

Использование системы BI-RADS для интерпретации данных магнитно-резонансной маммографии при раке молочной железы

С.А. Хоружик, к. м. н., доцент, врач-рентгенолог;

С.В. Шиманец, м. н. с. диагностического отдела с группой лучевой диагностики;

А.В. Карман, к. м. н., в. н. с., руководитель группы лучевой диагностики;

Е.В. Шаповал, д. м. н., заведующая отделом онкомаммологии с онкогинекологической группой

ГУ «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии
им. Н.Н. Александрова»,

пос. Лесной, 2, Минский р-он, 223040, Беларусь

Use of BI-RADS to interpret magnetic resonance mammography for breast cancer

S.A. Kharuzhyk, MD, PhD, Associate Professor, Radiologist;

S.V. Shymanets, Junior Research Associate of Diagnostic Department
with a Group of Beam Diagnostics;

A.V. Karman, MD, PhD, Leading Research Associate,
Head of Group of Beam Diagnostics;

E.V. Shapoval, MD, PhD, DSc, Head of Department of Mammologic Oncology
with Gynecologic Oncology Group

N.N. Alexandrov Republican Scientific-and-Practical Center
of Oncology and Medical Radiology,
poselok Lesnoy, 2, Minskiy rayon, 223040, Belarus

Система описания и обработки данных лучевых исследований молочной железы (BI-RADS) является практическим инструментом, разработанным Американским колледжем радиологии, который позволяет стандартизировать описание рентгеновской маммографии, ультразвукового исследования и магнитно-резонансной маммографии. BI-RADS включает рекомендации по структуре протокола описания лучевых исследований, терминологию для характеристики трех основных типов поражений (очаг, образование, зона контрастирования), а также категории оценки и соответствующие им рекомендации по дальнейшему ведению пациента. В данной статье представлены основные сведения о системе BI-RADS новой редакции (2013 г.) и проиллюстрировано ее использование для интерпретации данных магнитно-резонансной маммографии при раке молочной железы. Более широкое внедрение системы BI-RADS на всех этапах – от скрининга до верификации диагноза – будет способствовать повышению качества диагностики и улучшению прогноза при опухолевых заболеваниях молочной железы.

Что такое система BI-RADS?

Рак молочной железы (РМЖ) занимает второе место в структуре онкологической заболеваемости и первое – в структуре онкологической смертности женского населения [1]. Диагностика РМЖ традиционно основана на трех

китах – клинический осмотр, маммография (МГ) и ультразвуковое исследование (УЗИ) молочной железы (МЖ). МГ считается основным методом скрининга РМЖ, однако метод менее информативен у женщин молодого возраста ввиду высокой рентгеноплотности желез.

The Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS) is a practical tool developed by the American College of Radiology to standardize the description of mammography, ultrasound study, and magnetic resonance mammography. BI-RADS includes recommendations for the structure of a protocol to describe radiologic studies; terminology to characterize three major types of lesions (focus, mass, contrasting area); as well as assessment categories and their corresponding recommendations for further patient management. The publication gives general information on the new edition of BI-RADS (2013) and illustrates its use to interpret magnetic resonance mammograms in breast cancer. The wider introduction of BI-RADS at all stages from screening to diagnostic verification will improve the quality of diagnosis and prognosis in breast tumor diseases.

Ключевые слова:

BI-RADS, магнитно-резонансная маммография, рак молочной железы, образование, зона контрастирования

Index terms:

BI-RADS, magnetic resonance mammography, breast cancer, mass, contrasting area

Информативность УЗИ, напротив, снижается у пациенток старшего возраста на фоне жировой инволюции МЖ. В последние годы в диагностике опухолевых заболеваний МЖ все большую роль играет магнитно-резонансная томография (МРТ) с внутривенным введением гадолинийсодержащего контрастного вещества (КВ). Чувствительность МРТ при РМЖ в зависимости от используемой методики сканирования и критериев диагностики составляет 83–100%, специфичность – 29–100% [2]. По данным метаанализа чувствительность МР-маммографии с контрастным усилением (КУ) составляет 90%, специфичность – 72% [3]. Диффузионно-взвешенная МРТ обладает несколько большей специфичностью (77%) при той же чувствительности (89%) [4]. При совместном использовании МРТ с КУ и диффузионной МРТ чувствительность и специфичность диагностики возрастают до 92 и 86% соответственно [5]. Основными преимуществами МР-маммографии считают способность визуализировать опухоли при высокой плотности желез, выявлять мультицентрические и мультифокальные поражения, дифференцировать инвазивные и неинвазивные формы рака, а также трехмерную визуализацию.

При интерпретации результатов лучевых исследований МЖ нередки случаи, когда данные разных методов диагностики противоречат друг другу, что обусловлено как объективными ограничениями информативности, так и субъективными факторами, в частности различной трактовкой лучевых симптомов. Для обеспечения стандартизованного подхода к интерпретации лучевых исследований МЖ Американским колледжем радиологии (American College of Radiology, ACR) в сотрудничестве с другими организациями разработана система BI-RADS – Breast Imaging Reporting and Data System (Система описания

и обработки данных лучевых исследований молочной железы). Система BI-RADS служит для: 1) стандартизации описаний МГ, УЗИ и МРТ МЖ; 2) формализации тактики ведения пациента в зависимости от результатов лучевых исследований; 3) контроля качества проведения лучевых обследований МЖ. BI-RADS издана в виде многостраничного иллюстрированного атласа с подробным описанием лучевых симптомов. Первая редакция BI-RADS появилась в 1992 г. и была посвящена только маммографии. В 2003 г. вышла 4-я редакция BI-RADS-МГ, 1-я редакция BI-RADS-УЗИ и 1-я редакция BI-RADS-МРТ [6], официальный русский перевод которой издан в 2010 г. [7]. В конце 2013 г. вышла 5-я объединенная редакция BI-RADS для трех лучевых методов [8].

Использование BI-RADS является общепринятым в Европе, США и других странах мира при двух основных клинических сценариях: 1) скрининг РМЖ у женщин без соответствующих симптомов [9–11]; 2) обследование МЖ при наличии симптомов, которые могут указывать на РМЖ [12, 13]. Во Франции использование системы BI-RADS при интерпретации МГ, УЗИ и МРТ МЖ является обязательным с 2004 г. [12]. Использование BI-RADS интегрировано в рекомендации NCCN (National Comprehensive Cancer Network, США) по скринингу и диагностике РМЖ [11]. Согласно руководству по МР-маммографии Европейского общества лучевой визуализации молочной железы, лучевой диагност «должен знать, как оценивать МРТ МЖ с использованием терминологии BI-RADS» [13].

В данной публикации мы проиллюстрируем использование стандартизованной терминологии BI-RADS-МРТ при РМЖ на основе собственного опыта интерпретации МРТ МЖ у 90 пациенток. При этом будем максимально придерживаться термино-

логии русской редакции BI-RADS [7] с учетом изменений в новой, 5-й, редакции [8].

Методика сканирования и анализа МР-маммограмм

Показания к проведению МР-маммографии перечислены в руководстве Европейского общества лучевой визуализации молочной железы [13], на основе которого нами разработана форма направления на исследование [14, 15]. Сканирование проводили на томографе Optima 450w (GE, США) с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл с использованием 8-канальной катушки для МЖ. Положение женщины во время сканирования – на животе с вытянутыми вперед руками. До начала сканирования в локтевую вену устанавливали катетер и подключали автоматический инжектор. Сканирование осуществляли в аксиальной плоскости с использованием следующих импульсных последовательностей: T2-взвешенные изображения (ВИ), T1-ВИ, T2-ВИ с подавлением сигнала от жира, диффузионно-взвешенное исследование (ДВИ, фактор диффузии $b=0$ и 750 с/мм²), T1-ВИ с подавлением сигнала от жира по динамической программе – 1 сканирование до и 6 после внутривенного введения КВ с временным разрешением 74 с. Количество КВ составляло 0,2 мл на килограмм веса, скорость введения – 2 мл/с. Сразу после КВ вводили 20 мл физиологического раствора с той же скоростью. Две первые серии изображений (T2-ВИ и T1-ВИ) характеризуются высоким пространственным разрешением (толщина срезов 2 мм) и зоной сканирования (92 среза), достаточной для захвата подмышечных областей для оценки регионарных лимфоузлов. Следующие за этим серии сканирования содержат меньшее количество срезов и включают в зону сканирования только МЖ. Толщина срезов динамических серий T1-ВИ составляет 2 мм, то есть они являются трехмерными.

Категории оценки BI-RADS-MPT и соответствующие им рекомендации

Категория BI-RADS	Рекомендация	Вероятность рака
0 – требуется дополнительная визуализация	Лучевое дообследование: МГ, прицельное УЗИ	Не применяется
1 – нет изменений	Обычное наблюдение	0%
2 – доброкачественные изменения	Обычное наблюдение	0%
3 – вероятно, доброкачественные изменения	Повторное обследование через короткий интервал времени (6 мес)	> 0 и ≤ 2%
4 – подозрение на рак	Биопсия	> 2% и < 95%
5 – характерно для рака	Биопсия	≥ 95%
6 – подтвержденный биопсией рак	Хирургическое лечение, если показано	Не применяется

Субтракционные серии изображений – вычитание из каждой постконтрастной серии доконтрастной, всего 6 серий – строятся сканером автоматически. Общее время сканирования составляет 25 мин.

Интерпретация МР-маммограмм включает следующие последовательные этапы [14]:

- просмотр доконтрастных «анатомических» изображений с определением количества железисто-фиброзной ткани и состояния подмышечных лимфоузлов;

- просмотр до- и постконтрастных динамических T1-ВИ, субтракционных серий (в том числе в режиме проекции максимальной интенсивности) с целью поиска участков повышенного накопления КВ;

- построение кинетических кривых накопления КВ (кривые интенсивность сигнала/время) и цветных параметрических карт контрастирования;

- просмотр ДВИ, определение измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) в найденных поражениях;

- описание выявленных изменений с использованием терминологии BI-RADS, формулировка заключения с указанием категории BI-RADS.

Структура протокола описания и категории BI-RADS

Система BI-RADS предусматривает систематический подход при описании лучевых исследо-

ваний МЖ. Предложены следующие основные разделы, которые должны присутствовать в протоколе описания МРТ МЖ:

- 1) показание к исследованию;
- 2) методика МРТ-сканирования;

- 3) состав МЖ: количество железисто-фиброзной ткани, фоновое КУ паренхимы, импланты;

- 4) характеристика важных находок с использованием терминологии BI-RADS;

- 5) сравнение с предыдущими исследованиями (МРТ, МГ, УЗИ) с указанием даты их проведения;

- 6) заключение с указанием категории оценки;

- 7) рекомендации: клинический осмотр, диагностическая МГ, прицельное диагностическое УЗИ, биопсия и др.

Лучевой диагност оценивает лучевые симптомы и описывает их с использованием стандартизованной терминологии (BI-RADS-лексикона), после чего определяет и указывает в заключении категорию оценки. Категории оценки разделены на две группы: 1) окончательное заключение невозможно – категория 0; 2) окончательное заключение возможно – окончательные категории 1–6 (табл. 1). При наличии нескольких поражений с отличающимися категориями в заключение выносится наибольшая категория. Возможно выставление отдельной категории для каждой железы.

Категорию BI-RADS 0 выставляют при необходимости лу-

чевого дообследования, например, если МРТ проведена с техническими сложностями, может возникнуть необходимость ее повторить, или если требуется получить дополнительную информацию с помощью МГ или прицельного УЗИ. Категория 0 при МРТ должна использоваться в редких случаях, так как метод обычно достаточно информативен для установления окончательной категории.

Категорию BI-RADS 1 устанавливают в случае отсутствия каких-либо данных, отличных от анатомической нормы (не выявлено патологического КУ либо нарушения архитектоники).

Категория BI-RADS 2 подразумевает наличие доброкачественных изменений с типичными признаками, не требующих специального контроля в динамике, таких как воспалительный лимфоузел, кисты, расширение протоков, постоперационные скопления жидкости, жировой некроз, рубец и образования, такие как фиброаденома, с морфологическими и кинетическими МР-признаками доброкачественности.

Категория BI-RADS 3 означает высокую уверенность лучевого диагноста в доброкачественном характере выявленных изменений, которые, как ожидается, не будут увеличиваться в размерах при динамическом наблюдении. Вместе с тем необходим контроль через короткий интервал времени, чтобы убедиться

в отсутствии роста, – обычно через 6 мес, при отсутствии роста – еще через 6 мес, при отсутствии роста – через 1 год и, при необходимости, еще через 1 год. При отсутствии роста на протяжении 2–3 лет случаи переводят в категорию BI-RADS 2, при увеличении – в категорию BI-RADS 4. Если есть подозрение, что КУ обусловлено гормональным статусом пациентки, повторная МРТ может быть проведена на 2-й неделе цикла (с 7 по 14 дни) у менструирующих женщин или через несколько недель после прекращения гормонзаместительной терапии у женщин в постменопаузе. В некоторых случаях (желание пациента, клиническое подозрение) может быть выполнена биопсия. По мере накопления опыта специалистом категории 3 должна использоваться реже, желательнее менее чем в 10% случаев. Не рекомендуется использовать категорию 3 в отношении зон контрастирования.

Категория BI-RADS 4 включает широкий ряд патологических состояний, которые хоть и не имеют типичных лучевых признаков РМЖ, но не позволяют

исключить его, в связи с чем обычно требуется биопсия. Отдается предпочтение биопсии под контролем УЗИ, так как она быстрее, удобнее для пациента и дешевле, чем биопсия под контролем МРТ. К категории BI-RADS 4 также относят случаи одностороннего увеличения подмышечных лимфоузлов при отсутствии данных за инфекционно-воспалительный процесс. Категория 4 подразумевает необходимость получения верификации посредством биопсии.

При категории BI-RADS 5 имеются лучевые симптомы, характерные для РМЖ, что обуславливает соответствующую тактику (чрескожная или интраоперационная биопсия).

Категория BI-RADS 6 охватывает случаи РМЖ, морфологически верифицированные еще до МРТ. Эта категория может быть, например, использована при предоперационном стадировании. В случае выявления в МЖ дополнительных находок, требующих биопсии, должна выставляться категория 4 или 5.

МРТ-исследованиям, выполняемым для оценки состояния

имплантов, категория BI-RADS не присваивается.

В системе BI-RADS основной упор сделан не на точном и однозначном установлении конкретного вида патологического процесса в МЖ (из-за большого количества патологических процессов и схожести симптомов это часто невозможно), а на тщательном анализе лучевых симптомов и определении на этой основе степени риска РМЖ, что отражается в формулируемой категории. Так, заключение «BI-RADS 3» означает высокую уверенность лучевого диагноста в доброкачественном характере изменений, что позволяет рекомендовать контрольное исследование через 6 мес. При этом пациент не уходит из-под обязательного контроля, как в случае выставления категории BI-RADS 2.

Терминология BI-RADS-MPT

В протоколе описания МР-маммографии необходимо придерживаться специально разработанной терминологии BI-RADS (табл. 2).

Таблица 2

Терминология BI-RADS-MPT

Характеристика	Классификация и значение
Количество железисто-фиброзной ткани	Железы практически полностью состоят из жировой ткани; отдельные участки железисто-фиброзной ткани; гетерогенно плотные железы; чрезвычайно плотные железы
Фоновое контрастное усиление паренхимы	Степень: минимальное, слабое, умеренное, выраженное
	Симметричное или асимметричное
Очаг (англ. focus)	Точечное усиление, которое можно характеризовать
Образование (англ. mass)	Форма: овальная (включая дольчатую), круглая, неправильная
	Контур: четкий, нечеткий (неровный, лучистый)
	Тип КУ: гомогенный, гетерогенный, в виде ободка, неконтрастируемые внутренние перегородки
Зона контрастирования (англ. non-mass enhancement)	Распределение: очаговое, линейное, сегментарное, регионарное, мультирегионарное, диффузное
	Тип КУ: гомогенный, гетерогенный, сливной, сгруппированные кольца
Интрамаммарный лимфоузел	Четко отграниченное, равномерно усиливающееся образование с жировыми воротами (обычно ≤ 1 см)

Терминология BI-RADS-MPT

Характеристика	Классификация и значение
Кожные образования	Доброкачественные усиливающиеся структуры на коже
Неусиливающиеся структуры	Высокая интенсивность сигнала от протоков на доконтрастных T1-ВИ; киста; постоперационные скопления (гематома/серома); посттерапевтическое утолщение кожи и трабекулярные утолщения; неусиливающееся образование; нарушение архитектоники; выпадение сигнала от инородных тел, клипс и т. п.
Дополнительные признаки	Втяжение соска, инвазия соска, втяжение кожи, утолщение кожи, инвазия кожи (прямая инвазия, воспалительный рак), подмышечная лимфаденопатия, инвазия грудных мышц, инвазия грудной стенки, нарушение архитектоники
Жиродержащие структуры	Лимфоузел (нормальный, патологический), жировой некроз, гамартома, постоперационная серома/гематома с жиром
Расположение поражения	Расположение, глубина
Описание кинетической кривой	Начальная фаза: медленное накопление КВ, умеренное, быстрое
	Отсроченная фаза: нарастающая кривая, плато, вымывание КВ

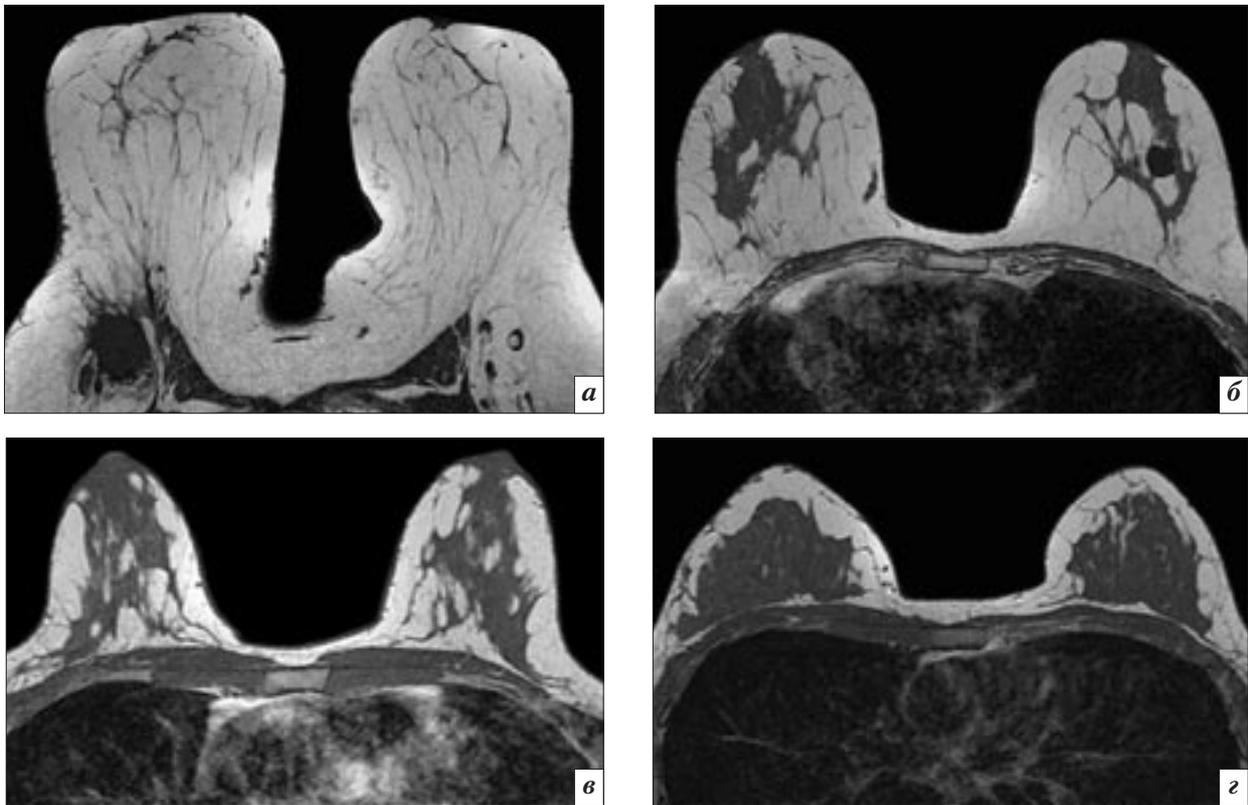


Рис. 1. Оценка количества железисто-фиброзной ткани на T1-ВИ: *а* – железы практически полностью состоят из жировой ткани; в правой подмышечной области метастатический лимфоузел, в левой – лимфоузлы нормального строения с зоной жировых ворот; *б* – отдельные участки железисто-фиброзной ткани, в левой железе – киста; *в* – гетерогенно плотные железы; *г* – чрезвычайно плотные железы, на фоне чего рак в правой МЖ не визуализируется (продолжение на рис. 9).

Объективная оценка количества железисто-фиброзной ткани важна, поскольку при большей плотности желез визуализация опухолей на доконтрастных МР-изображениях затруднена,

нередко присутствуют очаги КУ неспецифического характера (гормонально обусловленные), что также может затруднить интерпретацию. Кроме того, повышенная плотность МЖ связана

с более высоким риском развития РМЖ. Количество железисто-фиброзной ткани оценивают на T1-ВИ (рис. 1).

Наблюдающееся при МР-маммографии патологическое

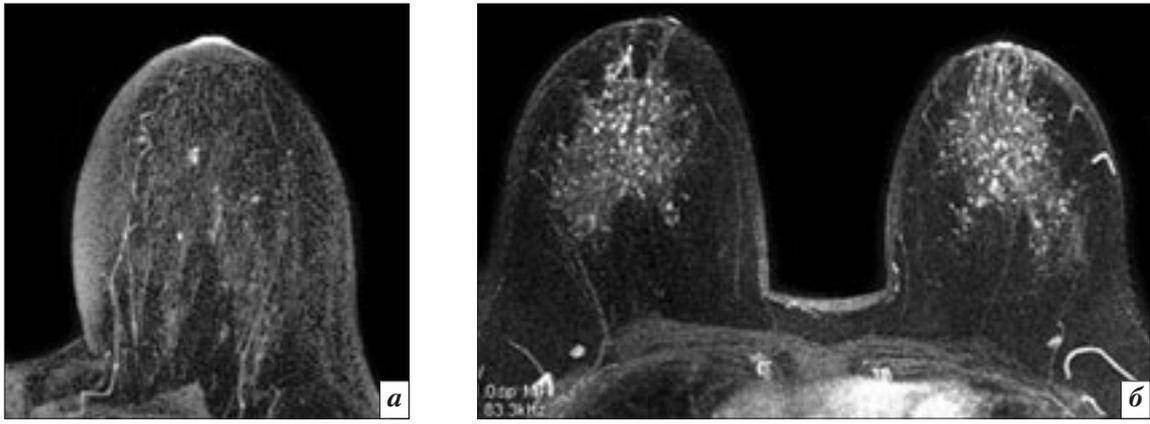


Рис. 2. Фоновое КУ на субтракционных T1-ВИ, проекциях максимальной интенсивности: *a* – минимальное КУ; *б* – умеренное КУ.

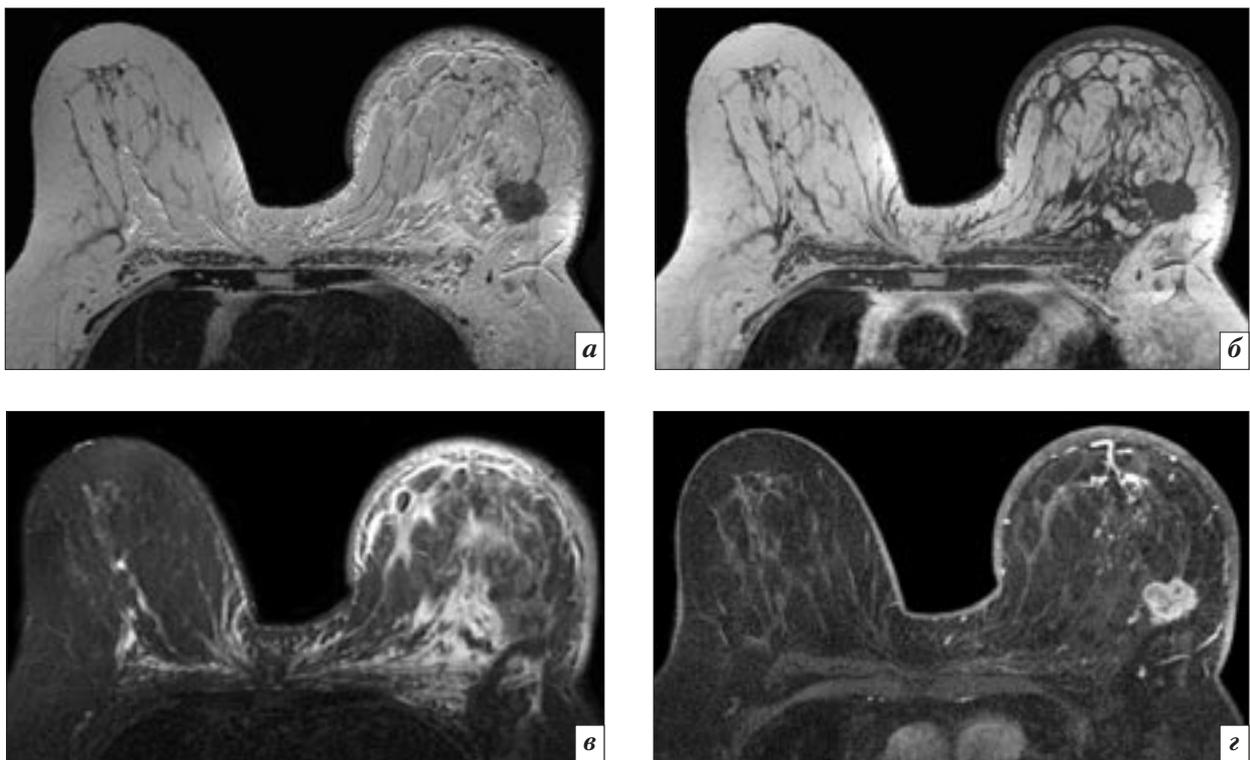


Рис. 3. МР-маммограммы больной 48 лет с раком левой МЖ: *a* – на T2-ВИ определяется образование с лучистым контуром; на T1-ВИ (*б*) и T2-ВИ с подавлением сигнала от жира (*в*) видно утолщение кожи и отек тканей железы; *г* – на постконтрастном T1-ВИ КУ в опухоли гетерогенное.

контрастирование разделяют на очаги, образования и зоны контрастирования.

Очаг – это маленький участок КУ (обычно менее 5 мм), который ввиду небольшого размера сложно характеризовать и который не выявляется на доконтрастных изображениях. Множественные двухсторонние очаги, разделенные нормальными тканями, могут быть проявлением фонового КУ (рис. 2). Иногда

имеет смысл повторить МР-маммографию на второй неделе менструального цикла. Также необходимо учитывать получение женщиной гормональной терапии, тамоксифена и других препаратов, которые могут влиять на МЖ. На доброкачественность очага может указывать высокий сигнал на T2-ВИ (чаще всего это лимфатический узел или миксоматозная фиброаденома). Если очаг не имеет высокого сигнала

на T2-ВИ, то он может быть как доброкачественным, так и злокачественным. Такие очаги должны контролироваться в динамике или подвергаться биопсии.

Образование – это объемное поражение с выбухающим контуром, обычно овальной, круглой или неправильной формы. Для РМЖ характерны образования неправильной (рис. 3) или круглой (рис. 4) формы, с лучистым (см. рис. 3) или неровным (рис. 4, 5)

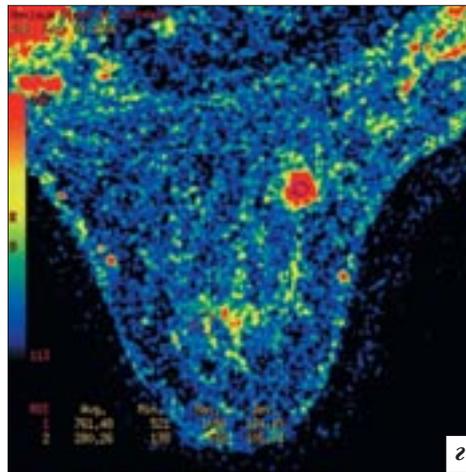
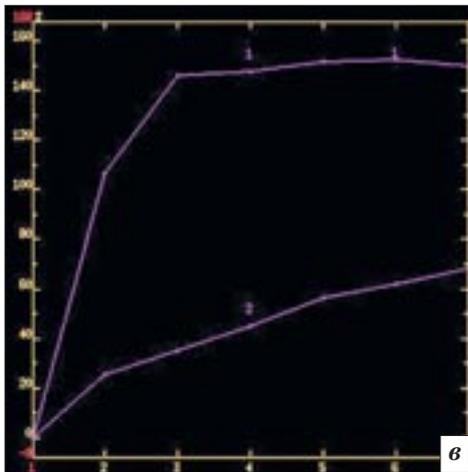
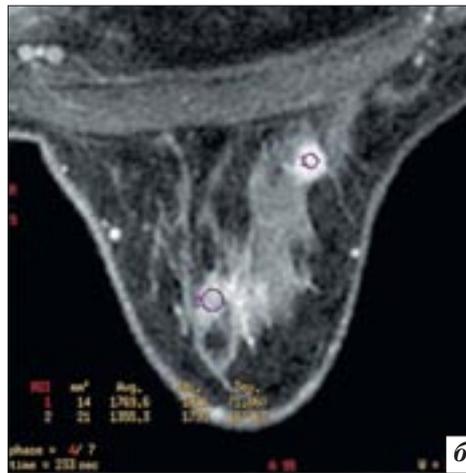
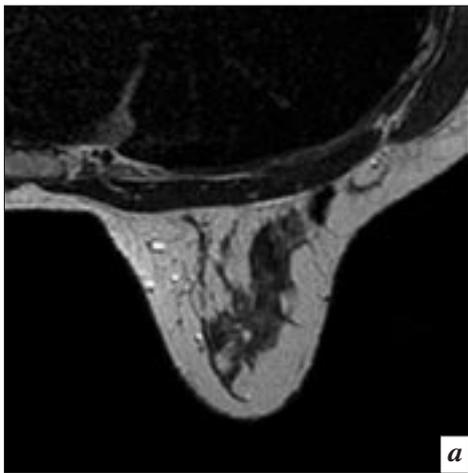


Рис. 4. МР-маммограммы больной 47 лет с инвазивным протоковым раком: *а* – на T2-ВИ на фоне гетерогенно плотной железисто-фиброзной ткани опухоль не визуализируется; *б* – на постконтрастном T1-ВИ определяется образование круглой формы, с неровным контуром; *в* – кинетические кривые в опухоли (кривая 1) и нормальных тканях железы (кривая 2): в опухоли происходит быстрое накопление КВ (103% в 1-й постконтрастной фазе) и формирование плато – кривая второго типа, в нормальных тканях наблюдается медленное нарастание КВ (23% в 1-й фазе, 64% в 6-й фазе) – кривая первого типа; *г* – на параметрической карте Maximum Slope of Increase опухоль имеет красный цвет, что говорит о быстром нарастании КВ.

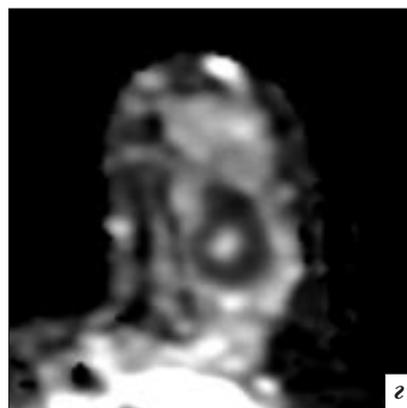
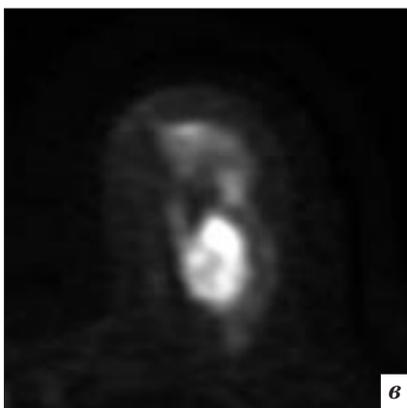
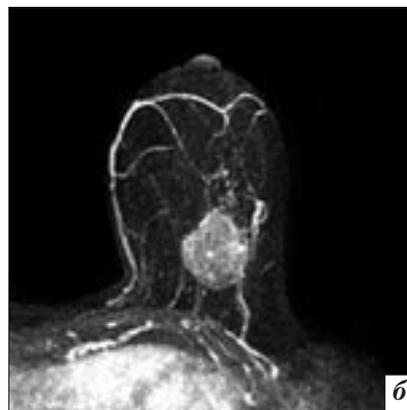


Рис. 5. МР-маммограммы больной 33 лет с инвазивным протоковым раком: *а* – на постконтрастном T1-ВИ определяется образование с неровным контуром, усилением по периферии и некрозом в центре; *б* – на субтракционном T1-ВИ в режиме проекции максимальной интенсивности видна опухоль и патологическая сеть сосудов; *в* – на ДВИ с фактором диффузии b 750 с/мм^2 опухоль имеет повышенный сигнал, некроз в центре – сниженный; *г* – на карте ИКД периферические отделы опухоли имеют сниженный сигнал (ИКД= $0,79 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$), некроз – повышенный.

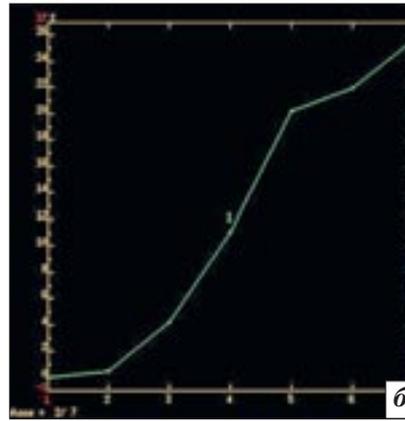
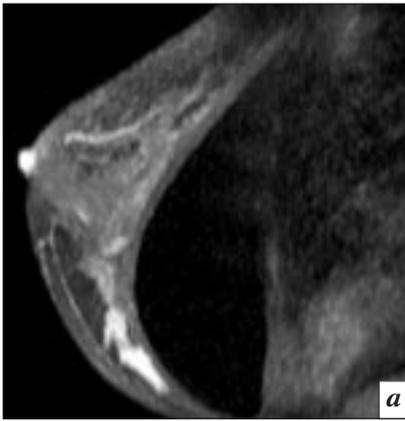


Рис. 6. Результаты исследования больной 43 лет с протоковым раком *in situ*: *a* – на постконтрастном Т1-ВИ по передненижнему контуру импланта определяется гомогенная линейная зона контрастирования; *б* – кинетическая кривая: в опухоли имеет место медленный первоначальный подъем контрастирования и его дальнейшее нарастание (кривая первого типа).

контуром, гетерогенным КУ (см. рис. 3), при некрозе в опухоли – усиление в виде ободка (см. рис. 5) [5, 16, 17]. Усиление в виде ободка также встречается при воспалительных кистах и жировом некрозе. Для фиброаденом характерны овальная или дольчатая форма, четкий контур, неконтрастируемые (темные) внутренние перегородки.

Зона контрастирования – контрастирование участка ткани, который не является образованием или очагом. Она может быть небольшого размера или занимать значительные области железы. За исключением случаев гомогенного КУ, внутри зоны контрастирования находятся участки нормальной железистой ткани или жира, что отличает ее от образования. Зоны контрастирования встречаются как при доброкачественных процессах (фиброзно-кистозной мастопатии), так и при раке (протоковый рак *in situ*, инвазивные формы рака) [17, 18]. РМЖ в виде зоны контрастирования часто является непальпируемым и представляет наибольшие трудности как для клинической, так и для лучевой диагностики. Нами не найдено ни одной публикации на русском языке, посвященной лучевой семиотике зоны контрастирования, ввиду чего ознакомление читателей с таким вариантом РМЖ представляется наиболее актуальным. При протоковом раке *in situ* зона контрастирования является самым частым типом поражения (59%), в то время как

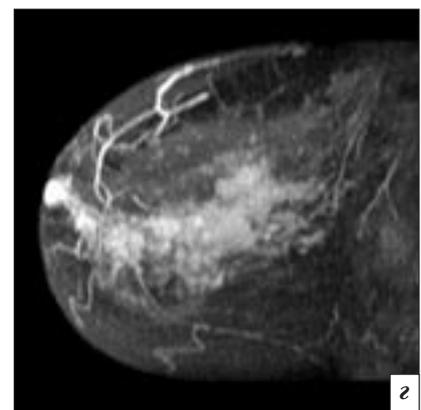
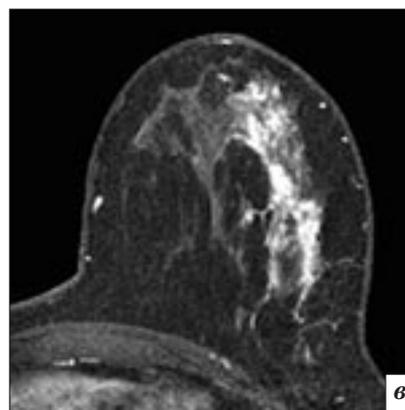
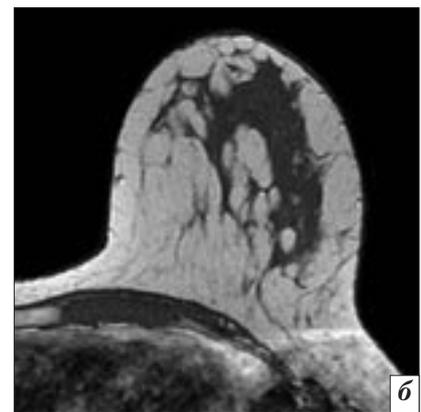
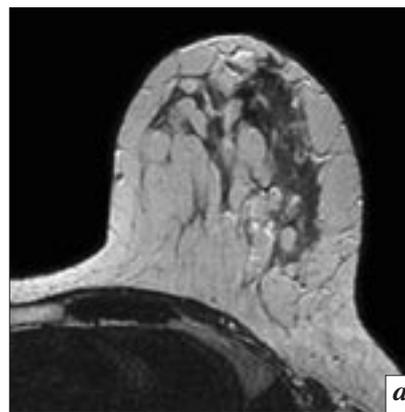


Рис. 7. МР-маммограммы больной 51 года с раком Педжета в сочетании с инвазивным протоковым раком. На Т2-ВИ (*a*) и доконтрастном Т1-ВИ (*б*) опухоль не визуализируется. На постконтрастных Т1-ВИ (*в*) и проекции максимальной интенсивности (*г*) определяется опухоль в виде сегментарной зоны гетерогенного контрастирования, распространяющаяся на сосок.

образование и очаг имеют место лишь в 14 и 13% случаев соответственно, еще у 14% пациентов опухоль при МРТ не визуализировалась. В то же время инвазивный рак чаще определяется как образование (76%), реже в виде зоны контрастирования (20%), очага (2%) или не визуализируется (2%) [19]. Распределение зоны контрастирования может

быть очаговое, линейное (рис. 6), сегментарное (рис. 7, 8), регионарное (рис. 9), мультирегионарное или диффузное. Тип контрастирования может быть гомогенным (см. рис. 6), гетерогенным (см. рис. 7), сливным (см. рис. 8, 9) или в виде сгруппированных колец. Объяснение перечисленных терминов представлено в таблице 3. При протоковом раке

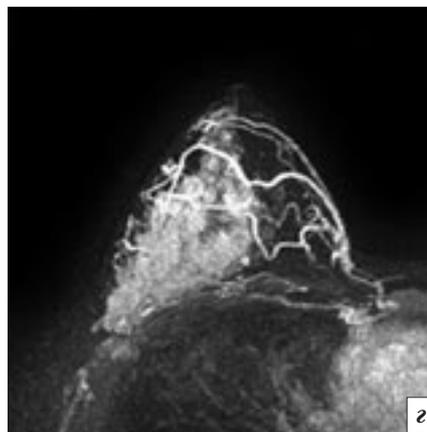
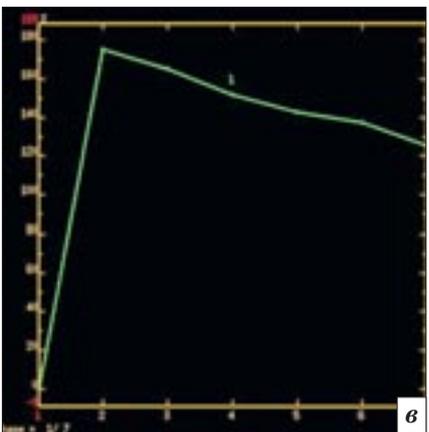
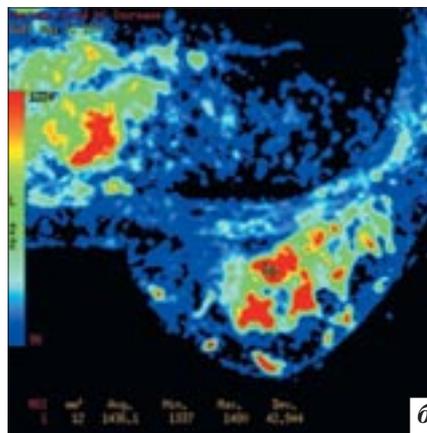
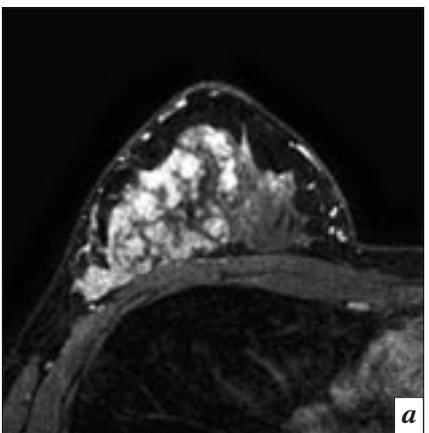
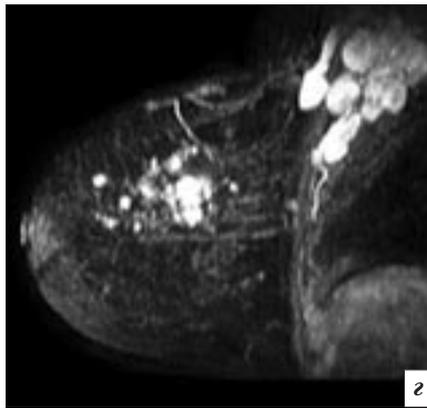
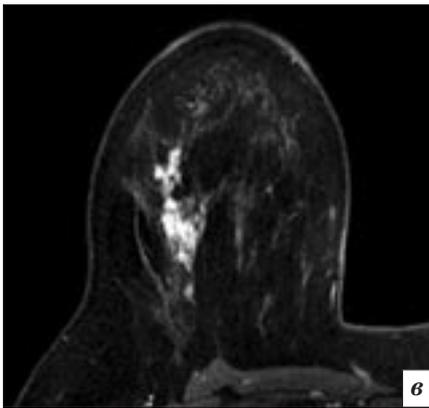
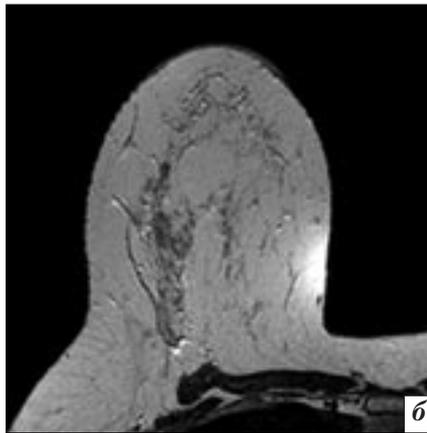
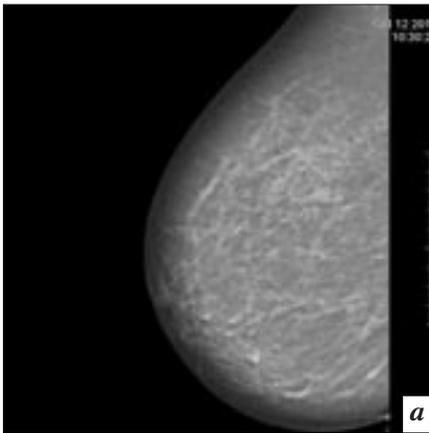


Рис. 8. МР-маммограммы больной 49 лет, обследуемой по поводу метастазов в подмышечных лимфоузлах справа: *а* – на маммограмме правой МЖ выявлен участок нарушения архитектоники, расцененный как фиброз; *б* – на T2-ВИ в этом месте определяется участок уплотнения тканей; *в* – на постконтрастном T1-ВИ выявлена зона патологического контрастирования; *г* – постконтрастное субтракционное T1-ВИ, проекция максимальной интенсивности. Сегментарная зона контрастирования сливного типа и метастазы в подмышечных лимфоузлах. Верифицирован инвазивный рак МЖ.

Рис. 9. Результаты исследования больной 42 лет с инвазивным дольково-протоковым раком правой МЖ (T2-ВИ представлено на рис. 1, *г*): *а* – на постконтрастном T1-ВИ определяется регионарная зона контрастирования сливного типа; *б* – на параметрической карте ROI размещена на участке быстрого K₁ (красный цвет); *в* – кинетическая кривая третьего типа – быстрое первоначальное усиление (178% в 1-й фазе) с последующим вымыванием КВ (125% в последней фазе); *г* – постконтрастное субтракционное T1-ВИ, проекция максимальной интенсивности, определяется опухоль и патологическая сеть сосудов.

Терминология BI-RADS-MPT при характеристике зоны контрастирования

Характеристика	Классификация и значение
Распределение контрастирования	Очаговое (англ. focal) – контрастирование на ограниченном участке (менее квадранта), внутри которого присутствует железистая или жировая ткань (кроме гомогенного типа контрастирования)
	Линейное – контрастирование в виде линии (необязательно прямой) или разветвляющейся линии; такое распределение подозрительно в отношении рака, так как свидетельствует об усилении внутри или вокруг протока
	Сегментарное – контрастирование в виде треугольника или конуса, вершина которого направлена к соску; соответствует области ветвления протока или протоков; подозрительно в отношении распространенного или мультифокального рака
	Регионарное – контрастирование в большом объеме тканей – более системы одного протока, не менее одного квадранта
	Мультирегионарное – контрастирование по крайней мере двух больших объемов тканей, разделенных нормальными тканями, не соответствующее ходу протоков; «географическое», пятнистое усиление
	Диффузное – равномерное распределение контрастирования в тканях желез
Тип контрастирования	Гомогенный – сливное, однородное усиление
	Гетерогенный – неоднородное усиление, участки патологического КУ чередуются с нормальной железистой или жировой тканью
	Сливной (англ. clumped) – усиление в виде «бульжной мостовой», со слиянием отдельных элементов; может выглядеть как гроздь винограда при очаговой зоне контрастирования или как бусы – при линейной; подозрительно в отношении рака
	Сгруппированные кольца (англ. clustered ring) – тонкие кольца усиления, сгруппированные вокруг протоков; подозрительно в отношении рака

in situ чаще всего встречаются сегментарные (42%) или очаговые (33%) зоны контрастирования [19]. Диффузное усиление обычно соответствует доброкачественным процессам или нормальной железисто-фиброзной ткани. Линейное (ранее использовался термин «протоковое») контрастирование может иметь место при протоковом раке *in situ*, фиброзно-кистозной мастопатии, реже атипической протоковой гиперплазии и инвазивном раке [20].

Важное значение для дифференциальной диагностики поражений МЖ имеет оценка кинетики КУ – кривых интенсивности сигнала/время. Для построения кривых необходимо разместить зону интереса (англ. region of interest, ROI) в наиболее интенсивно накапливающей или быстро выводящей КВ части образования, по-

скольку именно такие участки опухоли являются, как правило, наиболее злокачественными. Размер ROI должен быть не менее 3 пикселей. Необходимо визуально проконтролировать, чтобы во всех фазах усиления ROI не выходила за пределы образования, что возможно при движении желез во время сканирования. Двигательные артефакты могут привести к неправильной оценке кинетики КУ. Оценивают *начальную фазу* контрастирования (первые 2 мин после введения КВ или до момента, когда кривая начинает меняться) и *отсроченную фазу* (после 2 мин или с момента, когда кривая начинает меняться). В начальной фазе накопление КВ может быть медленным (<50%), умеренным (50–100%) или быстрым (>100%), в отсроченной фазе – нарастающим, стабильным (плато) или падающим

(вымывание) (рис. 10). Кривая нарастающего типа подразумевает нарастание контрастирования в отсроченной фазе более чем на 10% (кривая первого типа). При кривой типа «плато» сигнал после первоначального подъема не меняется (второй тип кривой). Вымывание подразумевает снижение интенсивности сигнала после достижения точки наибольшего контрастирования более чем на 10% (третий тип кривой) [8, 21, 22].

Для РМЖ наиболее характерен быстрый первоначальный подъем КУ с формированием плато (см. рисунок 4) или вымыванием (см. рисунок 9) [5, 16, 17]. Вероятность рака при нарастающем контрастировании составляет 6% (см. рисунок 6), при плато – 64%, вымывании – 87% [2]. Однако быстрый подъем контрастирования с последующим вы-

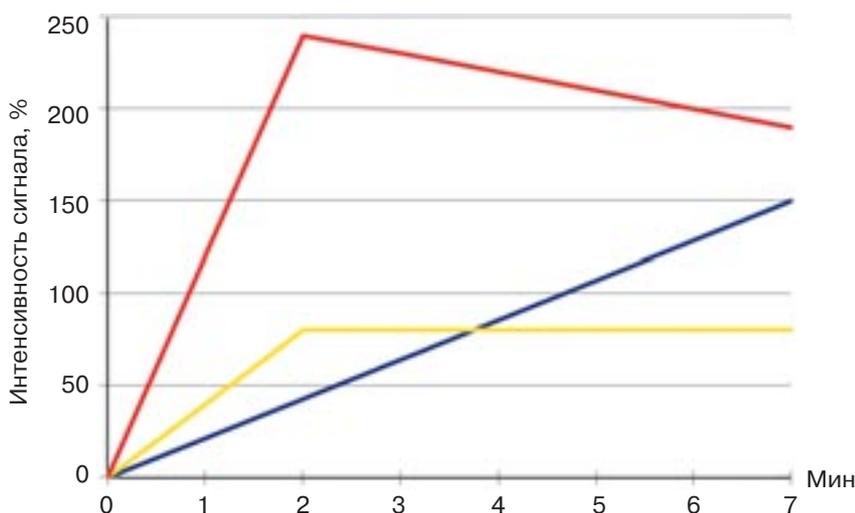


Рис. 10. Схематическое изображение кинетических кривых: синяя – медленно нарастающая, желтая – умеренное нарастание с формированием плато, красная – быстрое нарастание с последующим вымыванием.

вымыванием также характерен для интрамаммарного лимфоузла. Поэтому кинетические параметры должны интерпретироваться в сочетании с другими МР-симптомами. Так, интрамаммарный лимфоузел обычно расположен в верхненаружном квадранте, имеет повышенный сигнал на T2-ВИ, овоидную форму, четкий контур, зону жировых ворот (см. рис. 1).

К *дополнительным признакам РМЖ*, которые должны быть отражены в протоколе МР-маммографии, относятся: втяжение соска, инвазия соска (см. рис. 7), втяжение кожи, утолщение кожи (см. рис. 3), инвазия кожи, подмышечная лимфаденопатия (см. рис. 1, 8), инвазия грудных мышц, инвазия грудной стенки. Об инвазии грудных мышц говорят в случае распространения патологического КУ на грудные

мышцы, об инвазии грудной стенки – при распространении КУ на ребра и межреберные промежутки.

Расположение поражений описывают по квадрантам и циферблату часов, как если бы женщина стояла к нам лицом. Например, 4 часам соответствует нижненаружный квадрант в левой железе и нижневнутренний – в правой. Для описания глубины расположения образования железу условно делят на переднюю, среднюю и заднюю треть. Непосредственно за соском находится субареолярная зона. Также указывают расстояние до соска, кожи или грудной стенки в сантиметрах.

Шкала Фишера

Каждая из представленных в таблице 2 характеристик проиллюстрирована в маммологиче-

ском атласе BI-RADS, что очень полезно при изучении МРТ-сепиотики [6, 7]. Новая версия BI-RADS-MPT содержит ограниченную информацию о том, какие из характеристик чаще встречаются при раке или других заболеваниях МЖ. При определении категории BI-RADS врач исходит из собственных знаний и опыта. В этом отношении интерес представляет предложенная U. Fischer et al. шкала количественной оценки МРТ-симптомов [23]. В зависимости от характерности для РМЖ каждому симптому присваивается балл от 0 до 2 (табл. 4).

По сумме баллов поражения относят к одной из пяти групп, соответствующих категориям BI-RADS: группа 1 (отрицательная) – 0 баллов, группа 2 (доброкачественные изменения) – 1–2 балла, группа 3 (вероятно, доброкачественные изменения) – 3 балла, группа 4 (подозрение на рак) – 4–5 баллов, группа 5 (характерно для рака) – 6–8 баллов. При использовании данной классификационной схемы у 238 женщин с 265 накапливающими КВ поражениями чувствительность и специфичность выявления РМЖ составили 92%. Шкала Фишера, во-первых, сужает перечень характеристик BI-RADS до ряда наиболее типичных для РМЖ, что упрощает интерпретацию МР-маммограмм, во-вторых, позволяет оценить вклад каждой характеристики количественно, что делает использование шкалы достаточно практичным. Вместе с тем шкала показала недостаточную эффективность

Таблица 4

Количественная оценка МРТ-симптомов в зависимости от характерности для РМЖ [23]

Характеристика	Баллы		
	0	1	2
Форма	Круглая, овальная	Неправильная	–
Контур	Четкий	Нечеткий	–
Тип контрастирования	Гомогенный	Гетерогенный	В виде ободка
Начальная фаза контрастирования (первые 3 мин)	< 50%	50–100%	>100%
Отсроченная фаза контрастирования (после 3 мин)	Нарастание	Плато	Вымывание

при протоковом раке *in situ* – 5 из 8 случаев не были диагностированы [22].

Параметрические карты контрастирования и ДВИ

Параметрические карты контрастирования строятся на основе попиксельного анализа динамики накопления и выведения КВ. Для этого обычно используется информация о нескольких фазах КУ, чаще всего доконтрастной, фазе максимального усиления и последней постконтрастной. Набор параметрических карт может отличаться в зависимости от программного обеспечения. Используемое нами программное обеспечение Functool 9.4 (GE, США) позволяет строить следующие карты:

1) Maximum Slope of Increase (максимальный наклон увеличения) – характеризует скорость нарастания контрастирования, которая, как отмечалось ранее, выше в злокачественных опухолях; участки наиболее быстрого КУ отмечены красным или желтым цветом, наиболее медленного – синим или зеленым;

2) Signal Enhancement Ratio (коэффициент усиления сигнала) – рассчитывается как отношение разницы пикового и доконтрастного значений КУ к разнице КУ в последней постконтрастной и доконтрастной фазах; характеризует контрастирование в отсроченной фазе, при этом участки выведения КВ (потенциально наиболее злокачественные) отмечаются красным цветом, плато – зеленым, нарастания контрастирования – синим.

Параметрические карты контрастирования могут быть использованы как для выбора наиболее подозрительных участков для размещения ROI с целью построения кинетических кривых (см. рисунки 4, 9), так и для визуальной оценки гетерогенности кинетики КУ опухоли [25].

Одним из новшеств 5-й редакции BI-RADS является отдельный раздел, посвященный

диффузионной МРТ и МР-спектроскопии. При ДВИ используется специальная импульсная последовательность, которая позволяет обнаружить и количественно оценить диффузию, то есть физиологический процесс естественной термодинамической подвижности молекул воды в тканях. Количественно диффузию оценивают с помощью ИКД. Внутри клеток диффузия ограничена архитектурой клеточных структур и клеточными мембранами. В межклеточном пространстве диффузия более свободна. В злокачественных солидных опухолях увеличена плотность расположения клеток, ввиду чего диффузия снижена. Участки сниженной диффузии имеют высокий сигнал на темном фоне окружающих нормальных тканей на изображениях с высоким значением фактора диффузии b . На картах ИКД они, напротив, имеют низкий сигнал (см. рисунок 5). При эффективной химиотерапии или лучевой терапии плотность расположения клеток в опухоли снижается, что приводит к увеличению ИКД. При МРТ МЖ диффузионная МРТ улучшает визуализацию опухолей по сравнению с доконтрастными T1-ВИ и T2-ВИ (выявлено 86, 62 и 75% опухолей соответственно) [26], дифференцирует доброкачественные опухоли от злокачественных, рецидив рака от постоперационных изменений, повышая специфичность диагностики [4, 5], прогнозирует эффективность химиотерапии. Дополнительную информацию о роли ДВИ при РМЖ можно получить в недавнем обзоре литературы I. Thomassin-Naggaraa et al. [27].

В заключение приводим пример протокола описания МРТ-исследования МЖ, представленного на рисунке 4.

Методика. T2-ВИ, T1-ВИ, диффузионная МРТ (b 0 и 750 с/мм²), T1-ВИ в трансверсальной плоскости по динамической программе до и после контрастирования (6 постконтраст-

ных серий с временным разрешением 1 мин).

Описание. Ткань молочных желез гетерогенно плотная, в связи с чем на доконтрастных изображениях подозрительные структуры в железах не визуализируются. Фоновое контрастное усиление паренхимы умеренное. После контрастирования в правой железе на границе наружных квадрантов в задней 1/3 определяется образование круглой формы, с неровным контуром, диаметром 2,1 см. Быстро накапливает КВ (103% в 1-й фазе, 144% – во 2-й), с формированием плато усиления в отсроченных фазах. МР-диффузия в образовании ограничена (ИКД $0,94 \times 10^{-3}$ мм²/с). Расстояние до грудной мышцы 2 см. В правой подмышечной области несколько лимфоузлов до 1,2 см с жировыми воротами (неподозрительны).

Заключение. МР-картина рака правой молочной железы на границе наружных квадрантов (BI-RADS 5).

Заключение

Система описания и обработки данных лучевых исследований молочной железы (BI-RADS) является практическим инструментом, который позволяет стандартизировать описание МГ, УЗИ и МРТ-исследований МЖ и на основе полученных результатов определить оптимальную тактику ведения пациента. При интерпретации МР-маммографии рекомендуется использовать терминологию, а в заключении указывать категорию BI-RADS. Более широкое внедрение системы BI-RADS на всех этапах – от скрининга до верификации диагноза – будет способствовать повышению качества диагностики и улучшению прогноза при опухолевых заболеваниях МЖ.

Литература

1. Статистика онкологических заболеваний в Республике Беларусь (2003–2012). Под ред. О.Г. Суконко. Минск: РНПЦ ОМР им. Н.Н. Александрова; 2013.

2. Rausch D.R., Hendrick R.E. How to optimize clinical breast MR imaging practices and techniques on your 1.5-T system. *RadioGraphics*. 2006; 26 (5): 1469–84.
3. Peters N.H., Borel Rinkes I.H., Zuithoff N.P. et al. Meta-analysis of MR imaging in the diagnosis of breast lesions. *Radiology*. 2008; 246: 116–24.
4. Tsushima Y., Takahashi-Taketomi A., Endo K. Magnetic resonance (MR) differential diagnosis of breast tumors using apparent diffusion coefficient (ADC) on 1.5-T. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2009; 30: 249–55.
5. Yabuuchi H., Matsuo Y., Okafuji T. et al. Enhanced mass on contrast-enhanced breast MR imaging: lesion characterization using combination of dynamic contrast-enhanced and diffusion-weighted MR images. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2008; 28: 1157–65.
6. Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS). 4th Ed. Reston: American College of Radiology; 2003.
7. ACR BI-RADS. Система описания и обработки данных исследования молочной железы. Маммологический атлас. Под ред. В.Е. Сеницына. М.: Медпрактика-М; 2010.
8. Morris E.A., Comstock C.E., Lee C.H. et al. ACR BI-RADS Magnetic Resonance Imaging. In: ACR BI-RADS Atlas, Breast Imaging Reporting and Data System. Reston, VA, American College of Radiology; 2013.
9. Timmers J.M., van Doorne-Nagtegaal H.J., Zonderland H.M. et al. The Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS) in the Dutch breast cancer screening programme: its role as an assessment and stratification tool. *Eur. Radiol.* 2012; 22 (8): 1717–23.
10. Захарова Н.А., Даффи С.В., Котляров Е.В. и др. Итоги реализации маммографического скрининга в Окружной клинической больнице Ханты-Мансийска. *Онкологии женской репродуктивной системы*. 2011; 3: 6–8.
11. National Comprehensive Cancer Network (NCCN). Breast Cancer Screening and Diagnosis (Version 2.2013). Available at: http://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/breast-screening.pdf (accessed 24 February 2014).
12. Hamy A.S., Giacchetti S., Albiter M. et al. BI-RADS categorisation of 2,708 consecutive nonpalpable breast lesions in patients referred to a dedicated breast care unit. *Eur. Radiol.* 2012; 22 (1): 9–17.
13. Mann R.M., Kuhl C.K., Kinkel K., Boetes C. Breast MRI: guidelines from the European Society of Breast Imaging. *Eur. Radiol.* 2008; 18: 1307–18.
14. Хоружик С.А., Козловская Н.А. Организация и первый опыт клинического использования магнитно-резонансной маммографии. Новейшие технологии лучевой визуализации заболеваний скелета и внутренних органов: Материалы научно-практической конференции. Минск; 2013: 132–5.
15. МРТ молочных желез и BI-RADS (2013). Available at: <http://nld.by/omr/breast> (accessed 24 February 2014).
16. Хоружик С.А., Шиманец С.В., Карман А.В. МРТ-характеристика рака молочной железы при одиночном поражении. *Онкологический журнал*. 2013; 7 (4): 57.
17. Erguvan-Dogan B., Whitman G.J., Kushwaha A.C. et al. BI-RADS-MRI: a primer. *Am. J. Roentgenol.* 2006; 187 (2): W152–60.
18. Cheng L., Li X. Breast magnetic resonance imaging: non-mass-like enhancement. *Gland. Surgery*. 2012; 1 (3): 176–88.
19. Rosen E.L., Smith-Foley S.A., DeMartini W.B. et al. BI-RADS MRI enhancement characteristics of ductal carcinoma in situ. *Breast J.* 2007; 13 (6): 545–50.
20. Liberman L., Morris E.A., Dershaw D.D. et al. Ductal enhancement on MR Imaging of the breast. *Am. J. Roentgenol.* 2003; 181: 519–25.
21. Kaiser W.A. Signs in MR-Mammography. Berlin, Heidelberg, New York: Springer; 2008.
22. Baum F., Fischer U., Voshenrich R., Grabbe E. Classification of hypervascularized lesions in CE MR imaging of the breast. *Eur. Radiol.* 2002; 12: 1087–92.
23. Fischer U., Kopka L., Grabbe E. Breast carcinoma: effect of preoperative contrast-enhanced MR imaging on the therapeutic approach. *Radiology*. 1999; 213 (3): 881–8.
24. Barentsz J.O., Richenberg J., Clements R. et al. ESUR prostate MR guidelines 2012. *Eur. Radiol.* 2012; 22: 746–57.
25. Dromain C., Boyer B., Ferre R. et al. Computed-aided diagnosis (CAD) in the detection of breast cancer. *Eur. J. Radiol.* 2013; 82: 417–23.
26. Park M.J., Cha E.S., Kang B.J. et al. The role of diffusion-weighted imaging and the apparent diffusion coefficient (ADC) values for breast tumors. *Korean J. Radiol.* 2007; 8: 390–96.
27. Thomassin-Naggara I., De Baze-laiebre C., Chopier J. et al. Diffusion-weighted MR imaging of the breast: Advantages and pitfalls. *Eur. J. Radiol.* 2013; 82: 435–43.

References

1. Cancer statistics in the Republic of Belarus (2003–2012). Ed. O.G. Sukonko. Minsk; 2013 (in Russian).
2. Rausch D.R., Hendrick R.E. How to optimize clinical breast MR imaging practices and techniques on your 1.5-T system. *RadioGraphics*. 2006; 26 (5): 1469–84.
3. Peters N.H., Borel Rinkes I.H., Zuithoff N.P. et al. Meta-analysis of MR imaging in the diagnosis of breast lesions. *Radiology*. 2008; 246: 116–24.
4. Tsushima Y., Takahashi-Taketomi A., Endo K. Magnetic resonance (MR) differential diagnosis of breast tumors using apparent diffusion coefficient (ADC) on 1.5-T. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2009; 30: 249–55.
5. Yabuuchi H., Matsuo Y., Okafuji T. et al. Enhanced mass on contrast-enhanced breast MR imaging: lesion characterization using combination of dynamic contrast-enhanced and diffusion-weighted MR images. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2008; 28: 1157–65.
6. Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS). 4th Ed. Reston: American College of Radiology; 2003.
7. ACR BI-RADS. Breast imaging reporting and data system. Breast atlas. Ed. V.E. Sinitsyn. Moscow: Medpraktika-M; 2010 (in Russian).
8. Morris E.A., Comstock C.E., Lee C.H. et al. ACR BI-RADS Magnetic Resonance Imaging. In: ACR BI-RADS Atlas, Breast Imaging Reporting and Data System. Reston, VA, American College of Radiology; 2013.
9. Timmers J.M., van Doorne-Nagtegaal H.J., Zonderland H.M. et al. The Breast Imaging Reporting and

- Data System (BI-RADS) in the Dutch breast cancer screening programme: its role as an assessment and stratification tool. *Eur. Radiol.* 2012; 22 (8): 1717–23.
10. Zakharova N.A., Duffi S.V., Kotlyarov E.V. et al. The results of the implementation of mammography screening in the District Hospital of Khanty-Mansiysk. *Opukholy zhenskoy reproduktivnoy sistemy.* 2011; 3: 6–8 (in Russian).
 11. National Comprehensive Cancer Network (NCCN). Breast Cancer Screening and Diagnosis (Version 2.2013). Available at: http://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/breast-screening.pdf (accessed 24 February 2014).
 12. Hamy A.S., Giacchetti S., Albiter M. et al. BI-RADS categorisation of 2,708 consecutive nonpalpable breast lesions in patients referred to a dedicated breast care unit. *Eur. Radiol.* 2012; 22 (1): 9–17.
 13. Mann R.M., Kuhl C.K., Kinkel K., Boetes C. Breast MRI: guidelines from the European Society of Breast Imaging. *Eur. Radiol.* 2008; 18: 1307–18.
 14. Kharuzhyk S.A., Kozlovskaja N.A. Organization and the first clinical experience with the use of magnetic resonance mammography. In: The latest technologies of diagnostic imaging in diseases of the skeleton and internal organs: Proc. scientific-practical conf. Minsk; 2013: 132–5 (in Russian).
 15. MRI of breast and BI-RADS (2013). Available at: <http://nld.by/omr/breast> (accessed 24 February 2014).
 16. Kharuzhyk S.A., Shymanets S.V., Carman A.V. MRI characteristics of breast cancer in a single lesion. *J. Oncol.* 2013; 7 (4): 57 (in Russian).
 17. Erguvan-Dogan B., Whitman G.J., Kushwaha A.C. et al. BI-RADS-MRI: a primer. *Am. J. Roentgenol.* 2006; 187 (2): W152–60.
 18. Cheng L., Li X. Breast magnetic resonance imaging: non-mass-like enhancement. *Gland. Surgery.* 2012; 1 (3): 176–88.
 19. Rosen E.L., Smith-Foley S.A., DeMartini W.B. et al. BI-RADS MRI enhancement characteristics of ductal carcinoma in situ. *Breast J.* 2007; 13 (6): 545–50.
 20. Liberman L., Morris E.A., Dershaw D.D. et al. Ductal enhancement on MR Imaging of the breast. *Am. J. Roentgenol.* 2003; 181: 519–25.
 21. Kaiser W.A. Signs in MR-Mammography. Berlin, Heidelberg, New York: Springer; 2008.
 22. Baum F., Fischer U., Vosshenrich R., Grabbe E. Classification of hypervascularized lesions in CE MR imaging of the breast. *Eur. Radiol.* 2002; 12: 1087–92.
 23. Fischer U., Kopka L., Grabbe E. Breast carcinoma: effect of preoperative contrast-enhanced MR imaging on the therapeutic approach. *Radiology.* 1999; 213 (3): 881–8.
 24. Barentsz J.O., Richenberg J., Clements R. et al. ESUR prostate MR guidelines 2012. *Eur. Radiol.* 2012; 22: 746–57.
 25. Dromain C., Boyer B., Ferre R. et al. Computed-aided diagnosis (CAD) in the detection of breast cancer. *Eur. J. Radiol.* 2013; 82: 417–23.
 26. Park M.J., Cha E.S., Kang B.J. et al. The role of diffusion-weighted imaging and the apparent diffusion coefficient (ADC) values for breast tumors. *Korean J. Radiol.* 2007; 8: 390–96.
 27. Thomassin-Naggaraa I., De Bazelaire C., Chopier J. et al. Diffusion-weighted MR imaging of the breast: Advantages and pitfalls. *Eur. J. Radiol.* 2013; 82: 435–43.

Поступила 19.03.2014