

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ОНКОРАДИОЛОГИЯ

И.Е. Тюрин

*Современные технологии
лучевой диагностики
имеют большое значение
в онкологической
практике, обеспечивая
точные и своевременные
данные о наличии и
распространенности
опухолевого процесса.
Принципы диагностики
отдельных нозологических
форм онкологических
заболеваний изложены
в соответствующих
разделах.*

Традиционно лучевая диагностика в онкологии ориентирована на решение ряда основных задач, к которым можно отнести раннее выявление онкологических заболеваний, нозологическую их характеристику, определение стадии опухолевого роста и оценку результатов лечения. В современных условиях можно говорить о формировании определенных направлений диагностической онкорadiологии, которые реализуются на различных этапах оказания онкологической помощи и поэтому связаны не столько с отдельными технологиями, сколько с различными организационными, технологическими и методологическими подходами к визуализации онкологических процессов. Среди основных направлений онкорadiологии можно выделить следующие:

1. Скрининг (доклиническая диагностика) онкологических заболеваний на основе использования различных методов и методик диагностической радиологии.

2. Оценка патологических изменений органов и тканей при использовании неинвазивных технологий диагностической радиологии:

2.1. выявление и дифференциальная диагностика патологических изменений, определение анатомических и функциональных особенностей онкологического процесса;

2.2. определение стадии злокачественных опухолей, включая традиционную оценку распространенности первичной опухоли, метастазов в регионарные лимфатические узлы и отдаленных метастазов;

2.3. оценка результатов хирургического, лекарственного и лучевого лечения, включая как изменения собственно опухолевой ткани, так и возникающие в ходе лечения осложнения или реакции;

2.4. динамическое наблюдение за больными в отдаленные сроки после проведения лечения.

3. интервенционные радиологические процедуры, т.е. малоинвазивные лечебные и диагностические мероприятия под контролем различных лучевых технологий.

Решение каждой из перечисленных задач применительно к конкретному патологическому процессу также требует использования различных технологий диагностической радиологии или их сочетаний.

Во второй половине прошлого века в клинической медицине в целом и в онкологии в частности доминировал принцип последовательного продвижения от наиболее простой диагностической методики к более сложной, дорогостоящей или труднодоступной. Этот подход был оправдан при небольшом числе методик и их ограниченной доступности. Появление в 90-х годах прошлого века так называемых новых технологий, таких как КТ, МРТ, УЗИ, ПЭТ привело к быстрому росту как собственно методик исследования, так и различных их сочетаний в виде разнообразных, часто взаимоисключающих друг друга диагностических алгоритмов. Однако в современных условиях поэтапное выполнение бесконечного числа все более сложных и дорогих методик приводит не только к существенному удорожанию стоимости процесса диагностики, увеличению его продолжительности, но и к искусственному увеличению 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 течение последних лет все большее распространение получает принципиально иной подход. Он заключается в выборе наиболее результативных, в том числе и наиболее дорогостоящих методик или минимального их сочетания для получения максимально быстрого и эффективного результата [1, 2, 3]. Так, внедрение КТ и

МРТ в нейрорадиологию привело к практически полному исчезновению большинства специальных рентгеновских исследований, в том числе и рентгеноконтрастных. Типичным примером нового подхода к диагностике является применение ПЭТ всего тела с последующим КТ или МР исследованием зон поражения для оценки распространенности опухолевого процесса [18, 19].

Скрининг онкологических заболеваний

Скрининг как организационное мероприятие направлен на выявление заболевания у лиц, не имеющих клинических проявлений этого заболевания и, следовательно, не имеющих основания для обращения за медицинской помощью. Проведение массовых лучевых исследований с целью ранней диагностики онкологических заболеваний всегда имело сторонников и противников. Это обусловлено тем, что выявление опухоли в доклинической стадии своего развития далеко не всегда соответствует понятию ранняя диагностика. В настоящее время исследователями сформулированы основные требования к любым программам скрининга онкологических заболеваний, в том числе основанным на лучевых технологиях [4]:

- заболевание должно быть достаточно распространено и иметь большое социальное значение;
- в клинической практике имеется диагностический тест (технология или методика диагностической диагностики), позволяющий надежно выявлять заболевание в доклинической стадии;
- выявленное заболевание может быть излечено с помощью существующих в клинической практике методов;
- скрининг должен приводить к снижению смертности от данного заболевания в обследуемой популяции;
- скрининг должен быть экономически выгоден, т.е. затраты на своевременную диагностику должны быть ниже затрат на лечение больных, обращающихся за медицинской помощью с клиническими симптомами этого заболевания.

Указанные принципы в настоящее время реализованы лишь в одной скрининговой программе, основанной на применении лучевой технологии – скрининг непальпируемого рака молочных желез при маммографии. В отдельных странах программы маммографического скрининга приняты на государственном уровне, во многих странах они имеют общенациональное распространение, но финансируются из негосударственных источников.

Рак молочных желез

Эффективность скрининга рака молочной железы при маммографии сегодня не вызывает сомнений. Известно, что в I стадии заболевания вероятность отдаленных метастазов относительно невелика и составляет не более 10-15%. В связи с этим выявление опухоли в доклинической стадии, при относительно небольших (менее 1 см²) ее размерах, позволяет надеяться на полное излечение большинства больных [4, 5]. Ряд существующих

методик выявления опухолей молочных желез либо недостоверен, например, пальпация при самообследовании, клиническом обследовании, термографии, либо недостаточно изучен, например, МРТ, ПЭТ и ряд других. Так, чувствительность самообследования не превышает 20-26%, клинического обследования – 40-69%.

Чувствительность и специфичность маммографии в выявлении рака молочных желез существенно выше и может достигать 77-95% и 94-97% соответственно, причем это исследование позволяет выявить и непальпируемые опухоли. Наибольший эффект достигается в возрастных группах от 50 до 70 лет. Многочисленные исследования и анализ результатов многолетних скрининговых программ показали, что методически правильное применение маммографических исследований позволяет снизить смертность от рака молочных желез на 25-30%. Важным фактором является экономический эффект скрининга, поскольку выявление рака на первой стадии позволяет существенно, на 30%, снизить затраты на лечение в сравнении с III и IV стадиями.

Основные дискуссии в последние годы разворачиваются вокруг отдельных аспектов этих программ, в частности:

- возрастные границы, в которых целесообразно начинать и заканчивать скрининг, их зависимость от национальных особенностей;
- возможность применения УЗ исследования для оценки непальпируемого рака молочных желез и место этой технологии в первичной и уточняющей диагностике;
- технологические аспекты применения цифровой маммографии, возможность и экономическая целесообразность замены пленочных аппаратов на цифровые;
- значение МР маммографии, в том числе с контрастным усилением, в уточняющей диагностике рака молочной железы.

Следует отметить, что в России маммографический скрининг до настоящего времени не проводится, что связано с отсутствием адекватного финансирования таких программ на федеральном и региональном уровне, нехваткой в большинстве регионов оборудования и квалифицированных кадров, недостаточной организационно-методической проработкой системы скрининга в отечественных условиях.

Наряду с маммографическим скринингом в ряде стран интенсивно развиваются и другие программы доклинической диагностики, в том числе раннее выявление рака легкого при использовании низкодозной спиральной КТ, рака толстой кишки на основе виртуальной КТ или МР колоноскопии и ряд других. Среди них наиболее существенные результаты получены в изучении вопросов ранней диагностики рака легкого.

Рак легкого

Рак легкого является наиболее частой злокачественной опухолью. В обычной клинической практике более 75% больных выявляются в III и IV стадии опухолевого процесса. При этом более 50% всех впервые выявленных

больных погибают в течение первого года, а 5-летняя выживаемость не превышает 15%. В то же время при обнаружении опухоли в I стадии более 80% больных живут более 5 лет [6]. Поскольку в этой стадии новообразования крайне редко сопровождаются отчетливыми клиническими симптомами, их выявление возможно только при рентгеновском исследовании. Известно также, что частота рака легкого зависит от длительности и интенсивности курения, а также от возраста. Это позволяет сформировать строго очерченные группы риска пациентов с высокой вероятностью развития новообразования.

В течение нескольких десятилетий выявление небольших периферических опухолей в легких осуществлялось с помощью обзорной рентгенографии, а в отечественной практике – при проверочных флюорографических исследованиях наряду с выявлением доклинических форм туберкулеза. Проведенные в 70-е и 80-е годы проспективные рандомизированные исследования эффективности скрининга рака легкого с помощью рентгенографии легких в сочетании с цитологическим исследованием мокроты или без него показали, что в группах скрининга повышается выживаемость, снижается стадия заболевания на момент постановки диагноза, увеличивается хирургическая активность [8]. Однако ни в одном из исследований не было показано снижение смертности от рака легкого в группах скрининга по сравнению с контрольными группами больных. Это послужило поводом для отказа в большинстве стран мира от массовых проверочных рентгенографических исследований.

В конце 80-х годов появились первые сообщения о высокой эффективности низкодозной спиральной КТ при выявлении одиночных очаговых образований в легких, не видимых при обычной рентгенографии. Первые исследования, проведенные в Японии на передвижной КТ установке и воспроизведенные затем в США и ряде европейских стран, выявили, что очаговые образования в легких обнаруживаются у 7-10% обследованных, причем у 0,4-1,5% эти очаги представляют собой рак легкого [9]. Более 80% из них относятся к I стадии, причем аналогичная доля очагов не выявляется при рентгенографии. Эти данные послужили основой для проведения ряда крупных научных исследований.

Применение спиральной КТ позволяет уверенно выявлять в легочной ткани очаги, размер которых не превышает 2-5 мм. При этом современные протоколы сканирования снижают дозу облучения до 1,5-2 мЗв, что соответствует 2 или 3 флюорографическим снимкам. Исследование выполняется на одной задержке дыхания, временные затраты на его проведение не превышают 10-15 мин.

Тем не менее, скрининг рака легкого с помощью низкодозной спиральной КТ не стал рутинной практикой ни в одной стране [8]. Основными ограничениями широкого применения метода являются большое количество ложноположительных результатов, относительно высокая стоимость самой технологии, отсутствие убедительных доказательств снижения смертности больных в группах

скрининга в сравнении с контрольными группами или популяцией в целом. С целью обоснования клинической эффективности КТ в скрининге рака легкого в США и в Нидерландах предприняты проспективные рандомизированные многоцентровые исследования, включающие несколько десятков тысяч пациентов из групп риска. Результаты этих исследований позволят более точно высказаться об эффективности данного вида скрининга.

Рак толстой кишки

Рак толстой кишки также является одним из наиболее частых новообразований и обычно занимает 4-е или 5-е место в общей структуре онкологической заболеваемости. Трудности раннего выявления опухолей этой локализации по данным клинического обследования очевидны. Инструментальные методы, прежде всего эндоскопия и рутинная ирригоскопия (ретроградное контрастирование толстой кишки взвесью бария), трудно применимы для массовых проверочных исследований. В связи с этим большой интерес представляют исследования возможностей многослойной спиральной компьютерной КТ и МРТ в выявлении полипов и начальных форм рака толстой кишки. Суть исследования заключается в искусственном раздувании толстой кишки воздухом или углекислым газом с последующим КТ сканированием или сбором данных при МРТ и анализом полученных данных в программах виртуальной колонографии. Наибольшее распространение получили программы КТ колонографии. При этом исследователь с помощью специальной компьютерной программы может продвигаться вдоль внутреннего просвета раздетой кишки в любом направлении и оценивать внутреннюю ее поверхность. Одновременно можно наблюдать органы живота и таза на аксиальных срезах и на реформациях во фронтальной и сагиттальной проекциях.

Результаты первых исследований показали, что чувствительность КТ колонографии в выявлении патологических образований в толстой кишке достигает 90-94%. Преимуществом метода в сравнении с эндоскопией является неинвазивный характер процедуры, возможность изучения кишки в любом направлении, одновременная оценка внутреннего просвета кишки, толщины ее стенки и состояния тканей вокруг нее. К недостаткам относят невозможность взятия биопсии, необходимость исключительно тщательной подготовки кишки к исследованию, лучевую нагрузку при проведении КТ исследования и необходимость современного сканера с возможностью получения более 16 томографических срезов за один оборот трубки. Тем не менее, предложенная методика является весьма перспективной и требует дальнейшего изучения.

Нозологическая диагностика и стадирование

В онкологии, как и во всей клинической практике, различные виды излучений применяются в конкретных организационных, технологических и клинических

условиях. В связи с этим диагностическая радиология разделяется на отдельные технологии или методы:

- традиционное рентгенологическое исследование (РИ);
- ультразвуковая диагностика (УЗД);
- рентгеновская компьютерная томография (КТ);
- магнитнорезонансная томография (МРТ);
- ангиография (АГ);
- радионуклидная диагностика (РНД);
- позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ);
- термография.

Каждая из перечисленных технологий постоянно совершенствуется вследствие быстрого развития компьютерной техники, создания новых материалов и технических решений, внедрения новых программ для регистрации, обработки и архивирования изображений. Наиболее значимые изменения в онкорadiологии происходят в области РКТ и ПЭТ.

Многослойная спиральная КТ (МСКТ) и МРТ

Последним технологическим достижением в компьютерной томографии стало появление аппаратов для многослойной КТ. Многослойная спиральная КТ определила существенный прорыв в клиническом применении всех томографических технологий [11]. 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. Во всех прошлых поколениях КТ установок имелся только один ряд детекторов, что позволяло получать одну томограмму за одно вращение рентгеновской трубки. В настоящее время разработаны установки, позволяющие получать от 2 до 64 томографических срезов за одно вращение рентгеновской трубки.

Использование МСКТ позволяет реализовать два основных преимущества данной технологии: увеличить скорость сканирования и повысить пространственное разрешение. Увеличение скорости сканирования пропорционально количеству рядов детекторов [9]. Так, наличие 4 рядов позволяет сократить время сканирования заданной анатомической области в 8 раз при одинаковой толщине томографического слоя. На практике это означает, что одна анатомическая область, например грудь или живот, может быть исследована за 8-10 с, что значительно меньше возможной задержки дыхания даже для пациентов с выраженной дыхательной недостаточностью. Увеличение скорости сканирования позволило внедрить в клинику одновременное исследование сразу нескольких анатомических областей, например грудь и живот, голова, шея и верхняя половина груди, что имеет большое значение в онкологической практике. Стали возможными исследования конечностей, в том числе длинных трубчатых костей, одного или нескольких отделов позвоночника, что прежде было возможно только при использовании МРТ [12, 13].

Вторым преимуществом МСКТ является уменьшение толщины томографических слоев с целью максимально возможного повышения пространственной разрешающей способности. Если в однослойной КТ обычно использовались срезы толщиной 5-8 мм, то в МСКТ этот параметр уменьшился до 1-3 мм. Патологические образования именно такого размера позволяют выявлять сегодня эта технология. В клинической практике обычно выбирается компромисс между максимально возможной скоростью исследования и минимально возможной в этих условиях толщиной томографического слоя.

Уменьшение толщины томографического слоя имеет еще одно важное следствие. При толщине слоя 0,5-1,25 мм формируются так называемые изотропные изображения. В этом случае матрица томограммы состоит из вокселей, которые имеют равные или почти равные грани (имеют форму куба). Разрешающая способность вдоль аксиальной и продольной плоскости сканирования оказывается равной, что позволяет по окончании сканирования построить информативные двух и трехмерные преобразования исследуемой области.

Внедрение в клиническую практику МСКТ позволило существенно повысить эффективность КТ ангиографических исследований, в основе которых лежит сканирование выбранной анатомической области в момент прохождения по сосудам болюса контрастного вещества. В сочетании с многообразными методами виртуальных преобразований это позволяет изучать внутренний просвет сосудов, выявлять тромбы, оценивать взаимоотношения сосудов с патологическими образованиями. Интенсивно внедряются в онкологическую практику технологии виртуальной эндоскопии, в частности колоноскопии, ангиоскопии, бронхоскопии, эндоскопии околоносовых пазух и др.

Преимуществами МРТ в сравнении с другими методами диагностической радиологии являются неинвазивный характер исследования и его безвредность для пациента вследствие отсутствия лучевой нагрузки [14]. Высокое контрастное разрешение позволяет дифференцировать ткани с минимальными различиями в физических свойствах. Естественный контраст от движущейся крови позволяет проводить МР ангиографию без введения контрастного вещества. Возможность получения изображений в любой плоскости, трехмерный характер получаемых изображений, а также отсутствие артефактов от костных структур, возникающих при КТ исследованиях, способствует детальной характеристике патологических изменений при онкологических заболеваниях.

Быстрое развитие МРТ характеризуется появлением установок с высокой напряженностью магнитного поля (1,5-3,0 Т) и принципиально новым программным обеспечением. Основная тенденция заключается в максимальном сокращении времени сбора сигнала для обеспечения полноценных исследований в течение одной задержки дыхания. Другим направлением развития МРТ является использование усовершенствованных катушек, позволяющих изучать несколько анатомических областей

в течение одного исследования, занимающего 10-15 мин. Наиболее демонстративным в этом плане является МР исследование всего тела, направленное на поиск первичной опухоли или метастатического поражения отдельных органов и тканей.

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)

В установках для ПЭТ исследований используются позитроны, испускаемые короткоживущими радионуклидами [19]. Их синтез происходит в циклотроне, одной из составных частей ПЭТ установки. Позитроны и электроны имеют одинаковую массу, но противоположный заряд. Испускаемый позитрон взаимодействует с ближайшим электроном, что приводит к их взаимному исчезновению. Эта реакция называется аннигиляцией. В результате аннигиляции выделяется два фотона гамма-излучения, заряд каждого из них равен 511 кэВ. Они распространяются в двух взаимно противоположных направлениях и регистрируются специальными детекторами.

Использование ПЭТ позволяет осуществить количественную оценку концентрации радионуклидов и изучить метаболические процессы в живых тканях [15, 16]. Есть несколько элементов, которые участвуют в важных метаболических процессах, например, ^{11}C , ^{13}N , ^{15}O [17]. Однако в онкологической практике наибольшее значение приобрели исследования, основанные на использовании деоксиглюкозы, меченной ^{18}F (^{18}F ФДГ).

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 [18, 19]. Многочисленные исследования, как проспективные, так и ретроспективные, показали, что ПЭТ с ^{18}F ФДГ является одним из наиболее эффективных методов выявления опухолевой ткани. Если показатели чувствительности и специфичности КТ и МРТ в выявлении новообразований различной локализации составляют от 60 до 90%, то аналогичные показатели для ПЭТ практически во всех исследованиях превышают 80% [15, 19]. При этом минимальные размеры патологических образований, выявляемых с помощью ПЭТ, составляют 5-7 мм. Основное значение ПЭТ с ^{18}F ФДГ имеет в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных новообразований, выявлении первичной опухоли у больных с метастатическим поражением различных органов и тканей, определении распространенности первичной опухоли при неизвестных метастазах в регионарных лимфатических узлах и отдаленных органах. Во всех перечисленных клинических ситуациях информативность ПЭТ оказывается выше 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 исследования. Закономерным стало появление сочетанных установок ПЭТ/КТ, которые позволяют провести два исследования практически одновременно, с последующим совмещением анатомических КТ изображений и метаболических ПЭТ изображений в одну картину [20, 21].

Интервенционная радиология

В конце прошлого века сложился и неуклонно расширяется перечень интервенционных вмешательств при онкологических заболеваниях. Интервенционная радиология представляет собой относительно новое направление в медицине, основу которого составляют малоинвазивные хирургические вмешательства, проводимые под лучевым наведением. В этом списке традиционно преобладают чрескатетерные вмешательства на сердце и сосудах (головной мозг, шея, сердце, аорта, конечности, паренхиматозные органы и др.). Сюда входят операции по восстановлению и перекрытию кровотока, созданию соустьев между сосудами и закрытию патологических дефектов между полостями сердца, по установке специальных фильтров для улавливания эмболов, прицельное введение через сосуды медицинских препаратов. Распространенными процедурами в онкорadiологии являются также пункционные вмешательства, восстановление проходимости несосудистых анатомических структур, радиочастотная термоабляция, вертебропластика и ряд других. Все интервенционные процедуры проводятся под контролем одного или нескольких методов лучевой диагностики, например, рентгеноскопии, ультразвука, КТ и МРТ. При этом выбор метода лучевого наведения определяется клинической целесообразностью и доступностью технологии в лечебном учреждении.

Интенсивное развитие получили чрескожные пункционные технологии, направленные на декомпрессию и отведение жидкостей из желчной и мочевыводящей систем при их блокировании опухолью, лимфатическими узлами, рубцами и другими патологическими тканями. Пункционное дренирование послеоперационных гнойных осложнений в грудной и брюшной полостях у онкологических больных, в отличие от традиционной хирургической операции, снижает летальность в 15 раз.

Новые интервенционные технологии используются для восстановления проходимости при стриктурах трубчатых органов и систем (желчные протоки, пищевод, мочеточники, уретра, различные отделы желудка и кишечника). Эти операции могут носить характер разовых пособий (дилатация) с последующим удалением инструмента и постоянно действующих имплантированных специальных протезов, так называемых стентов.

Весьма перспективным является направление по восстановлению функции позвоночника при компрессионном (кифозопластика) и опухолевом (вертебропластика)

поражении тел позвонков. Эти операции выполняются чрескожным пункционным доступом под контролем рентгеноскопии, КТ или КТ-скопии. Паллиативные процедуры направлены на улучшение качества жизни онкологических больных при метастатическом поражении позвонков. Предотвращение компрессионного перелома позволяет сохранить двигательную активность больных и устранить болевой синдром, возникающий при сдавлении спинного мозга и его корешков.

В последние годы широкое распространение получило селективное термическое воздействие на опухоль (термоабляция), проводимое под лучевым наведением (УЗ, КТ). Радиотермоабляция используется для лечения онкологических пациентов с ограниченным и распро-

страненным опухолевым процессом. Противоопухолевому термическому воздействию подвергаются опухоли печени, легких, почек, костей, молочной железы, и этот список будет увеличиваться. Результаты термоабляции опухолей печени до 3 см в диаметре соответствуют результатам хирургического лечения и дают 40% 5-летнюю выживаемость.

Таким образом, современные технологии лучевой диагностики имеют большое значение в онкологической практике, обеспечивая точные и своевременные данные о наличии и распространенности опухолевого процесса. Принципы диагностики отдельных нозологических форм онкологических заболеваний изложены в соответствующих разделах.

Литература

1. Gray D.T., Hollingworth W., Blackmore C.C., Alotis M.A., Martin B.I. Conventional Radiography, Rapid MR Imaging, and Conventional MR Imaging for Low Back Pain: Activity-based Costs and Reimbursement Radiology. – 2003. – Vol.227. – P.669.
2. Liem Y.S., Kock M.C.J.M., Ijzermans J.N.M., Weimar W., Visser K. Living renal donors: optimizing the imaging strategy – decision- and cost-effectiveness analysis Radiology. – 2003. – Vol.226. – P.53.
3. Law G.T., Wong C.Y., Chan Y.C., Shum T.T., Lok P.S., Wong K.Y. Cost-effectiveness of CT thorax and bronchoscopy in haemoptysis with normal CXR for exclusion of lung cancer Australas Radiol. – 2002. – Vol.46. – P.381.
4. Friedenbergm R.M. The 21st century: the age of screening Radiology. – 2002. – Vol.223. – P.1.
5. Duijm L.E.M., Groenewoud J.H., Hendriks J.H.C.L., de Koning H.J. Independent Double Reading of Screening Mammograms in the Netherlands: Effect of Arbitration Following Reader Disagreements Radiology. – 2004. – Vol.231. – P.564.
6. Takashima S., Sone S., Maruyama F., Li Y., Hasegawa M., Matsubita T., Takayama F., Kadoya M. Small Solitary Pulmonary Nodules (<=1 cm) Detected at Population-Based CT Screening for Lung Cancer: Reliable High-Resolution CT Features of Benign Lesions AJR. – 2003. – Vol.180. – P.955.
7. Henschke C.I., Yankelevitz D.F., Naidich D.P., McCauley D.I., McGuinness G., Libby D.M., Smith J.P. CT Screening for Lung Cancer: Suspiciousness of Nodules according to Size on Baseline Scans Radiology. – 2004. – Vol.231. – P.164.
8. Patz F.F.Jr., Black W.C. CT screening for lung cancer: not ready for routine practice Radiology. – 2001. – Vol.221. – P.587.
9. Miettinen O.S., Henschke C.I. CT screening for lung cancer: coping with nihilistic recommendations Radiology. – 2001. – Vol.221. – P.592.
10. Gupta A.K., Nelson R.C., Johnson G.A., Paulson E.K., DeLong D.M., Yoshizumi T.T. Optimization of Eight-Element Multi-Detector Row Helical CT Technology for Evaluation of the Abdomen Radiology. – 2003. – Vol.227. – P.739.
11. Rydberg J., Liang Y., Teague S.D. Fundamentals of multichannel CT // Radiol. Clin. North. Amer. – 2003. – Vol.41. – P.465.
12. Laghi A., Iannaccone R., Rossi P., Carbone I., Ferrari R., Mangiapane F., Nofroni I. Hepatocellular carcinoma: detection with triple-phase multi-detector row helical CT in patients with chronic hepatitis Radiology. – 2003. – Vol.226. – P.543.
13. Lauenstein T.C., Goehde S.C., Herborn C.U., Goyen M., Oberhoff C. Whole-Body MR Imaging: Evaluation of Patients for Metastases Radiology. – 2004. – Vol.233. – P.139.
14. Hollingworth W., Todd C.J., Bell M.I. The diagnostic and therapeutic impact of MRI: an observational multi-centre study. – Clin. Radiol. – 2000. – 55. – P.825.
15. Alavi A., Lakbani P., Mavi A., Kung J.W., Zhuang H. PET: a revolution in medical imaging // Radiol. Clin. North. Amer. – 2004. – Vol.42. – P.983.
16. Kostakoglu L., Agress H., Goldsmith S.J. Clinical Role of FDG PET in Evaluation of Cancer Patients Radio Graphics. – 2003. – Vol.23. – P.315.
17. Shiu C.Y., Welch M.J. Update on PET radiopharmaceuticals: life beyond fluorodeoxyglucose // Radiol. Clin. North. Amer. – 2004. – Vol.42. – P.1033.
18. Zhuang H., Kumar R., Mandel S., Alavi A. Investigation of thyroid, head, and neck cancers with PET // Radiol. Clin. North. Amer. – 2004. – Vol.42. – P.1101.
19. Kostakoglu L., Agress H., Goldsmith S.J. Clinical Role of FDG PET in Evaluation of Cancer Patients RadioGraphics. – 2003. – Vol.23. – P.315.
20. Kostakoglu L., Hardoff R., Mirtcheva R., Goldsmith S.J. PET-CT Fusion Imaging in Differentiating Physiologic from Pathologic FDG Uptake RadioGraphics. – 2004. – Vol.24. – P.1411.
21. Schoder H., Yeung H.W.D., Gonen M., Kraus D., Larson S.M. Head and Neck Cancer: Clinical Usefulness and Accuracy of PET/CT Image Fusion Radiology. – 2004. – Vol.231. – P.65.