоли и обтурационного пневмонита, оценке лимфатических узлов средостения. Однако эти преимущества не являются общепризнанными, во многом зависят от группы изучаемых больных и технологических характеристик используемого оборудования и относительно редко оказывают существенное влияние на лечебно-диагностический процесс.

В некоторых клиниках показания к проведению МРТ расширяются за счет более частого использования метода при центральном раке легкого и при стадировании злокачественных новообразований. Особенно это касается ситуаций, когда технический уровень КТ не соответствует су-

ществующим стандартам диагностики и стадирования рака легкого.

Позитронно-эмиссионная томография

В торакальной радиологии радионуклидные исследования обычно использовались для изучения легочного кровотока и вентиляции, диагностики медиастинального зоба и поражений лимфатических узлов средостения. Традиционные радионуклидные исследования, сцинтиграфия и однофотонная эмиссионная КТ не являются способами нозологической диагностики конкретных заболеваний органов дыхания. Они проводятся для изучения физиологических процессов, составляющих основу внешнего дыхания: альвеолярной вентиляции, альвеолярно-капиллярной перфузии, капиллярного кровотока (перфузии).

Новое направление в клинической медицине было обозначено в начале 1990-х годов в связи с внедрением в клиническую практику нового метода молекулярной визуализации, названного ПЭТ. Это разработанная еще в середине прошлого века технология регистрации позитронного излучения, возникающего в результате распада изотопов. Сегодня ПЭТ является наиболее эффективным методом разграничения доброкачественных и злокачественных образований любой локализации (рис. 4), а также эффективным методом оценки метаболизма некоторых тканей, в частности миокарда и головного мозга [6–9].

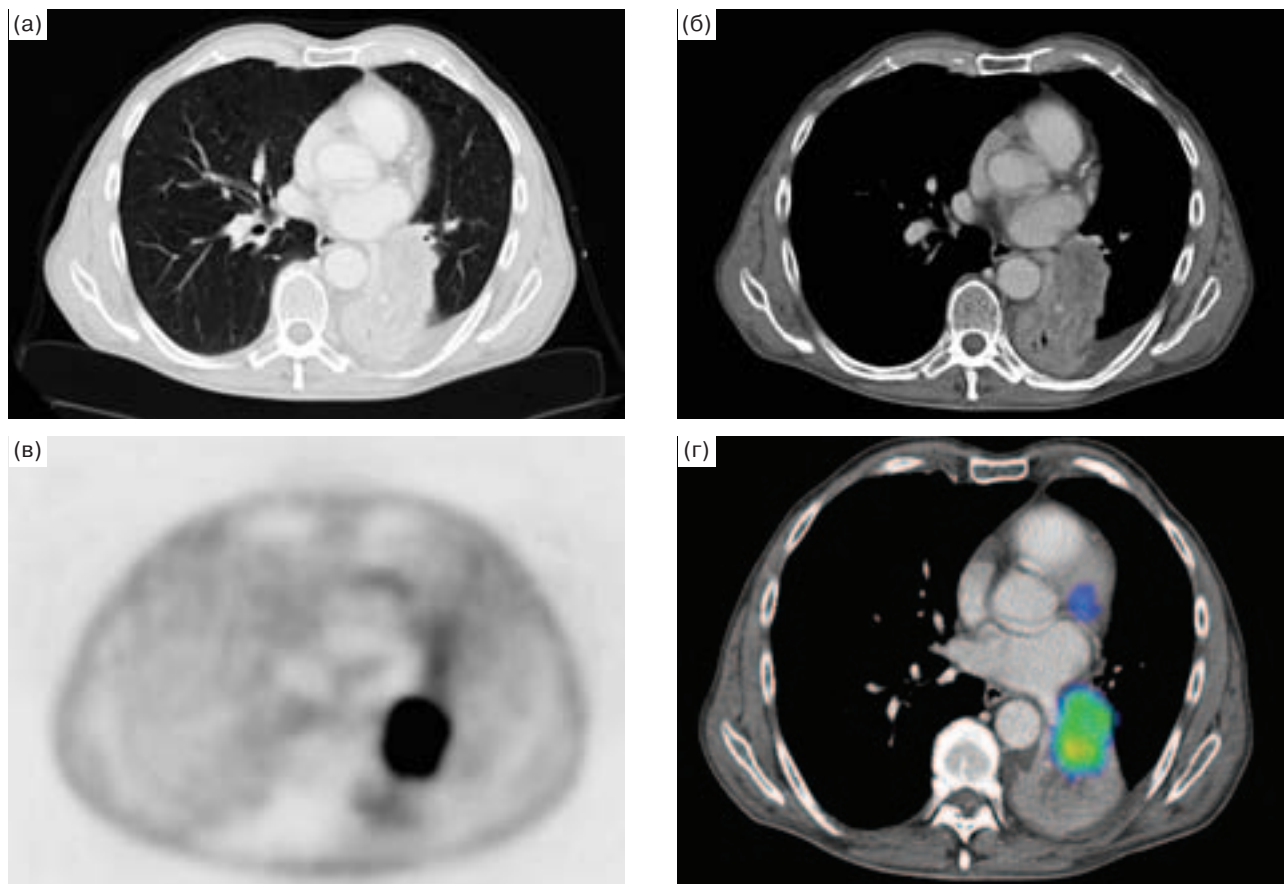


Рис. 5. ПЭТ/КТ. Центральный рак (плоскоклеточный) бронха нижней доли левого легкого, полный ателектаз нижней доли. При КТ-ангиографии (а, б) опухолевый узел практически не отличается от ателектазированной легочной ткани. При ПЭТ (в) опухолевый узел интенсивно накапливает 18-ФДГ. Наложение данных ПЭТ и КТ (г) позволяет точно определить размеры и локализацию опухолевого узла в ателектазе, что имеет большое значение для предстоящей дистанционной лучевой терапии.

Значение ПЭТ постоянно повышается благодаря совершенствованию оборудования и разработке новых радионуклидных препаратов для оценки функционального состояния и метаболизма различных органов и систем. В настоящее время онкология наряду с кардиологией является одной из основных точек приложения этой технологии. Многочисленные исследования, как проспективные, так и ретроспективные, показали, что ПЭТ – один из наиболее эффективных методов выявления опухолевой ткани. Если показатели чувствительности и специфичности КТ и МРТ в выявлении новообразований различной локализации составляют 60–90%, то аналогичные показатели для ПЭТ практически во всех исследованиях превышают 80%. При этом минимальные размеры патологических образований, выявляемых с помощью ПЭТ, составляют 5–7 мм. Основное значение ПЭТ имеет в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных новообразований легких, выявлении первичной опухоли у больных с метастатическим поражением органов грудной полости, оценке распространенности первичной опухоли, при поиске метастазов в регионарных лимфатических узлах и в отдаленных органах. Уникальное значение приобретает технология ПЭТ в оценке эффективности проведенного противоопухо-

левого лечения. Во всех перечисленных клинических ситуациях информативность ПЭТ оказывается выше, чем у традиционных технологий морфологической визуализации.

Основным недостатком ПЭТ, как и большинства других методов ядерной медицины, является трудность точной топической диагностики выявленных патологических образований, невозможность определения взаимоотношений опухоли с окружающими ее органами и тканями. Для этой цели в настоящее время используются КТ и МРТ. Закономерным стало быстрое развитие сочетанных установок ПЭТ/КТ, которые позволяют проводить два исследования практически одновременно с последующим совмещением анатомических КТ-изображений и метаболических ПЭТ-изображений в одну картину (рис. 5). Эффективность такого подхода настолько высока, что в настоящее время все ПЭТ-камеры производятся в сочетании с КТ- или МРТ-установками.

Интервенционные процедуры под лучевым наведением

Интервенционная радиология находится на стыке нескольких направлений клинической медицины: лучевой диагностики, хирургии, ангиологии. При обследовании и ле-

чении больных с патологией органов дыхания и средостения нередко выполняются диагностические и лечебные процедуры, связанные с необходимостью целенаправленного проникновения к тем или иным анатомическим структурам или патологическим участкам внутри грудной полости (рис. 6). Наиболее частыми в практике торакальной хирургии являются трансбронхиальная катетеризация, трансторакальная биопсия легких и плевры, чрескожное дренирование полостей (плевральной полости, абсцессов легких и др.). Эффективность всех этих манипуляций в большой мере зависит от точности «проникновения» в интересующий объект. Наиболее надежно это может быть достигнуто, если данные процедуры выполнять под контролем лучевых методов. Для этих целей могут использоваться рентгеноскопия, УЗИ, КТ или их сочетания.

Скрининг заболеваний органов дыхания

Проверочные **флюорографические исследования** в настоящее время служат основным методом активного выявления скрыто протекающих заболеваний легких. В первую очередь это относится к легочным формам туберкулеза и периферическому раку легкого. На ранних стадиях их развития, когда субъективные и объективные симптомы болезни отсутствуют или выражены незначительно, своевременно выполненное флюорографическое исследование позволяет обнаружить изменения в грудной полости и начать необходимое лечение. Если значение флюорографии в выявлении туберкулеза легких сегодня бесспорно, то эффективность этой технологии для ранней диагностики злокачественных новообразований в грудной полости уже давно подвергается сомнению. Большинство стран отказались от программ скрининга рака легкого, основанных на рентгенографии и тем более на флюорографии. Установлено, что в результате применения таких программ в популяции не происходит значимого снижения смертности от рака легкого.

В связи с этим наибольший интерес вызывают современные исследования по изучению возможностей скрининга бронхогенного рака с помощью **низкодозовой спиральной КТ** [10, 11]. При спиральной КТ появляется возможность выявлять одиночные очаги в легочной ткани, имеющие размеры более 2–3 мм (рис. 7). Для сравнения, при обычной рентгенографии или флюорографии эти размеры превышают 10 мм и обычно составляют 15–30 мм. Современные протоколы сканирования снижают дозу облучения при спиральной КТ до 1–2 мЗв, что сопоставимо с проверочной флюорографией. В многочисленных исследованиях показано, что низкодозовая КТ позволяет выявлять рак легкого у 0,5–2,0% обследованных. Более 80% из этих очагов не видны при рентгенографии и флюорографии. Важно, что у 70–90% пациентов КТ позволяет выявлять рак легкого в I стадии, при этом 5-летняя выживаемость больных повышается до 80%.

Опубликованные в прошлом году данные исследования Национального института рака в США можно считать

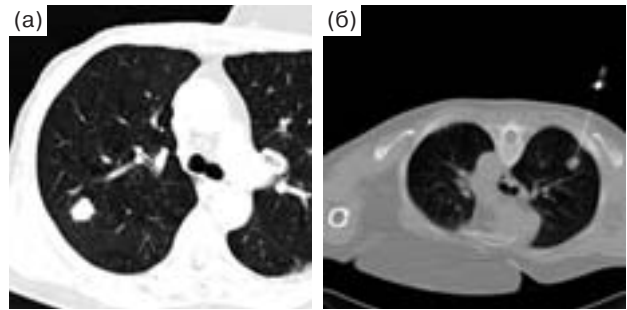


Рис. 6. Трансторакальная пункционная биопсия под контролем КТ. Состояние после радикальной мастэктомии справа, периферическое образование в правом легком необходимо дифференцировать между первичным раком легкого и метастазом рака молочной железы. Пункция периферического новообразования в правом легком под контролем КТ-скопии в положении пациента на животе позволяет получить материал для морфологического исследования в амбулаторных условиях. Выявлен рак легкого (аденокарцинома). а – аксиальный срез, б – режим КТ-скопии.

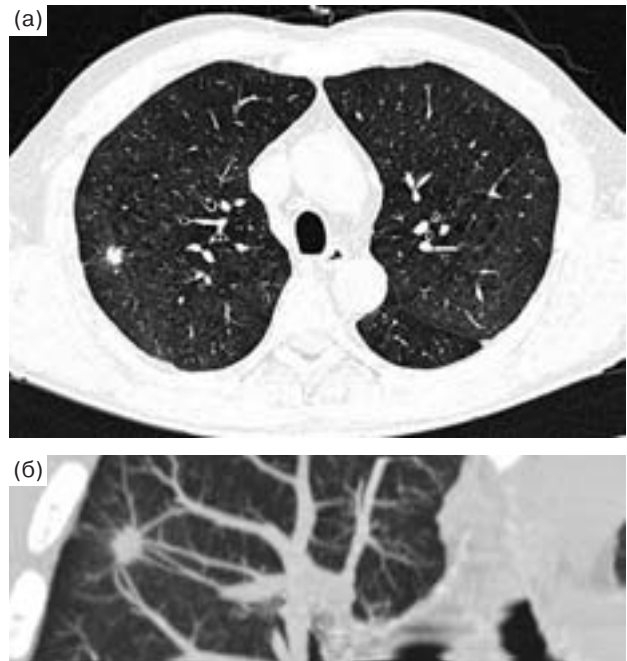


Рис. 7. Скрининг рака легкого. На КТ выявлен одиночный очаг в верхней доле правого легкого размером 8 мм (а – аксиальный срез, б – МИП). При рентгенографии патологические изменения не определяются. Операционный материал – аденокарцинома.

первым достоверным доказательством эффективности скрининга рака легкого. В исследование было включено 53456 пациентов, курящих или куривших сигареты в количестве не менее 1 пачки в день. Всем участникам ежегодно проводился скрининг путем выполнения рентгенографии легких и низкодозовой спиральной КТ. При анализе результатов оказалось, что применение КТ позволило в исследуемой группе достоверно снизить смертность от рака легкого на 20%, а общая смертность в группе скрининга

снизилась на 7%. Это исключительно важный результат, особенно учитывая то, что было проведено всего 3 сеанса скрининга. Материалов данного исследования достаточно, чтобы рекомендовать указанный скрининг абсолютно для всех “заядлых” курильщиков. При регулярном проведении подобных осмотров положительный эффект скрининга может быть еще более выраженным. Однако из-за особенностей дизайна исследования за рамками остался вопрос о целесообразности проведения скрининга для некурящих или “малокурящих”. Учитывая распространенность рака легкого, можно говорить о возможности расширения показаний к скрининговому обследованию. Есть надежда, что в ближайшем будущем эти вопросы подвергнутся столь же детальному анализу.

Тактика лучевого исследования

С возрастанием абсолютного числа технологий, методов и методик лучевой диагностики, с повышением их сложности и – в большинстве случаев – стоимости становится очевидной неэффективность традиционных подходов к организации лучевых исследований органов грудной полости и других анатомических областей.

В середине прошлого века в отечественной рентгено-радиологии сформировался принцип последовательного продвижения от простой методики к более сложной, дорогостоящей или труднодоступной [12, 13]. Этот подход был совершенно оправдан при ограниченном числе обязательных (общих, основных) методик рентгеновского исследования органов грудной полости, таких как рентгеноскопия и рентгенография, и малой доступности специальных высокотехнологических исследований. К последним можно отнести большинство методик контрастирования, например, бронхографию, ангиографию, пневмомедиастинографию и ряд других.

В современных условиях поэтапное выполнение бесконечного числа всё более сложных и дорогих методик приводит не только к существенному удорожанию стоимости процесса диагностики и увеличению его продолжительности, но и к искусственному наращиванию объема проводимых исследований, созданию очередей и надуманного дефицита технологий. В экстренной ситуации пациент в этих условиях может вообще не дожить до начала лечения из-за отсутствия диагноза.

В последние годы всё большее распространение получает принципиально иной подход. Он заключается в выборе наиболее результативных, в том числе и наибо-

лее дорогостоящих, методик или их сочетания для получения максимально быстрого и эффективного результата [14, 15]. На первом этапе осуществляется выявление патологии с помощью методов скрининга (скрыто протекающие болезни) или при обращении пациента к врачу по поводу клинических симптомов болезни. Здесь основное значение имеет обзорная рентгенография, которая иногда может дополняться рентгеноскопией или трансторакальным УЗИ.

В случае выявления патологии или при высокой ее вероятности, но сомнительных данных обзорной рентгенографии пациента следует направлять на КТ. В зависимости от предполагаемой патологии это может быть обычное стандартное исследование, тонкослойная КТ или КТBP, экспираторная КТ, КТ-ангиография и др.

Если результаты КТ не позволяют решить диагностическую задачу или всесторонне охарактеризовать патологический процесс, используют дополнительные методы. Они могут быть направлены на уточнение анатомических особенностей очага (МРТ), морфологической верификации (пункции и биопсии под лучевым наведением), распространенности болезни (ПЭТ/КТ, ПЭТ/МРТ) или функциональной характеристики процесса (радионуклидная диагностика, ПЭТ).

Такой подход позволяет решить большинство диагностических проблем на амбулаторном этапе обследования пациента и в достаточно короткие сроки. Однако реализация этого подхода требует существенного изменения традиционного алгоритма обследования пациента и технической модернизации лечебных учреждений.

Список литературы

1. Siegel E.L., Reiner B.I. // Comput. Med. Imag. Graph. 2003. V. 27. P. 101.
2. Dobbins J.T. III et al. // Radiology. 2003. V. 226. P. 221.
3. Rydberg J. et al. // Radiol. Clin. North Am. 2003. V. 41. P. 465.
4. Lauenstein T.C. et al. // Radiology. 2004. V. 233. P. 139.
5. Hollingworth W. et al. // Clin. Radiol. 2000. V. 55. P. 825.
6. Alavi A. et al. // Radiol. Clin. North Am. 2004. V. 42. P. 983.
7. Kostakoglu L. et al. // RadioGraphics. 2003. V. 23. P. 315.
8. Kumar R. et al. // Radiol. Clin. North Am. 2004. V. 42. P. 1083.
9. Kostakoglu L. et al. // RadioGraphics. 2004. V. 24. P. 1411.
10. Henschke C.I. et al. // Radiology. 2004. V. 231. P. 164.
11. Kramer B.S. et al. // J. Med. Screen. 2011. V. 18. P. 109.
12. Розенштраух Л.С. и др. Рентгенодиагностика заболеваний органов дыхания. М., 1987.
13. Лукомский Г.И. и др. Бронхопульмонология. М., 1982. С. 55–79.
14. MacMahon H. et al. // Radiology. 2005. V. 237. P. 395.
15. Naidich D.P. et al. Computed Tomography and Magnetic Resonance of the Thorax. N.Y., 2007.