

Лечебно-диагностический
центр Международного
института
биологических
систем имени
С.М. Березина,
Санкт-Петербург

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ В ОНКОЛОГИИ

Д.И. Куплевацкая, В.И. Куплевацкий

В последние десятилетия просто четкой визуализации структуры изучаемого объекта стало недостаточно, и развитие методов лучевой диагностики получило новый виток, появились возможности оценки не только морфологических нарушений целостности органов и систем, но и их функционального состояния

За более чем вековую историю существования основной целью лучевой диагностики являлась оценка морфологии или структуры изучаемой области человеческого организма и выявление отклонений от ее нормальной картины. Для достижения этой цели в процессе развития специальности появилось достаточное количество методов, которые достигли огромных возможностей в визуализации анатомической структуры органов и систем, выявлении ее нарушений. Но в последние десятилетия просто четкой визуализации структуры изучаемого объекта стало недостаточно, и развитие методов лучевой диагностики получило новый виток, появились возможности оценки не только морфологических нарушений целостности органов и систем, но и их функционального состояния.

На современном этапе развития онкологии перед лучевой диагностикой ставятся задачи, которые направлены и на выявление новообразований, включая их раннюю, доклиническую диагностику, и на проведение их дифференциальной диагностики с учетом морфологии и функционального состояния патологического процесса. Появилась необходимость проведения морфофункционального исследования. Определение стадии опухолевого процесса, с оценкой степени распространенности первичной опухоли, метастазов в регионарные лимфатические узлы и наличие отдаленных метастазов; оценка результатов хирургического, лекарственного и лучевого лечения, включая как изменение собственно опухолевой ткани, так и возникающие в ходе лечения осложнения или реакции, а также динамическое наблюдение за больными в отдаленные сроки после лечения – те вопросы, на которые необходимо ответить для оптимизации тактики лечения и ведения онкологических пациентов.

Наиболее близко к решению этих задач подошли такие методы лучевой диагностики, как мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ).

Основа метода МСКТ заключается в том, что при вращении рентгеновской трубки вокруг пациента пучок рентгеновских лучей разделяется на несколько томографических слоев с помощью так называемых многорядных детекторов. В настоящее время разработаны установки, позволяющие получать от 2 до 256 томографических срезов за одно вращение рентгеновской трубки [1-3]. Это обуславливает основные преимущества МСКТ – высокую скорость сканирования и высокое пространственное разрешение, которое достигается уменьшением толщины томографических слоев менее 1 мм, неинвазивность. Такие возможности метода, особенно в сочетании с внутривенным болюсным контрастированием, позволяют выявлять патологические изменения органов размером от 2-3 мм и оценивать степень местного распространения процесса [3, 4].

Высокая скорость сканирования и отсутствие артефактов от движения дают возможность обследовать тяжелых пациентов и, при необходимости, сочетать исследование с реанимационными мероприятиями.

Современное программное обеспечение позволяет создавать различные трехмерные реконструкции исследуемых органов, даже тех, которые ранее не являлись областью исследования при компьютерной томографии, таких как бронхиальное дерево, желудок и толстый кишечник. Виртуальные МСКТ методики позволяют оценивать внутреннюю поверхность полых органов, наличие сужений и пристеночных образований, без применения инвазивных вмешательств. Вирту-

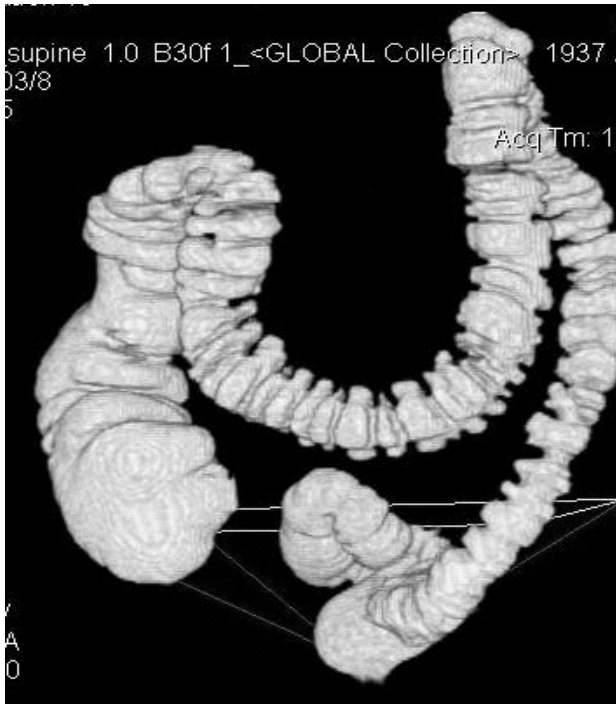


Рис. 1



Рис. 2

альная колоноскопия и бронхоскопия могут применяться в качестве скрининговых методов с целью выявления пациентов, которым показано применение эндоскопических методов исследования для гистологической верификации выявленных изменений [5].

При виртуальной колоноскопии выявлено солидное образование сигмовидной кишки с широким пристеночным основанием, блюдцеобразным дефектом в центре, суживающим просвет на 1/2 диаметра (рис. 1-3).

В дальнейшем выполнена гистологическая верификация заболевания и выявлена умеренно дифференцированная аденокарцинома сигмовидной кишки.

К дополнительным преимуществам виртуальных ме-

тодик относится возможность оценки состояния окружающих тканей, органов и региональных лимфоузлов.

Нельзя не отметить такую особенность компьютернотомографических исследований, как единый «стандарт» выполнения, что позволяет детально и наиболее точно сравнивать исследования, выполненные в разные периоды времени на разных аппаратах, что, безусловно, имеет принципиальное значение в динамической оценке лечения онкологических больных с применением стандарта «RECIST».

Магнитно-резонансная томография (МРТ) – метод визуализации органов и систем организма человека, основанный на сборе сигнала от протонов воды в постоянном магнитном поле. Радиочастотные импульсы, генерируемые аппаратным обеспечением томографа, с помощью дополнительных магнитных полей, создаваемых, в свою очередь, градиентными катушками, возбуждают определенную область или зону, рождая эффект магнитного резонанса, в результате чего происходит релаксация или отдача накопленной энергии протонами водорода в ткани. Сбор этой энергии производят приемные радиочастотные катушки, далее происходит обработка полученного сигнала и преобразование в диагностические изображения [6, 10].

МРТ обладает целым рядом преимуществ перед другими видами методов лучевой диагностики – наивысший межтканевой контраст среди всех методов медицинской визуализации, высокая пространственная разрешающая способность, исследование объекта в трех взаимоперпендикулярных плоскостях, отсутствие цито-, гепато-, нефротоксического и других отрицательных эффектов от введения контрастных препаратов, неинвазивность, отсутствие ионизирующего излучения и лучевой дозовой нагрузки [6, 10, 11, 14, 21].

Введение в медицинскую практику высокопольных МР томографов (1,5 – 3Т) с возможностью получения томограмм высокого разрешения, с толщиной срезов 1-2 мм, позволило

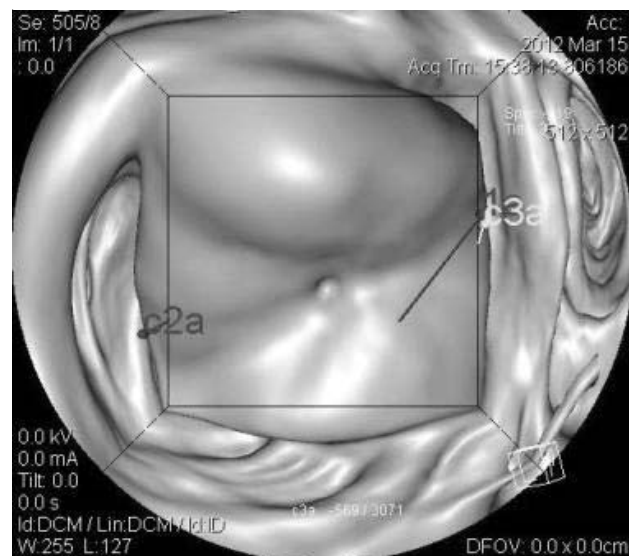


Рис. 3

выявлять мельчайшие структурные изменения и стадировать опухолевый процесс, начиная с T1 стадии [6, 15].

Примером может служить МР исследование рака прямой кишки с целью уточнения степени распространенности процесса. На МР томограммах высокого разрешения можно определить: степень распространения опухолевого процесса относительно кишечной стенки с описанием степени вовлечения в процесс ее слоев; мезоректальной клетчатки с оценкой степени сосудистой инвазии; собственной фасции прямой кишки с оценкой вовлечения в процесс циркулярной границы резекции; состояние фасций Денонвиллье, пресакральной фасции Вальдейера, а также мышц тазового дна и соседних органов. Можно определить наличия или отсутствия метастатического поражения лимфатических узлов мезоректума и тазовых лимфатических узлов [7, 12].

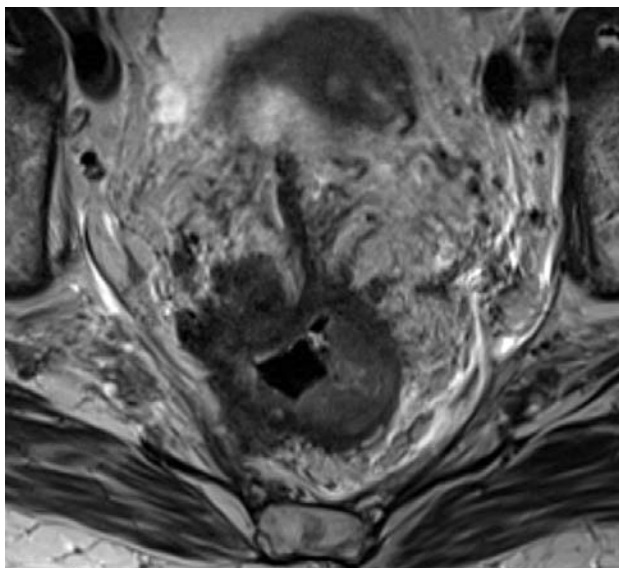


Рис. 4. T2 tra high resolution

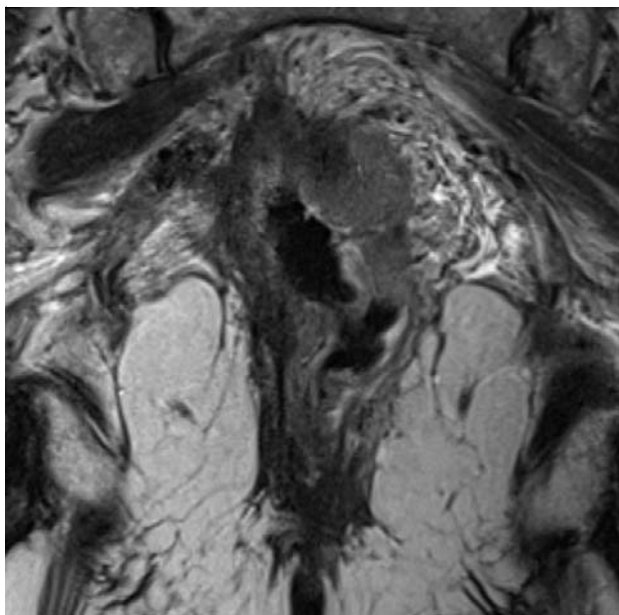


Рис. 5. T2 cor high resolution

На структурных МР томограммах, выполненных в режиме высокого разрешения, четко визуализируется циркулярная опухоль средне- и верхнеампулярного отдела прямой кишки, прорастающая все слои кишечной стенки, распространяющаяся на мезоректальную клетчатку с глубиной инвазии до 2,0 см, с наличием сосудистой инвазии, с прорастанием собственной фасции прямой кишки, мышцы, поднимающей задний проход справа, с наличием увеличенных мезоректальных и региональных лимфоузлов (T4N1M0).

Таким образом, МРТ с применением томограмм высокого разрешения позволяет определить стадию опухолевого процесса с учетом международной классификации TNM (рис. 4, 5).

Итак, МР исследования обладают очень высокой чувствительностью, способностью выявлять даже минимальные морфологические или структурные изменения в органах и системах. Но развитие метода направлено также и на повышение его специфичности, возможности не только распознавать, но и дифференцировать выявленные изменения. Разрабатываются новые методики, новое программное обеспечение для усовершенствования диагностических возможностей МРТ, внедрения функциональных методов оценки нарушений работы органов и систем. В их число входит магнитно-резонансная диффузия.

Диффузия – это физический процесс, происходящий в ходе различных реакций клетки по принципу хаотического (Броуновского) движения. Движение такого рода происходит вследствие наличия у клеток кинетической энергии. Иными словами, диффузия – это взаимное проникновение молекул различных веществ в межклеточные пространства друг друга. Представить это можно, капнув чернилами в стакан с водой. Капля чернил в данном случае представляется определенным объемом, однако, попав в воду, сразу начинает распространяться, диффундировать. Скорость этого процесса диффузии позволяет описывать свойства воды. Подобно описанному примеру мы можем отслеживать диффузию свободной воды и делать выводы о состоянии тканей и паренхимы органов. Сигнал при этом будет получаться из ядер атомов водорода свободной жидкости, находящейся в исследуемой зоне, регистрироваться магнитно-резонансным томографом на диффузионно-взвешенных изображениях (ДВИ), с автоматическим построением ИКД (измеряемый коэффициент диффузии) карт.

Отслеживая скорость диффузии свободной жидкости в ткани, мы можем судить о состоянии данной ткани. Метод диффузии в головном мозге, печени и других органах принципиально не отличается. В тканях с высокой клеточностью (например, в опухолевых) высокая плотность клеточных мембран снижает коэффициент диффузии протонов воды. Напротив, в кистозных и некротических участках молекулы воды имеют большую свободу движения, и измеряемый коэффициент диффузии в данных случаях достаточно высокий. Таким образом, ДВИ обеспечивает оценку клеточности ткани и косвенно отображает состояние мембран. Значение ИКД

коррелируется не только с количеством клеток, но и с общей площадью ядер – то есть мы можем оценить, как меняется межклеточное пространство – увеличивается или уменьшается. Повышение сигнала на ДВИ и снижение на ИКД обуславливается либо повышением целлюлярности (увеличением количества клеток), либо уменьшением межклеточного пространства, то есть фактически увеличением площади клеток [8, 9, 11-13].

Наиболее ярко возможности дифференциальной диагностики с помощью ДВИ и ИКД карт можно проиллюстрировать на примере очаговых образований печени. Вторичные изменения печени, в большинстве случаев, обладая высокой тканевой плотностью, будут иметь гиперинтенсивный сигнал на диффузионно-взвешенных изображениях и гипоинтенсивный сигнал на ИКД карте, в отличие от кист и гемангиом печени, которые визуализируются гиперинтенсивными на ИКД картах [9-13] (рис. 6-9).

На серии ДВИ с коэффициентами диффузии 50, 500, 1000 метастазы имеют гиперинтенсивный сигнал, при этом при увеличении коэффициента диффузии сигнал от них усиливается. На ИКД карте метастазы имеют по-

ниженный МР сигнал по сравнению с нормальной паренхимой печени.

Применение диффузионно-взвешенных изображений оказывает неоспоримую помощь в выявлении и оценке изменений лимфоузлов. Целлюлярность вторично-измененных лимфоузлов значительно выше, чем у неизмененных, что хорошо визуализируется на ДВИ с высоким коэффициентом диффузии и на ИКД картах [18, 29].

На T2 ВИ в аксиальной проекции у пациента с опухолью среднеампулярного отдела прямой кишки визуализируются мезоректальный лимфоузел размером до 0,8 см в диаметре и лимфоузел в области левой боковой стенке малого таза размером до 1,0 см в диаметре, имеющие выражено гиперинтенсивный сигнал на ДВИ с коэффициентом диффузии 1200 и гипоинтенсивный сигнал на ИКД карте, что свидетельствует об их высокой целлюлярности.

Данная методика позволяет также оценить эффективность проводимого лекарственного лечения злокачественных новообразований. Полихимиотерапия в большинстве случаев приводит к изменению их структуры за

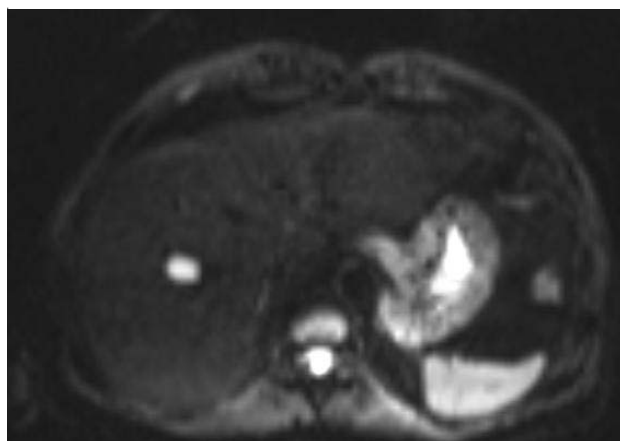


Рис. 6

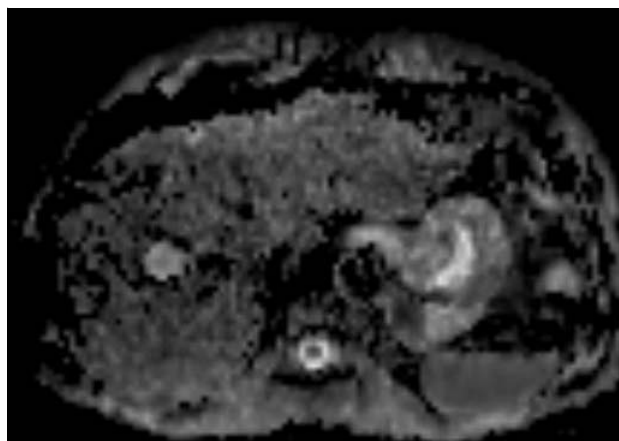


Рис. 7

На серии ДВИ с коэффициентами диффузии 50, 500, 1000 гемангиома имеет гиперинтенсивный сигнал, так же повышенный сигнал от гемангиомы визуализируется на ИКД карте

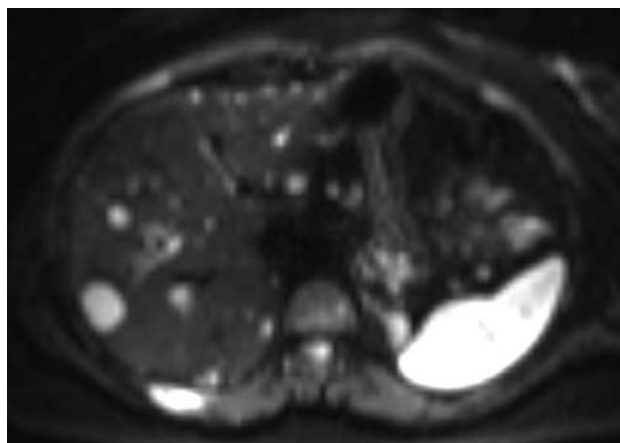


Рис. 8. ДВИ в 50, 500, 1000

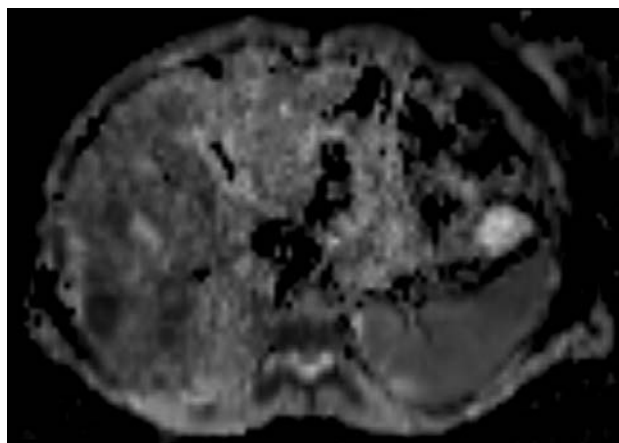


Рис. 9. ИКД карта



Рис. 10. T2 ВИ tra

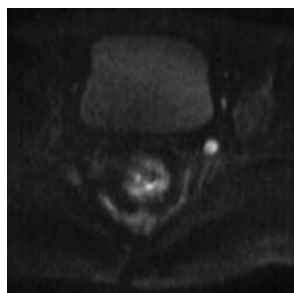


Рис. 11. ДВИ 1200

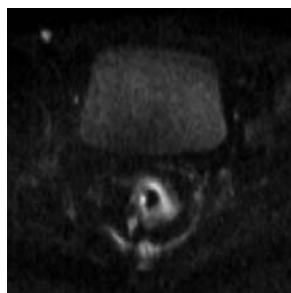


Рис. 12. ДВИ 1200



Рис. 13. ИКД карта

счет появления зон некрозов и кровоизлияний, которые имеют соответствующие сигнальные характеристики. На фоне или после проведения полихимиотерапии у пациентов со злокачественными образованиями повышение интенсивности сигнала на ИКД картах по сравнению с исследованием до лечения свидетельствует об «ответе» опухоли на проводимое лечение. Отсутствие изменения повышения сигнала или понижение сигнала от образования на ИКД карте по сравнению с предыдущим исследованием свидетельствует об отсутствии эффекта или о прогрессировании процесса [19].

Отдельного внимания заслуживает методика динамического контрастного усиления, при которой состояние исследуемого объекта, органа или образования оценивается в определенные промежутки времени до, во время и после внутривенного болюсного введения контрастного вещества. При этом по характеру накопления и вымывания контрастного препарата можно оценить степень васкуляризации патологической и нормальной ткани, на основании чего проводится дифференциальная диагностика доброкачественных и злокачественных изменений. Показательным примером информативности этой методики может служить динамическое контрастное усиление при МР исследовании молочных желез [16, 18, 20-22].

Методика динамического контрастного усиления при МР исследовании молочных желез повышает чувствительность и специфичность данного исследования с 65 до 98%. Введение контрастного препарата позволяет выявлять объемные образования молочных желез от 0,3-0,5 см [14-17].

По степени повышения и снижения интенсивности сигнала от патологического образования в определенные временные промежутки, то есть по характеру накопления и выведения контрастного препарата патологическим очагом, можно судить о его морфологии, степени и характеру васкуляризации, что дает возможность проводить дифференциальную диагностику рака молочной железы со специфичностью до 92%, а также выявлять мультицентричные и синхронные формы рака молочной железы [17,20]. Программное обеспечение МР томографов позволяет строить графики накопления и выведения контрастного препарата, перфузионные карты, что значительно облегчает интерпретацию полученных данных и повышает ее информативность (рис. 14-17).

На серии постконтрастных МР томограмм отмечает-

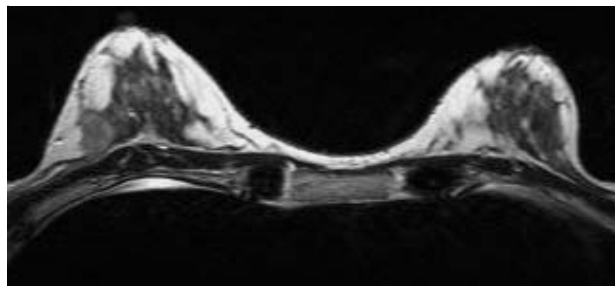


Рис. 14. T2 ВИ tra

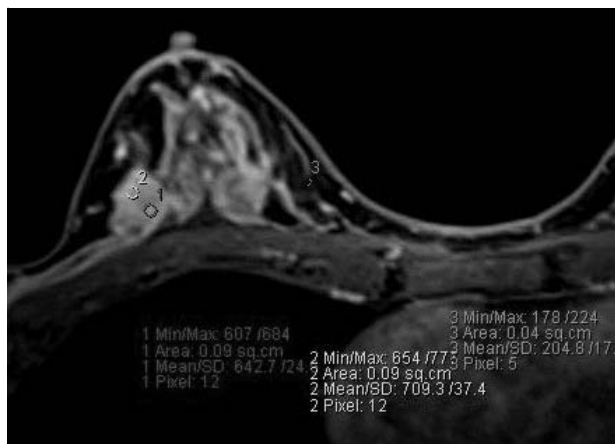


Рис. 15. T1 post contrast subtraction

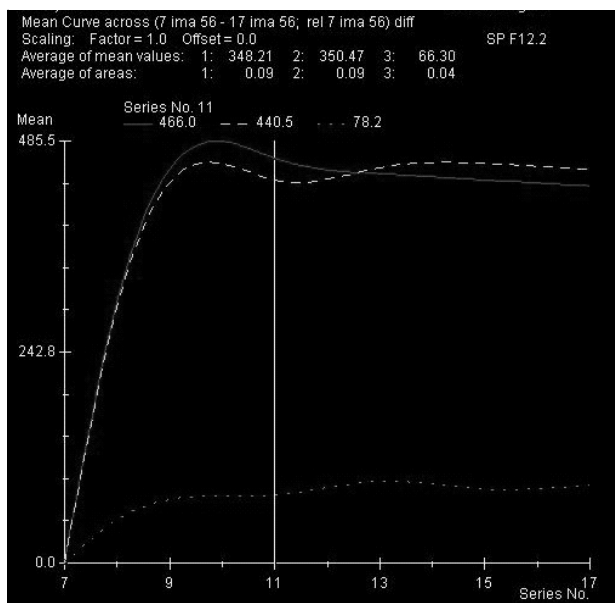


Рис. 16. Кривая накопления контраста

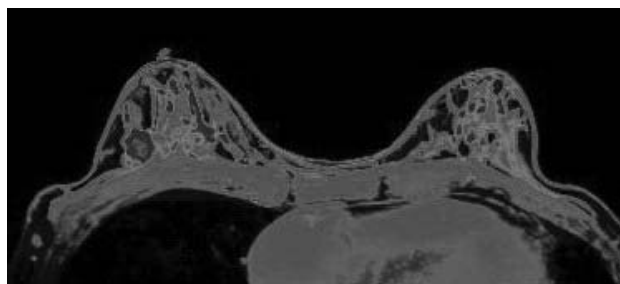


Рис. 17. Wash in

В правой молочной железе на границе наружных отмечается округлой формы объемное образование, с неровными местами «тяжистыми» контурами, с незначительно выраженной зоной перифокального отека, имеющее слабо гиперинтенсивный МР сигнал размерами 1,8x1,2x1,5см. Структура образования неоднородна с наличием зоны сниженных сигналов в центральной зоне и более интенсивных по периферии

ся быстрое повышение интенсивности сигналов (в артериальную фазу) от выявленного образования, с признаками небольшого вымывания контрастного парамагнетика на серии отсроченных МР томограмм (графики накопления контрастного парамагнетика II-III типа). На картах, отражающих накопление контрастного парамагнетика Wash in, вышеописанное образование характеризуется гиперинтенсивным МР сигналом (гиперваскулярное образование). Вышеописанные признаки характерны для злокачественного новообразования, что подтверждено при проведении гистологической верификации.

Среди преимуществ данной методики можно выделить также возможность выявлять патологические образования на фоне плотной железистой ткани молочных желез, особенно у молодых женщин, при этом не подвергая их ионизирующему излучению. МР исследование молочных желез с динамическим контрастированием позволяет оценивать состояние ткани молочных желез в процессе и после проведения комплексного лечения, оценивать эффективность проведенного лечения и выявлять ранние рецидивы, даже на фоне постоперационных рубцов или постлучевых изменений, при этом частота проведения исследования не ограничена [14, 15].

С развитием МРТ систем появилась разновидность исследования с контрастным усилением, при которой оценивается перфузионная особенность ткани. Программы позволяют улавливать появление контрастного вещества в ткани каждые несколько секунд (от 5-9 в зависимости от типа ткани). Эта методика дает возможность выявить участки с более выраженной сосудистой сетью, что в ряде случаев будет являться косвенным признаком опухолевого роста. Наиболее широко методика оценки перфузии ткани применяется при исследовании объемных образований головного мозга и легких [20].

Магнитно-резонансная спектроскопия – методика, которую использовали для химического анализа *in vitro* еще в 50-х годах XX столетия для определения молеку-

лярной структуры, скорости химических реакций и обменных процессов в тканях. В медицину она пришла в 90-х годах XX столетия, но широкое применение получила уже в начале XXI века.

Методика основана на выявлении определенных молекул химических веществ по их уникальным тактовым частотам в общем спектре полученного МР сигнала с дальнейшим определением их концентрации в исследуемом объеме. На настоящий момент известны определенные паттерны повышенной пролиферации клеток в зонах интереса: это повышение концентрации холина (Cho), маркера нарушения целостности клеточных мембран, а также в ряде случаев увеличение концентрации лактатов (Lac) – маркера перехода с тканевого типа дыхания клеток на анаэробный гликолиз. Показатель энергетических процессов в клетках – креатинофосфат (Cr/PCr) – его концентрация, как правило, стабильна и только значительные изменения в клетке, фактически ее полное разрушение могут привести к его уменьшению. В МР спектроскопии креатинофосфат используется как некая неизменная величина, относительно которой считают индексы соотношений остальных метаболитов. На основании концентрации и соотношений этих веществ судят о метаболизме клеток в исследуемой структуре. В сочетании с другими методиками, а также в совокупности с морфологическими данными спектроскопия помогает в проведении дифференциального диагноза между доброкачественными и злокачественными процессами. На настоящий момент МР спектроскопия активно применяется в диагностике опухолевых и неопухолевых заболеваний головного мозга, простаты, а также молочных желез [22, 23].

Высокую эффективность применения всех вышеописанных возможностей МРТ можно проиллюстрировать на примере исследования предстательной железы, при котором возможности структурной МР томографии сочетаются со всеми дополнительными методиками: получением диффузионно-взвешенных изображений, динамического контрастного усиления, перфузии и спектроскопии, что позволяет диагностировать ранние формы рака предстательной железы (T1C, T2A стадии) со специфичностью метода до 79,7% [20, 21, 22].

На структурных томограммах в левой периферической зоне отмечен участок патологического сигнала, который может соответствовать локальному участку хронического воспаления в стадии обострения или аденокарциноме небольших размеров (рис. 18, 19).

На диффузионно-взвешенных томограммах с построением ИКД карт в выявленном участке отмечается снижение изменяемого коэффициента диффузии до значений, которые могут соответствовать воспалению или высокой степени дифференцировки опухолевой ткани (рис. 20).

Высокие значения холина, как условного маркера распада клеточной мембраны, позволяют высказаться в пользу опухолевого поражения (рис. 21).

Оценка перфузии и васкуляризации исследуемой зоны свидетельствуют в пользу опухолевого поражения (рис. 22, 23).

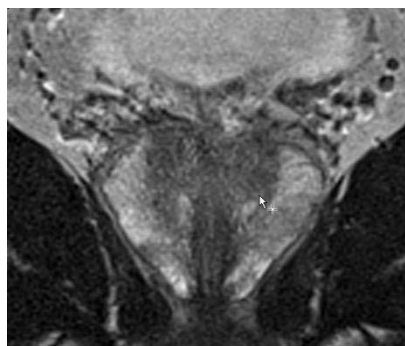


Рис. 18. T2 WI cor

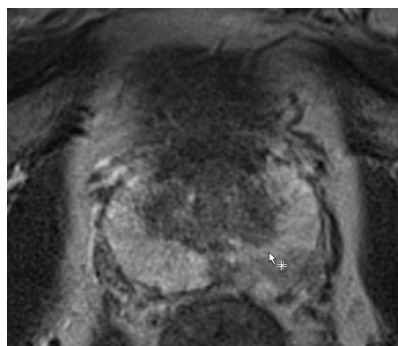


Рис. 19. T2 WI tra

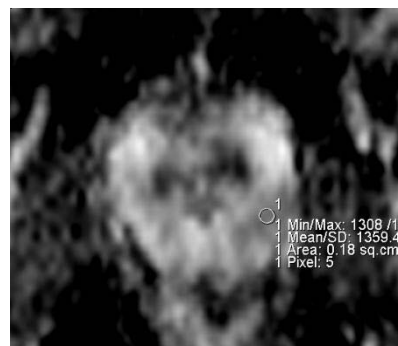


Рис. 20. ИКД карта

После 12-точечной биопсии – аденокарцинома, сумма баллов по Глиссону – 5, в одном столбце.

По данным мировой литературы информативность и специфичность комплексной МРТ при T2a стадии рака предстательной железы достигает 96%, что ставит ее наряду с гистологической верификацией опухоли (21, 22).

Кроме вышеперечисленных возможностей современное программное обеспечение позволяет решить проблему с визуализацией «большого поля обзора» и выполнять такое исследование, как МРТ всего тела (Whole body MRI). Методика основана на структурной томографии различных зон человеческого организма в различных плоскостях с использованием функциональных методик получения диффузионно-взвешенных изображений и динамического контрастного усиления с последующей компьютерной обработкой изображений и комбинацией томограмм полученных зон в единый скан человеческого тела. При этом можно выявить наличие патологических изменений в любых органах и системах человеческого организма, включая кости скелета [6].

Таким образом, методика МРТ whole body позволяет за одно исследование получить информацию о состоянии организма, аналогичную той, которую получают только с применением нескольких методов лучевой диагностики: МРТ головного мозга, позвоночника, КТ ор-

ганов грудной клетки, МРТ брюшной полости, забрюшинного пространства и малого таза, скинтиграфии скелета и ПЭТ всего тела с глюкозой. Необходимо отметить также отсутствие ионизирующего излучения при выполнении данной методики [24-28, 31].

Исследования, проведенные в ведущих зарубежных клиниках Германии и США за последние 8 лет, по сравне-

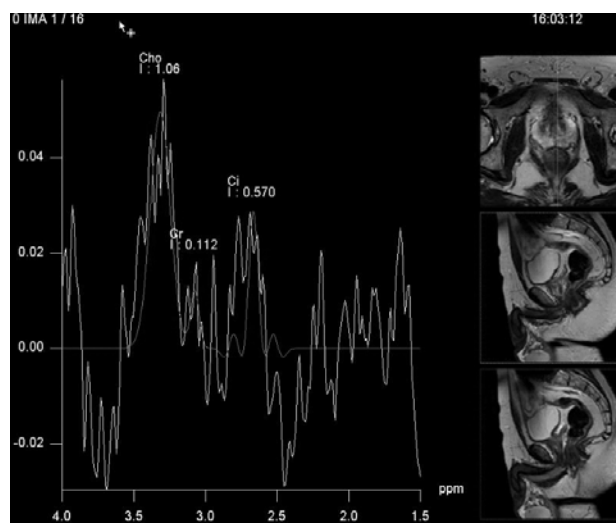


Рис. 21. Спектроскопия



Рис. 22. T1 post contrast

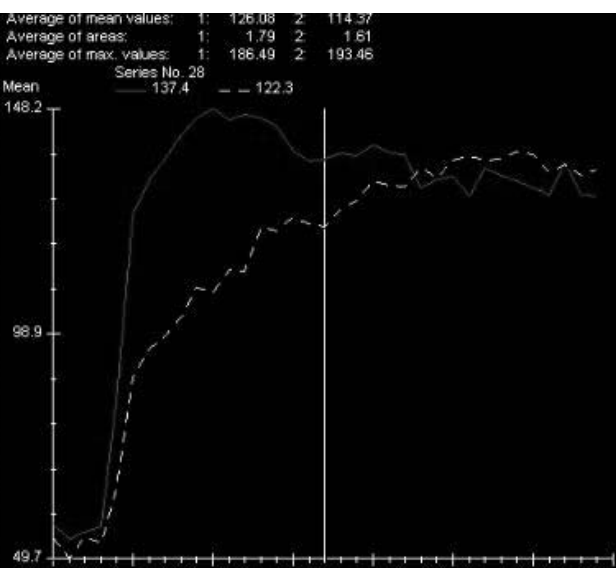


Рис. 23. Кривая накопления контраста



Рис. 24. T1 cor

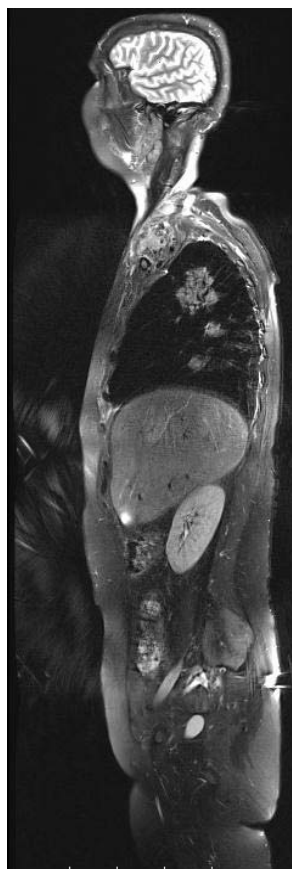


Рис. 25. T2 FS sag



Рис. 26. ДВИ

МРТ всего тела пациента с легочной формой неходжкинской лимфомы. Визуализируется поражение медиастинальных, шейных и подмышечных л/у, легочной ткани (рис. 24-26)

нию методиками МРТ всего тела и ПЭТ/КТ, позволяют сделать вывод о том, что они близки и по чувствительности, и по диагностической точности.

Кроме того, в США метод МРТ всего тела рекомендован как скрининг оценки состояния пациентов с опухолями тех локализаций, которые часто дают отдаленные метастазы, такие как рак молочной железы или колоректальный рак [25, 26, 28, 31].

Последним достижением в лучевой диагностике можно считать появление гибридных систем, таких как ПЭТ/КТ.

ПЭТ/КТ – гибридная система визуализации, включающая в себя КТ сканер, который дает высокое качество анатомической визуализации, и ПЭТ сканер, обладающий возможностями функциональной визуализации с последующей компьютерной обработкой. Совмещение структурных КТ сканов с ПЭТ сканами, полученными после введения радиофармпрепарата, позволяет с высокой точностью выявить и локализовать участки патологической гиперфиксации радиофармпрепарата и судить об их морфофункциональной принадлежности.

На сегодняшний день ПЭТ/КТ широко применяется для дифференциальной диагностики новообразований различной локализации и неопухолевых процессов и для выявления рака неизвестной первичной локализации. Метод

эффективен для стадирования, рестадирования опухолевого процесса, диагностики рецидива, оценки эффективности лечения и метаболической активности, а также определения прогноза заболевания, помогает в разработке подходов к планированию терапии [28, 30-33].

В последние годы разработана новая гибридная медицинская диагностическая система, сочетающая в себе позитронный эмиссионный томограф (ПЭТ) и магнитно-резонансный томограф (МРТ) – ПЭТ/МРТ. Использование высокопольного магнитно-резонансного томографа позволяет поднять диагностическую ценность метода ПЭТ на качественно новый уровень и резко снизить лучевую нагрузку на пациента во время выполнения исследования. Сопоставление данных обоих методов открывает новые возможности революционного характера в ранней диагностике заболеваний, особенно в области онкологии [30].

Таким образом, зная возможности современных методов лучевой диагностики, их особенности, а также на основании десятилетнего опыта работы диагностических центров ЛДЦ МИБС мы можем рекомендовать следующий алгоритм обследования пациентов.

Для выявления, проведения дифференциальной диагностики, оценки распространенности опухолевого поражения органов грудной клетки золотым стандартом является мультиспиральная компьютерная томография. Такие

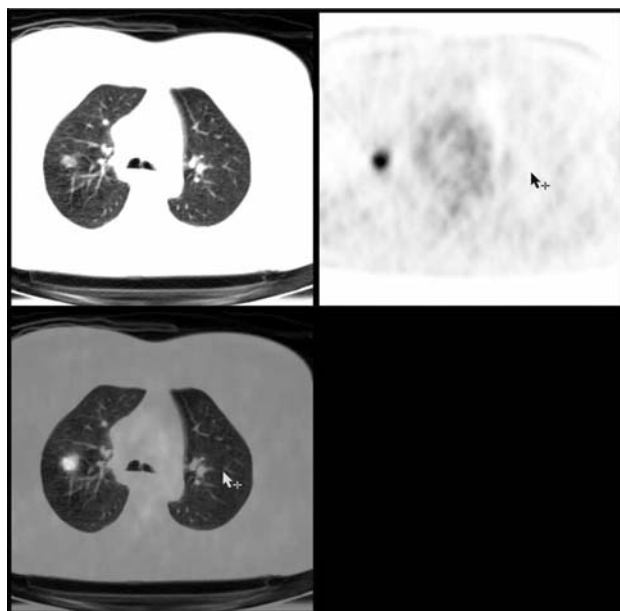


Рис. 27. ПЭТ/КТ с ФДГ

На КТ сканах визуализируется одиночное округлое образование в верхней доле правого легкого. На ПЭТ сканах определяется выраженное накопление РФП, характерное для злокачественного образования. При гистологической верификации – плоскоклеточный рак легкого

методы медицинской визуализации, как МРТ и ПЭТ/КТ легких, применяются в качестве дополнительных в случаях, когда онкологу необходима информация о клеточном полиморфизме, функциональной активности выявленного патологического процесса и его метаболизме.

При подозрении или наличии опухолевого процесса другой локализации наиболее целесообразно с точки зрения получения максимального количества информации за одно исследование применять в качестве первого этапа диагностики МРТ с высоким разрешением и применением дополнительных методик, индивидуально, в зависимости от поставленных задач.

На следующем этапе комплексного подхода к обследованию пациента с онкопатологией рекомендуется использовать МРТ всего тела, что позволит оценить состояние остальных органов и систем, при необходимости расширяя исследования до прицельной визуализации зоны патологии, при отсутствии лучевой нагрузки.

Для оценки проведенного лечения наибольшую информацию об его эффективности может принести ПЭТ/КТ или МРТ при условии проведения исследования идентично тому, которое проводилось до лечения.

Таким образом, современные тенденции в определении диагностического алгоритма основываются на выборе одного-двух методов лучевой диагностики, позволяющих максимально быстро, точно и эффективно справиться с поставленными задачами. Они диктуют необходимость постоянной совместной работы клинициста и радиолога с целью определения максимальной целесообразности проведения того или иного диагностического

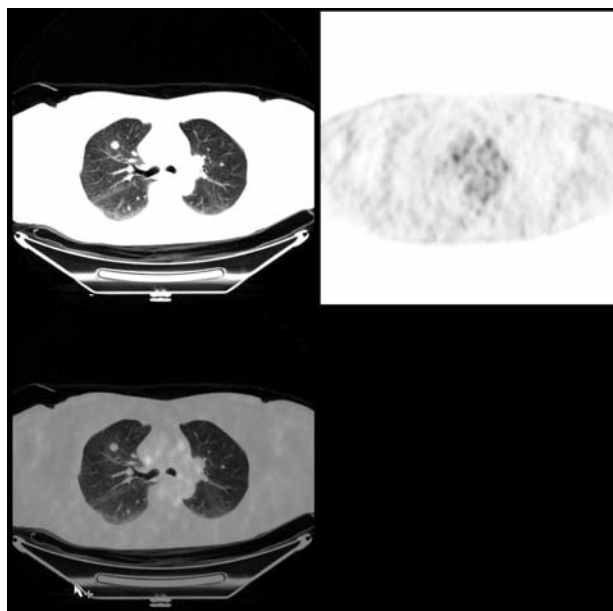


Рис. 28. ПЭТ/КТ с ФДГ

На КТ сканах определяется одиночное округлое образование средней доли правого легкого. На ПЭТ сканах – отсутствие накопления РФП. При гистологической верификации – бронхоцеле (20)

исследования при выявлении, динамическом наблюдении и оценке эффективности проведенного лечения у пациентов с онкопатологией.

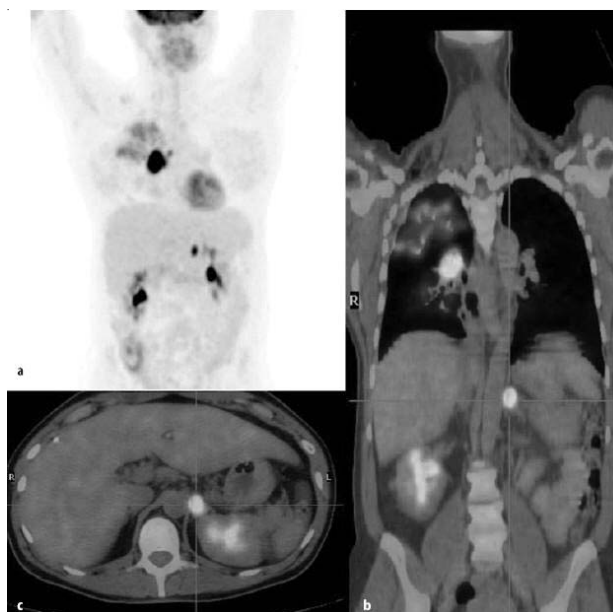


Рис. 29. ПЭТ/КТ с ФДГ

У пациента с выявленным ранее немелкоклеточным раком в корне правого легкого при ПЭТ/КТ исследовании выявлен дистантный метастаз в левый надпочечник (21)

Список литературы

1. *Тюрин И.Е.* Лучевая диагностика в онкологии // ONCOLOGY.RU®
2. *Тюрин И.Е.* Компьютерная томография органов грудной полости // СПб.: Элби. – СПб. – 2003.
3. *Прокон М., Галански М.* Спиральная и многослойная компьютерная томография, учебное пособие в двух томах, перевод с английского, второе издание // Медпресс-информ. – 2009.
4. *Lipson S.A.* MDCT and 3D Workstations // Springer Science+Business Media. – 2006.
5. *Lefere P., Gryspeerd S.* Virtual Colonoscopy. A Practical Guide // Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2010.
6. *Barth M.M., Smith M.P.* Body MR Imaging at 3T: Understanding the opportunities and challenges // GR. – 2007. – Vol 27. – P.1445-1461.
7. *Schafer A.O., Langer M.* MRI of Rectal Cancer. Clinical Atlas // Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2010.
8. *Taouli B., Koh D.M.* Diffusion-weighted MR Imaging of the Liver // Radiology. – 2010. – №1. – Vol.254.
9. *Koh D.M., Thoeny H.C.* Diffusion-weighted MR Imaging. Applications in the body // Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2010.
10. *Hussain S.M., Liver M.R.I.* // Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2007.
11. *Thoeny H.C., De Keyser F.* Extracranial applications of diffusion weighted magnetic resonance imaging // Eur. Radiol. – 2007. – Vol. 17. – P.1385-1393.
12. *Koh D.M., Collins D.J.* Diffusion weighted MRI in the body: applications and challenges in oncology // AJR Am. J. Roentgenol. – 2007. – Vol.188. – P.1622-1635.
13. *Nasu K., Kuroki Y., Sekiguchi R., Kazama T., Nakajima H.* Measurement of the apparent diffusion coefficient in the liver: is it a reliable index for hepatic disease diagnosis? // Radiat. Med. – 2006. – Vol.24. – P.438-444.
14. *Morris A.E., Liberman L.* Breast MRI: diagnosis and Intervention // Springer – Verlag Berlin Heidelberg. – 2005.
15. *Tuft R.* Breast MRI // ISRRT Durban 2008.
16. *Kelcz F.* Quantitative Assessment of T2 Imaging information in differential diagnosis of enhancing breast lesions // Europ. J. Radiol. – 2006. – Vol.16(Suppl 5). – P.51-53.
17. *Kubl C.K., Jost P., Morakkabati N., Zivanovic O., Schild H.H., Gieseke J.* Contrast – enhanced MR imaging of the breast at 3.0 and 1.5 T in the same patients: initial experience // Radiology. – 2006. – Vol.239. – P.666-676.
18. *Kwee T.C., Takahara T., Luijten P.R., Nieuwelstein R.A.* ADC measurements of lymph nodes: inter – and intra – observer reproducibility study and an overview of the literature // Europ. J. Radiol. – 2010. – Vol.75(2). – P. 215-220.
19. *Cbandarana H., Tauoli B.* Diffusion and perfusion imaging of the liver // EJR. – 2010. – Vol.76. – P.348-358.
20. *Jackson A., Buckley D.L., Parker G.J.M.* Dynamic Contrast – Enhanced Magnetic Resonance Imaging in Oncology // Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2010.
21. *Bard R.L.* Dynamic Contrast-Enhanced MRI Atlas of Prostate Cancer // Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2009.
22. *Choi Y.J., Kim J.K.* Functional MR imaging of prostate cancer // RG. – 2007. – Vol.27(№1). – P.63-76.
23. *Bartella L., Morris E.A.* Proton MR spectroscopy with choline peak as malignancy marker improves positive predictive value for breast cancer diagnosis // Radiology. – 2006. – Vol.239(№3) – P.686-692.
24. *Lauenstein T.C., Goebde S.C., Herborn C.U. et al.* Whole body MR imaging: evaluation of patients for metastases // Radiology. – 2004. – Vol.233. – P.139-148.
25. *Walker R., Kessar P., Blancard R. et al.* Turbo STIR magnetic resonance imaging as a whole body screening tool for metastases in patients with breast carcinoma: preliminary clinical experience // J. Magn. Reson. Imaging. – 2000. – Vol.11. – P.343-335.
26. *Antoch G., Vogt F.M., Freudenberg L.S. et al.* Whole – body dual – modality PET/CT and whole – body MRI for tumor staging in oncology // JAMA. – 2003. – Vol.290. – P. 3199-3206.
27. *Schmidt G.P., Wintersperger B., Graser A., Baur – Melnyk A., Reiser M.F., Schoenberg S.O.* High resolution whole – body magnetic resonance imaging applications at 1.5 and 3 Tesla: a comparative study // Invest. Radiol. – 2007. – Vol.42. – P.449-459.
28. *van Ufford H.M.E., Kwee T.C., Beek F.J. et al.* Whole body MRI, including diffusion – weighted imaging, compared to 18F – FDG – PET – CT in newly diagnosed lymphoma: initial results // AJR Am. J. Roentgenol. – 2011. – Vol.196(3). – P. 662-669.
29. *Thoeny H.C., Triantafyllou M., Birkbaeuser F.D. et al.* Combined ultrasmall superparamagnetic particles of iron oxide – enhanced and diffusion – weighted magnetic resonance imaging reliably detect pelvic lymph node metastases in normal – sized nodes of bladder and prostate cancer patients // Eur. Urol. – 2009. – Vol.55. – P.761-769.
30. *Von Schulthess G.K., Schlemmer H.P.* A look ahead: PET/MR versus PET/CT // Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. – 2009. – Vol.36(Suppl.1), S3-S9.
31. *Schmidt G.P., Baur – Melnyk A., Herzog P. et al.* High – resolution whole – body magnetic resonance image tumor staging with the use of parallel imaging versus dual – modality positron emission tomography – computed tomography: experience on a 32 – channel system // Invest. Radiol. – 2005. – Vol.40. – P.743-753.
32. *Wahl R.L., Wagner H.N.* Principles and practice of PET and PET/CT, 2nd edition // Lippincott Williams & Wilkins. – 2010.
33. *Hor W.M – G., Schelbert H.R.* Oncologic and Cardiac PET/CT – Diagnosis. An Interdisciplinary Atlas and Manual // Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2008.