КАК ИСПОЛЬЗОВАТЬ ШКАЛУ КАЙЗЕРА ДЛЯ ПРИНЯТИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МРТ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Дитцель М.¹, Мазо М.А.^{2,3}, Рожкова Н.И.^{2,3}, Хоружик С.А.⁴,
Куплевацкая Д.И.⁵, Бусько Е.А.^{6,7}, Ходикян Г.К.⁸, Бальтцер П.А.Т.⁹

Цель исследования. Разработка универсальной системы оценки МР-изображений молочной железы.

Материалы и методы. Высокая чувствительность и специфичность МРТ молочной железы (МРТ МЖ) позволяют использовать метод для уточняющей диагностики заболеваний различной природы и рака при скрининговом обследовании женщин из группы высокого риска.

Результаты. МРТ визуализация молочной железы отличается многообразием изображений с разной МР-взвешенностью, что требует структурированного подхода при описании томограмм. Отсутствие такого подхода повышает количество ложноположительных заключений и нивелирует преимущества метода, заставляя неоправданно использовать дополнительные технологии обследования. Также широко распространенная в мировой практике система BI-RADS (Система описания и обработки данных лучевых исследований молочной железы) для стандартизированного и структурированного описания медицинских изображений не содержит правил принятия окончательных клинических решений. Этот пробел восполняет шкала Кайзера, которая включает 4 независимых критерия из лексикона BI-RADS (контур опухоли, кинетическая кривая, внутреннее контрастное усиление, признаки наличия отека), совокупно представленные в виде диаграммы.

Заключение. Вычисляемый с помощью шкалы Кайзера итоговый балл надежно оценивает вероятность злокачественного процесса независимо от опыта исследователя. Данный иллюстрированный обзор является практическим руководством к применению шкалы Кайзера при интерпретации МРТ МЖ.

Ключевые моменты. 1) При МРТ МЖ необходимы стандартизация подготовки пациента, методики выполнения исследования и описания полученных результатов. 2) Описание МРТ МЖ включает оценку паренхимы молочной железы, характеристику патологических очагов и дополнительных находок. 3) Шкала Кайзера основана на принципах доказательной медицины, обеспечивает эффективную диагностики при соблюдении вышеперечисленных факторов.

Ключевые слова: МРТ молочной железы, принятие клинических решений, рак молочной железы, диагностический маршрут.

Контактный автор: Мазо М.А., e-mail: m_mazo@mail.ru

Для цитирования: Дитцель М., Мазо М.А., Рожкова Н.И., Хоружик С.А., Куплевацкая Д.И., Бусько Е.А., Ходикян Г.К., Бальтцер П.А.Т. Как использовать шкалу кайзера для принятия диагностических решений при мультипараметрической МРТ молочной железы. REJR 2020; 10(3):58-76. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-3-58-76.

Статья получена: 30.08.20

Статья принята: 28.09.20

1 - Университетская больница Эрланген-Нюрнберг, г. Эрланген, Германия.

2 - Национальный центр онкологии репродуктивных органов МНИОИ им. П.А. Герцена — филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России, г. Москва, Россия.

3 - ФНМО ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Россия

4 - Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова, агр. Лесной, Беларусь.

5 - ООО «Лечебно-диагностический центр Международного института биологических систем имени Сергея Березина», г. Санкт-Петербург, Россия.

6 - ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Петрова" Министерства здравоохранения РФ, г. Санкт-Петербург, Россия.

7 - Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия.

8 - ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», г. Москва, Россия.

9 - Венский медицинский университет г. Вена, Австрия.

HOW TO USE THE KAISER SCORE AS A CLINICAL DECISION RULE FOR DIAGNOSIS IN MULTIPARAMETRIC BREAST MRI

Dietzel M.¹, Mazo M.L.^{2,3}, Rozhkova N.V.^{2,3}, Kharuzhyk S.A.⁴, Kuplevatskaya D.I.⁵, Busko E.A.^{6,7}, Hodikan G.K.⁸, Baltzer P.A. T.⁹

Purpose. Development of a universal system for evaluating MRI images of the breast. **Material and methods.** Due to its superior sensitivity, breast MRI (bMRI) has been established as an important additional diagnostic tool in the breast clinic and is used for screening in patients with an elevated risk for breast cancer.

Results. Breast MRI, however, is a complex tool, providing multiple images containing several contrasts. Thus, reading bMRI requires a structured approach. A lack of structure will increase the rate of false-positive findings and sacrifice most of the advantages of bMRI as additional work-up will be required. While the BI-RADS (Breast Imaging Reporting And Data System) lexicon is a major step toward standardised and structured reporting, it does not provide a clinical decision rule with which to guide diagnostic decisions. Such a clinical decision rule, however, is provided by the Kaiser score, which combines five independent diagnostic BI-RADS lexicon criteria (margins, SI-time curve type, internal enhancement and presence of oedema) in an intuitive flowchart.

Conclusion. The resulting score provides probabilities of malignancy that can be used for evidence-based decision-making in the breast clinic. Notably, considerable benefits have been demonstrated for radiologists with initial and intermediate experience in bMRI. This pictorial essay is a practical guide to the application of the Kaiser score in the interpretation of breast MRI examinations.

Teaching Points. 1) bMRI requires standardisation of patient-management, protocols, and reading set-up. 2) Reading bMRI includes the assessment of breast parenchyma, associated findings, and lesions. 3) Diagnostic decisions should be made according to evidence-based clinical decision rules. 4) The evidence-based Kaiser score is applicable independent of bMRI protocol and scanner. 5) The Kaiser score provides high diagnostic accuracy with low inter-observer variability.

Keywords: BreastMRI, clinical decision-making, breast cancer, patientmanagement

Corresponding author: Mazo M.L., e-mail: m_mazo@mail.ru

For citation: Dietzel M., Mazo M.L., Rozhkova N.V., Kharuzhyk S.A., Kuplevatskaya D.I., Busko E.A., Hodikan G.K., Baltzer P.A. T. How to use the kaiser score as a clinical decision rule for diagnosis in multiparametric breast MRI. REJR 2020; 10(3):58-76. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-3-58-76.

Received: 30.08.20

Accepted: 28.09.20

МРТ молочных желёз (МРТ МЖ) была впервые проведена двумя европейскими радиологами Сильвией Хейванг-Кёбруннер и Вернером Алоизом Кайзером в середине 1980-х годов [1, 2]. Клинический опыт показал высокую чувствительность метода в выявлении рака молочной железы (РМЖ), что определило его место как основного средства визуализации второй линии [3–8]. Несмотря на продолжающиеся дискуссии, были установлены основные показания к МРТ МЖ при скрининге в группах высокого риска, а также – при несоответствии клинических данных и стандартных радиологических методов [4, 5, 9, 10].

Вместе с тем, окончательная постановка

диагноза с помощью МРТ МЖ остается сложной задачей в связи с необходимостью мультипараметрической оценки множества критериев в различных последовательностях (T1/T2-взвешенные изображения (ВИ), динамическое контрастное усиление, диффузионно-взвешенное исследование (ДВИ)), характеризующих патологический очаг. Диагностическая информация каждой последовательности должна быть проанализирована индивидуально, сопоставлена друг с другом и обобщена для окончательной оценки [11]. При соблюдении алгоритма исследования, применении стандартизированных критериев расшифровки МРТ МЖ дает высокую точность, чувствительность и специфичность [12–15].

- 1 - University Hospital Erlangen-Nürnberg, Erlangen, Germany.
- 2 - National Center of Oncology of Reproductive Organs. P.A. Herzen Federal Medical Research Center – branch of the of FSBI NMRRС of the Ministry of Health of the Russian Federation.
- 3 - Peoples' Friendship University of Russia. Moscow, Russia
- 4 - N.N. Alexandrov Republican Scientific-and-Practical Center of Oncology and Medical Radiology, poselok Lesnoy, Belarus
- 5 - Medical Institute named after Berezin Sergey (MIBS), Saint-Petersburg, Russia.
- 6 - N.N. Petrov National Medical Research Center of oncology. Saint-Petersburg, Russia
- 7 - Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia
- 8 - RANEPА - The Russian Presidential Academy of National Economy and public Administration. Moscow, Russia
- 9 - Medical University of Vienna, Vienna, Austria.

Отсутствие подобного структурированного подхода к интерпретации полученной визуальной информации приводит к росту частоты ложноположительных заключений, что нивелирует преимущества МРТ МЖ и требует дополнительных исследований.

Определяющим условием для постановки точного диагноза является качественно проведенное исследование.

Вторым условием является стандартизация интерпретации изображений, учитывающая мультипараметрическую природу МРТ МЖ.

Стандартизация описания результатов исследования исключает зависимость от опыта врача.

С учетом сказанного, система BI-RADS – это не правило принятия клинических решений (англ. clinical decision rule), а скорее лексикон, общий язык для описания поражений МЖ [16].

Разработанное Вернером Кайзером правило принятия решений называли „системой оценки Кайзера“ (соК) или „шкалой Кайзера“ [16–18].

Настоящая работа преследует цель улучшить взаимопонимание между врачами разных стран, говорящих на разных языках, с помощью единой терминологии. Она подготовлена на основе англоязычной статьи и является практическим руководством по применению шкалы Кайзера при интерпретации МРТ молочных желез для (DOI: 10.1007/s13244-018-0611-8).

Качество визуализации.

Необходимым условием для точной диагностики является качественная визуализация, включая как стандартизованную подготовку пациента, так и стабильное качество изображений в соответствии с заранее определенными стандартами. Первостепенное значение имеют скialogические признаки поражения, особенности контрастирования патологических участков и дополнительные признаки. Даже при многолетнем опыте рентгенолога соблюдение единого протокола при сравнении с предыдущими исследованиями помогает процессу диагностики. Протокол визуализации должен быть коротким и включать только диагностически значимые импульсные последовательности (рис. 1). Современный протокол сканирования МРТ МЖ должен быть мультипараметрическим и включать Т2-ВИ, ДВИ и динамические контрастно-усиленные Т1-взвешенные изображения [4, 5, 9, 12].

Ключевыми аспектами в получении изображений являются следующие:

- Режим жироподавления может быть добавлен к сканированию Т1-ВИ и/или Т2-ВИ в соответствии с личными предпочтениями и является обязательным при ДВИ. Результаты спектрального режима жироподавления сильно

зависят от состава ткани молочной железы (хуже в молочных железах с преобладанием жировой ткани) и однородности поля В0 (ниже в более сильных полях и старых системах МРТ). Альтернативой таким техникам жироподавления для визуализации Т1-ВИ и Т2-ВИ является метод Диксона, который в значительной степени не зависит от однородности поля В0.

- Пространственное разрешение в плоскости сканирования гораздо важнее для общей оценки изображения, нежели толщина среза. Поэтому рекомендуется применять неизотропные воксели с относительно высокой толщиной среза для обеспечения достаточного отношения сигнал/шум (SNR). Толщина среза должна составлять около 2 мм, но не более 3 мм, чтобы избежать эффекта частичного объемного.

- Контрастные вещества следует вводить в стандартной дозировке 0,1 ммоль/кг массы тела. Динамические изображения следует получать в течение 4–5 мин после инъекции. Отсроченное сканирование добавляет лишь незначительную диагностическую информацию. Задержка введения контрастного вещества должна быть установлена таким образом, чтобы обеспечить адекватное контрастирование в первой постконтрастной фазе, определяемое как контрастное усиление не только в артериальных сосудах, но и во всех контрастируемых поражениях. Временное разрешение должно быть менее 2 мин.

- Базовое диффузионно-взвешенное исследование (ДВИ) должно выполняться в аксиальной проекции с использованием двух значений фактора диффузии b , включая один низкий (b_0 –50 с/мм²) и один высокий (около 800 с/мм²). Значение b_0 требует меньше времени для сканирования, так как не используется диффузионно-сенсibiliзирующий градиент, тогда как b_{50} уменьшает вклад перфузии в значение измеряемого коэффициента диффузии (ИКД). Рекомендуется режим жироподавления SPAIR. Пространственное разрешение должно быть анизотропным (более высокое разрешение в плоскости сканирования) и настолько высоким, насколько это позволяют условия SNR.

В дополнение к экономическим аспектам, продолжительное исследование приводит к усталости пациента и появлению двигательных артефактов, ухудшающих качество изображения. Квалифицированный специалист уделяет большое внимание эмоциональной связи с пациентом, являющейся важным фактором обеспечения качественного обследования.

Расшифровка изображений.

Для ускорения расшифровки МРТ МЖ и снижения числа возможных ошибок рекомендуется использовать стандартный протокол размещения изображений на экране. Серии

Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Мультипараметрический протокол МРТ МЖ.

Полноценное исследование может быть выполнено за 15 минут. Подготовку пациента, включая установку венозного катетера, следует проводить за пределами комнаты, в которой находится сканер. Рекомендуемое сканирование в аксиальной плоскости начинается с доконтрастных последовательностей: T2-ВИ, ДВИ и (в качестве дополнительного варианта) STIR. У 47-летней пациентки определяется образование с перифокальным отеком и центральным некрозом. Получение динамических постконтрастных изображений должно проходить в течение 4-5 мин после введения контрастного вещества. Приведенные изображения соответствуют 8 баллам по шкале Кайзера (Рис. 7), что позволяет заподозрить злокачественную природу образования. Патоморфологическое исследование выявило инвазивный протоковый рак G3.

Fig. 1. Multiparametric bMRI protocol.

A full triparametric bMRI protocol can be acquired in 15 min of magnet time. Patient preparation, including venous catheter placement, should be done outside the scanner room. The (recommended) axial protocol starts with precontrast T2w- TSE, DWI, and STIR (optional) sequences. Here, a mass lesion in a 47- year-old patient with perifocal oedema and central necrosis is easily depicted. Dynamic scanning should include 4–5 min of post-contrast acquisition. The example demonstrates a type III curve, and the resulting Kaiser score is 8 (see Fig. 7), highly suggestive of malignancy. Histopathology revealed an invasive ductal cancer G3.

изображений должны быть синхронизированы между собой и отображены со стандартизованными параметрами окна визуализации. Это позволяет одновременно и точно интерпретировать все последовательности с различными уровнями увеличения (рис.2)

Интерпретацию МРТ МЖ следует проводить с использованием лексикона BI-RADS для МРТ, обеспечивающего единообразие терминов для понимания специалистами различных отделений и учреждений. Перед оценкой поражения оценивают количество фиброзно-железистой ткани и фоновое усиление паренхимы [19].

Идентификация и описание поражения.

Патологический участок на МР-томограммах определяется как накапливающая контрастный препарат структура, которая не может быть объяснена нормальной анатомией, включая фоновое контрастное усиление, осложненные кисты и технические артефакты. Поскольку более 99% диагностически значимых

поражений демонстрируют патологическое контрастное усиление, первые две постконтрастные серии в режиме субтракции идеально подходят для выявления поражений.

Двигательные артефакты могут существенно ухудшить качество изображений. Поэтому всегда необходимо просматривать несубтракционные до- и постконтрастные T1-ВИ для поиска поражений. Ложноотрицательные результаты на этом этапе обычно связаны с локализацией вблизи грудной стенки, в аксиллярном сегменте молочной железы или в самой подмышечной впадине. При наличии патологических изменений при маммографии или УЗИ важно обнаружить их на T1-ВИ и T2-ВИ, поскольку такие поражения могут не контрастироваться.

Описание каждого поражения должно включать:

Размер, локализация и анатомические взаимоотношения

Наибольший размер поражения должен

Рис. 2. Стандартизированная схема размещения серий изображений для двухэкранного режима чтения.

Стандартизированное размещение изображений сокращает время чтения и повышает диагностическую достоверность при одновременном уменьшении потенциальных ошибок. Все серии должны быть синхронизированы, что позволяет одновременно просматривать и масштабировать. Наблюдение - 44-летняя пациентка с высоким риском. А: карта ИКД; В: ДВИ-изображение с высоким значением b; С: доконтрастное T1-ВИ (здесь с наложенной цветовой картой контрастирования, указывающей на выраженное вымывание контрастного вещества, обозначенное красным цветом); D: T2-ВИ-TSE; E/F: серия с субтракцией – ранняя фаза контрастного усиления; G/H: отсроченная фаза контрастного усиления с субтракцией (E-H); следует использовать одинаковые настройки ширины и центра окна В правой молочной железе определяется поражение размером 5 мм с гомогенным контрастным усилением (E, F) с последующим ранним вымыванием в центральных отделах (C, G, H: „wash out“ = красный цвет). Имеет умеренно гиперинтенсивный сигнал на T2-ВИ изображениях [D, отсутствие ограничения диффузии (A, B)]. Поражение соответствует 4 баллам по шкале Кайзера (рис. 6); биопсия под МРТ-наведением выявила доброкачественные изменения - аденоз, В2.

Fig. 2. Standardised hanging protocol/reading layout for a two-screen solution.

Standardised hanging protocols decrease the reading time and increase diagnostic confidence while reducing potential sources of errors. All series should be linked, allowing simultaneous scrolling and zooming. This example shows a 44-year-old high-risk patient. A: ADC map; B: high b-value DWI image; C: pre-contrast T1w (here with superimposed colour-coded enhancement map indicating dominant wash-out, coded in red); D: T2w-TSE; E/F: early contrast-enhanced scan with corresponding subtraction; G/H: delayed contrast-enhanced scan with corresponding subtraction within the dynamic series (E-H); the same windows and centre setting should be used. This step should be performed for subtracted and non-subtracted images separately. An incidental lesion of 5 mm in size is present in the right breast, showing homogeneous enhancement (E, F), followed by early and central wash-out (C, G, H). Intermediate T2w-signal [D, no restricted diffusivity (A, B)]. The lesion corresponds to a Kaiser score of 4 (see Fig. 7); MRI-guided biopsy revealed a benign adenosis B2.

быть указан в сантиметрах в передне-заднем направлении. В более сложных случаях необходимо указать второй размер в перпендикулярной плоскости. Для улучшения понимания и последующего УЗИ-дообследования мы предпочитаем указать положение по часовой стрелке в соответствующей зоне: ретроареолярная, центральный или задний отдел МЖ. Также необхо-

димо указать, распространяется ли паренхима молочной железы в подмышечную впадину, находится поражение внутри, или снаружи паренхимы молочной железы. Последнее наводит на мысль о интрамаммарном лимфатическом узле. При подозрении на РМЖ также важно отметить минимальное расстояние до соска, кожи и грудной стенки, а также инфильтриро

Рис. 3. Диагностические критерии: контуры могут быть ровными или неровными.

Ровные контуры указывают на доброкачественное поражение и чаще встречаются при образованиях (англ. mass) (А), нежели зонах контрастирования (англ. non-mass enhancement) (Б). Неровные контуры встречаются при образованиях (В), зонах контрастирования (Г), указывая на промежуточный риск РМЖ. Лучистые контуры (Д: образование, Е: зона контрастирования) в высшей степени наводят на мысль о злокачественности. Данный критерий был назван Кайзером «симптом корня» (англ. root sign).

Fig. 3. Diagnostic criteria: margins. Margins can be either circumscribed or not circumscribed.

Circumscribed margins indicate a benign lesion and are more regularly found in mass (A) than in non-mass (B) lesions. Noncircumscribed margins include irregular (C: mass lesion, D: non-mass lesion), hinting at an intermediate risk of breast cancer, and spiculated. Spiculated margins (E: mass lesions, F: non-mass lesion) are highly suggestive of malignancy. Note that the most suspicious criterion applies; thus, single spiculae in an otherwise circumscribed lesion constitute spiculated margins. This is why this criterion was named the Broot sign by Kaiser.

ваны ли эти структуры, поскольку от этого зависит хирургическая тактика.

Тип поражения: образование, зона контрастирования или очаг?

Поражение в МЖ, накапливающее контрастное вещество, может быть двух видов: образование (mass) и зона контрастирования (non-mass enhancement). Категория «очаг» (focus) относится к единичным поражениям размером ≤ 5 мм, которые слишком малы для морфологической оценки. Несколько асимметричных и сгруппированных очагов могут быть описаны как зона контрастирования [20]. Большинство фиброаденом, папиллом и инвазивных раков молочной железы представлены в виде «образования», в то время как «зоны контрастирования» включают инвазивные долько-вые раки, DCIS, поражения высокого риска и пролиферативные или воспалительные изменения. Следует отметить, что шкала Кайзера применима как к образованиям, так и зонам контрастирования.

Диагностические критерии.

При описании поражения необходимо использовать наиболее подозрительные в отношении злокачественности симптомы. Например,

если поражение характеризуется главным образом кинетической кривой нарастающего типа, но на небольшом участке определяется вымывание (англ. wash-out), не обусловленное артефактами, то такое поражение характеризуется вымыванием контрастного вещества.

Если у поражения с четкими ровными контурами обнаруживается участок с лучистыми контурами, то это поражение следует классифицировать как поражение с лучистыми контурами.

Важно с учетом ограниченного пространственного разрешения МРТ МЖ и вероятного наличия артефактов диагностические критерии применять только при их однозначном наличии.

Контуры (Рис. 3)

Согласно лексикону BI-RADS контуры патологического участка могут быть ровными, неровными или лучистыми. Вероятность злокачественности выше при лучистых контурах.

В дополнение к стандартным критериям BI-RADS, мы считаем необходимым оценивать контуры как для образований, так и для зон контрастирования. Хотя зона контрастирования, как правило, имеет неровные контуры, но

может иметь и лучистые, как это показано на Рис. 3f.

Тип кинетической кривой.

Форма кривой интенсивности сигнала определяется начальным и отсроченным контрастированием. Она оценивается путем сравнения одних и тех же зон на ранних и отсроченных сериях.

1. Постоянное увеличение сигнала определяется как «нарастающая кривая» (persistent curve).

2. Стабильный сигнал на протяжении периода времени определяется как «плато» (plateau).

3. Падение сигнала от ранней фазы к отсроченной фазе называется «вымыванием» (wash-out).

Вероятность злокачественности возрастает от кривой I типа к кривой III типа [17, 19, 21-24и]. Персистирующая кривая указывает на доброкачественные, а вымывание – злокачественные поражения.

Плато считается неоднозначным признаком.

Как оценивать различные типы кинетических кривых? Рекомендуется визуальная оценка типов кривых, поскольку она более быстрая и менее подвержена влиянию артефактов движения и/или частичного объема, чем полуавтоматические измерения ROI или полностью автоматическое CAD-измерение. Все три метода показывают сопоставимые диагностические результаты для оценки кривых динамического контрастирования [23, 25-27].

Рис. 4 а (Fig. 4 a)

Рис. 4 б (Fig. 4 b)

Рис. 4. Диагностические критерии: неподозрительный паттерн внутреннего контрастирования.

А: гомогенное контрастирование свидетельствует о доброкачественности поражения. Даже при гомогенном контрастировании в поражении могут встречаться участки меньшего контрастирования или неконтрастируемые участки из-за септ и фиброзных участков [А, верхние два ряда, раннее усиление: субтракция (оба изображения слева) и T2-ВИ (справа)]. Однородность труднее оценить в зонах контрастирования (А, нижний ряд), и она имеет однородную внутреннюю структуру. Данная особенность была названа «пунктирным» контрастированием в первоначальном лексиконе BI-RADS.

Б: Центральное или центробежное контрастирование в высокой степени свидетельствует о доброкачественном поражении. Для этого необходимо рассмотреть доконтрастные изображения. Данная особенность обычно характерна для образований (А, верхний ряд, слева направо, ранняя фаза контрастного усиления, отсроченная фаза контрастного усиления и T2-ВИ). В зонах контрастирования может также присутствовать эта типичная особенность доброкачественного процесса (В, нижний ряд, отмечено стрелками).

Fig. 4. Diagnostic criteria: non-suspicious internal enhancement patterns.

A: Homogeneous enhancement suggests benign lesions. Note that even a homogeneous enhancing lesion may show areas of lesser or absent enhancement due to septae and fibrotic parts [A, upper two rows, each early enhanced subtractions (left) and T2w (right)]. Homogeneity is more difficult to assess in non-mass lesions (A, lower row) and includes homogeneous internal morphology. Therefore, this feature was referred to as Bstippled^ enhancement in the initial BI-RADS lexicon.

B: A central or centrifugal enhancement is highly suggestive of a benign lesion. To assess this feature, pre-contrast images need to be considered. While this feature usually applies to mass lesions only (A, upper row, from right to left, early, delayed enhanced, and T2w images), non-mass lesions may also present with this typical benign feature (B, lower row, note the by far larger lesion correlate on the right T2w image, as marked by arrows).

Преимущество автоматического CAD-измерения подтверждено только для зон контрастирования [28]. Автоматическое цветовое картирование с помощью CAD-измерения может помочь выявить зоны вымывания.

Паттерн внутреннего контрастирования (ПВК, Рис. 4).

Шкала Кайзера разделяет ПВК на подозрительный и не подозрительный

Не вызывающий подозрений ПВК присутствует при гомогенном и центробежном контрастировании (Рис. 4).

- Центробежное контрастирование характерно для доброкачественных образований, таких как фиброаденома. Вначале контрастируется зона только центральной части поражения, за ней медленно контрастируется остальная часть поражения в процессе отсроченного динамического сканирования. Особенно при больших (>5-10 мм) поражениях контрастное усиление может затронуть только часть объема, ранее называвшегося центральным контрастированием по классификации BI-RADS. Пересмотренная классификация BI-RADS опустила этот диагностический критерий, который типичен для фиброаденом, из-за его недостаточного использования.

- Гомогенное контрастирование устанавливают при однородном контрастировании без пространственного изменения сигнала.

Подозрительный ПВК присутствует при неоднородном и центростремительном контрастировании (Рис. 5).

- Гетерогенное контрастирование проявляется неоднородным контрастированием в каждом скане динамической серии. В пределах участка поражения различимы разные компоненты с различным уровнем яркости.

- Центростремительное контрастирование свидетельствует о злокачественном поражении. Первоначально контрастируется периферия поражения (согласно лексикону BI-RADS «ободок контрастирования»). В зависимости от наличия центрального фиброза или некроза центральная часть поражения показывает замедленное или неполное контрастирование. Отсутствие какого-либо центростремительного контрастирования у поражения с контрастированием по типу ободка может указывать на воспалительный процесс, такой как абсцесс.

Отёк.

Отёк определяется как перифокальные, диффузные ипсилатеральные или подкожные участки высокой интенсивности сигнала на T2-ВИ, вызванные жидкостью, которая расположена вне кист или протоков (Рис. 6). Этот признак патогномичен для злокачественного поражения и предполагает лимфангиогенез и повышенный риск метастазирования в лимфатические узлы [29, 30]. Отметим, что двусторон-

ний диффузный отёк не является диагностическим признаком злокачественного поражения, так как он, скорее всего, ассоциирован с сердечной или почечной недостаточностью. Сразу же (от нескольких часов до нескольких дней) после биопсии может возникнуть ложноположительный перифокальный отёк из-за постинтервенционных изменений. Если не применяется режим жироподавления, важно выбрать относительно длинное время эха для последовательностей T2-ВИ (~ 180–200 мсек.). Это позволит надежно дифференцировать жир и воду из-за более высокой интенсивности сигнала от водосодержащих сред. Изображения STIR и T2-ВИ одинаково подходят для оценки отёка [31].

Шкала Кайзера и ее перевод в категорию BI-RADS.

Шкала Кайзера (Рис. 7) - это алгоритм клинического решения, позволяющий дифференцировать доброкачественные и злокачественные поражения молочной железы на основе принципов доказательной медицины.

Шкала Кайзера представляет собой алгоритм принятия решений, организованный в виде диаграммы для трёхступенчатой оценки поражений на базе четырех независимых диагностических BI-RADS признаков, описанных в предыдущем разделе. Результатом прохождения по схеме сверху вниз является диагностический балл, отражающий возрастание вероятности злокачественных новообразований с 1 до 11 баллов. Каждое значение балла основано на определенной комбинации диагностических критериев, отражающих фенотипы поражений, ассоциированные с типичными диагнозами (см. табл.1 и рисунки 8, 9, 10, 11, 12). Этот аспект полезен не только для дифференциальной диагностики, но и для документирования и обучения. Для принятия клинических решений баллы ниже 5 говорят о доброкачественности поражения, в то время как биопсия показана начиная с 5 баллов.

Вместе с тем, важно учитывать клинический контекст: при выявлении ретроареоларного поражения с баллом по шкале Кайзера, равном 2, у женщины с кровянистыми выделениями, пациентку следует направить на биопсию, так как выявленное поражение может быть симптоматической доброкачественной папилломой. Баллы, превышающие 7, указывают на значительную вероятность злокачественности (BI-RADS 4/5), что требует тщательной оценки согласованности между результатами биопсии и визуализацией, если гистологическое исследование указывает на доброкачественную природу. Опыт применения шкалы Кайзера и эмпирические исследования показали особую полезность для начинающих рентгенологов. Особенностью шкалы Кайзера является то, что она компенсирует вариабельность при оценке от-

Рис. 5 а (Fig. 5 a)

Рис. 5 б (Fig. 5 b)

Рис. 5. Диагностические критерии: подозрительные паттерны внутреннего контрастирования.

Гетерогенное контрастирование может быть при РМЖ и присутствовать как в образованиях (англ. mass), так и зонах контрастирования (англ. non-mass enhancement) (А, верхний и нижний ряд соответственно). Специфическим для злокачественных поражений является центростремительное (в виде ободка) контрастирование (Б). Широкий гетерогенный ободок при замедленном контрастировании центральных отделов поражения ассоциируется с РМЖ (Б, верхний ряд). Однако слабое и однородное контрастирование в виде тонкого ободка при отсутствии контрастирования центра поражения указывает на воспалительные процессы, кисты, жировой некроз, абсцесс (Б, верхний ряд, поражение вверху слева). В зонах контрастирования контрастирование ободка может быть множественным и кластерным (Б, нижний ряд) - «кластерное кольцевидное контрастирование» по лексикону BI-RADS (англ. clustered ring enhancement).

Fig. 5. Diagnostic criteria: suspicious internal enhancement patterns.

Heterogeneous enhancement may be associated with breast cancer and applies to mass and non-mass lesions (A, upper and lower row, respectively). Specific for malignancy is a centripetal or rim-like enhancement (B). In particular, a broad heterogeneous rim, regularly associated with a delayed enhancement of the central lesion parts, is highly suggestive of breast cancer (B, upper row). However, a thin, rather subtle and homogeneous rim enhancement with absent enhancement of the lesion centre hints at inflammatory conditions, such as cysts, liponecrosis, and abscess (B, upper row, left upper lesion). In non-mass lesions, rim enhancement may appear in a multiple and clustered manner (B, lower row) and is referred to as clustered ring enhancement in the BI-RADS lexicon.

Рис. 6 а (Fig. 6 a)

Рис. 6 б (Fig. 6 b)

Рис. 6. Диагностические критерии: отёк.

Как показано на (А), отёк присутствует, если вызванная жидкостью гиперинтенсивность на T2-ВИ, вне кист или расширенных протоков, обнаружена в молочной железе, содержащей контрастируемое поражение. Отёк может быть перифокальным [А, вверху справа (образование) и внизу справа (зона контрастирования)] или более диффузным (А, внизу слева, показан подкожный, диффузный и пре-/внутригрудной отёк при воспалительном раке молочной железы с выраженным лимфангитом). Б: Отсутствие отёка. Распространённой ловушкой, вызывающей ложноположительную оценку отёка, являются артефакты химического сдвига на границах раздела жир-вода, вызванные сосудами (например, В верху справа, внизу справа) и инкапсулированными фиброаденомами на границе паренхима-жир.

Fig. 6. Diagnostic criteria: oedema.

As shown in (A), oedema is present if fluid-caused T2w hyperintensity not attributable to cysts or dilated ducts is identified in the breast that harbours an enhancing lesion. Oedema may be perifocal [A, upper right (mass) and lower right (non-mass)] or more diffuse (A, lower left, showing subcutaneous, diffuse, and pre-/intrapectoral oedema in an inflammatory breast cancer case with distinct lymphangiosis). B: Absent oedema. The common pitfall causing falsepositive oedema assessment is chemical shift artefacts in sharp fat-water interfaces, such as that caused by vessels (e.g., B upper right, lower right) and capsulated fibroadenomas at the parenchyma-fat interface.

Kaiser score flowchart

Рис. 7 (Fig. 7)

Рис. 7. Диаграмма шкалы Кайзера.

Балл по шкале Кайзера выставляется в соответствии с диаграммой, если идти сверху вниз, что позволяет специалисту определить наличие или отсутствие четырех диагностических критериев (наличие лучистых контуров является основополагающим критерием оценки по классификации BI-RADS). Полученный балл связан с повышением риска развития злокачественных новообразований (от 1 до 11) и может быть переведен в категории BI-RADS следующим образом: 1—4: минимальный риск РМЖ—BI-RADS 2/3; 5—7: средний риск РМЖ—BI-RADS 4; 8—11: высокий риск РМЖ—BI-RADS 5. Дополнительные критерии включают: наличие подозрительных микрокальцинатов (+2) и высоких значений ИКД (-4). Более подробная информация и пояснения приводятся в основном тексте

Fig. 7. The Kaiser score flowchart.

The Kaiser score is assigned by following a simple flowchart from the top to the bottom, which lets the reader assign the presence or absence of four diagnostic criteria (presence of spiculation being a formal subgroup of margin assessment according to BI-RADS). The resulting score is associated with an increasing risk of malignancy (from 1 to 11) and can be translated into BI-RADS categories as follows: 1—4: minimal risk of breast cancer—BI-RADS 2/3; 5—7: intermediate risk of breast cancer—BI-RADS 4; 8—11: high risk of breast cancer—BI-RADS 5. Optional moderators include: presence of suspicious corresponding microcalcifications (+2) and high corresponding ADC values (-4). Further details and explanations are provided in the main text.

дельных диагностических критериев. Хотя у разных исследователей индивидуальные оценки могут отличаться, окончательная диагностическая оценка как подозрительная (требующая биопсии) или не подозрительная (не требующая биопсии) очень точна [16].

Применение шкалы Кайзера.

Определение категории по BI-RADS должно быть адаптировано к конкретной клинической ситуации. Впервые диагностированные образования могут потребовать категории BI-RADS 3, хотя могут преобладать доброкачественные критерии и балл по шкале Кайзера ≤ 4 . Наличие клинических симптомов, таких как кровянистые выделения или пальпируемые об-

подозрительных маммографических микрокальцинатах МРТ МЖ может дать ложноотрицательный результат в отношении DCIS. В данной ситуации лучшим диагностическим критерием нужно считать наличие контрастирования [7, 39]. Наконец, определение ИКД обеспечивает количественный критерий для исключения РМЖ. В результате высокий ИКД может быть использован для понижения балла по шкале Кайзера > 4 (см. Рис. 13 [32, 33]).

Две рекомендации, непроверенные эмпирически с помощью шкалы Кайзера, но полученные из клинической практики, которые следует учитывать:

- Баллы по шкале Кайзера повышаются

Таблица №1. Категории баллов по шкале Кайзера и их соответствие гистологическому типу патологического процесса.

Шкала Кайзера	Доброкачественное поражение	Злокачественное поражение	Пример
1	Фиброаденома	Не применимо	Рис. 8
2	Фиброаденома, гиперплазированная долька, папиллома	IDC	Рис. 9
3	Доброкачественные пролиферации эпителия, воспалительные изменения	DCIS	Рис. 10
4	Аденоз (гиперплазированная долька)	IDC	Рис. 2
5	Доброкачественные и атипичные пролиферации эпителия, папилломатоз, фиброаденома, фиброаденоматоидная гиперплазия	DCIS, IDC	Рис. 12
6	Рубцовая ткань и воспаление	IDC, ILC	Рис. 11
7	Рубцовая ткань и воспаление	IDC, ILC	Рис.
8	Атипичная фиброаденома, аденоз (гиперплазированная долька)	Высокий пролиферативный IDC, метастазирование, лимфома	Рис. 13
9	Не применимо	IDC, ILC	-
10	Не применимо	IDC, ILC	-
11	Не применимо	IDC, ILC	Рис. 12

IDC: инвазивная протоковая карцинома; DCIS: протоковая карцинома in situ; ILC: инвазивная дольковая карцинома

Рис. 8 а (Fig. 8 а)

Рис. 8 б (Fig. 8 б)

Рис. 8 в (Fig. 8 с)

Рис. 8 г (Fig. 8 d)

Рис. 8. Категории баллов по шкале Кайзера и их соответствие гистологическому типу патологии молочной железы. Ранние (А) и отсроченные (Б) постконтрастные субтракции, T2-ВИ (В) и карта ИКДГ).

Образование в левой молочной железе у 27-летней женщины, возникшее и пальпируемое после значительной потери веса. Образование не имеет лучистых контуров, имеются первый тип кинетической кривой и четкие границы, соответствующие 1 баллу по шкале Кайзера (Рис. 7). Внимание на внутренние перегородки и высокий ИКД ($2,1 \cdot 10^{-3}$ мм²/с). Это однозначно доброкачественное образование, BI-RADS 2. Пациентке выполнена биопсия, подтвердившая фиброаденому B2.

Fig. 8. 8 Breast MRI. Early (A) and delayed (B) contrast-enhanced subtractions, T2w (C), and ADC map (D).

Mass lesion in the left breast of a 27-year-old female, newly palpable after considerable weight loss. The lesion shows no spiculations, a persistent enhancement curve type, and circumscribed margins, corresponding to a Kaiser score of 1 (Fig. 7). Note internal septations and high ADC ($2,1 \cdot 10^{-3}$ mm²/s). This is an unambiguous benign finding, BI-RADS 2. The patient requested a biopsy that revealed a fibroadenoma B2

Рис. 9 а (Fig. 9 a)

Рис. 9 б (Fig. 9 b)

Рис. 9 в (Fig. 9 c)

Рис. 9 г (Fig. 9 d)

Рис. 9. МРТ молочной железы. Ранние (А) и отсроченные (Б) постконтрастные субстракционные, T2-ВИ (В) и карта ИКД (Г).

Образование в левой молочной железе у 41-летней женщины на фоне недавно появившихся кровянистых выделений. Образование не имеет лучистых контуров, имеются четкие границы (первая субстракция) и кривую контрастирования по типу плато, что даёт 2 балла по шкале Кайзера, практически исключая злокачественность (рис. 7). Следует отметить внутрипотоковое расположение образования на T2-ВИ и промежуточный низкий ИКД ($1,1 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$). Полученные данные патогномичны для доброкачественной папилломы без атипии, что подтверждено после операции с последующим гистологическим исследованием.

Fig. 9. Breast MRI. Early (A) and delayed (B) contrast-enhanced subtractions, T2w (C), and ADC map (D).

Mass lesion in the left breast of a 41-year-old female with newly developed bloody discharge. The lesion shows no spiculations, circumscribed margins (first subtraction), and a plateau-type enhancement curve, corresponding to a Kaiser score of 2, practically excluding malignancy (Fig. 7). Note the intraductal lesion location on T2w and the intermediate low ADC ($1.1 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$). Findings are pathognomonic for a benign papilloma. The symptomatic lesion was resected and histopathology revealed a benign papilloma without atypia.

Рис. 10 а (Fig. 10 a)

Рис. 10 б (Fig. 10 b)

Рис. 10 в (Fig. 10 c)

Рис. 10 г (Fig. 10 d)

Рис. 10. МРТ молочной железы. Ранние (А) и отсроченные (Б), постконтрастные субтракции, T2-ВИ (В) и карта ИКД (Г).

Зона контрастирования в левой молочной железе у 25-летней женщины с болями после прекращения грудного вскармливания и неясными сонографическими данными. Поражение не имеет лучистости контура, имеет нарастающий тип кинетической кривой и неровный контур, что соответствует 3 баллам по шкале Кайзера (Рис7). Небольшая киста в структуре предполагает доброкачественный процесс; ИКД неспецифичен ($1,2 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$). С учетом клинических симптомов необходимо заподозрить перидуктальный мастит, соответствующий критерию BI-RADS 2. Биопсия выявила хронический перидуктальный мастит, В 2.

Fig. 10. Breast MRI. Early (A) and delayed (B) contrast-enhanced subtractions, T2w (C), and ADCmap (D).

Non-mass lesion in the left breast of a 25-year-old female with pain after stopping breast-feeding and unclear sonographic findings. The lesion shows no spiculations, a persistent enhancement curve type, and irregular margins, corresponding to a Kaiser score of 3 (Fig. 7). Note the internal small cystic correlate that suggests a benign lesion; ADC is unspecific ($1.2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$). Together with the clinical symptoms, periductal mastitis must be suspected and it is safe to assign BI-RADS 2. Due to personal preferences, the patient requested a biopsy that revealed chronic periductal mastitis, B2.

Рис. 11 а (Fig. 11a)

Рис. 11 б (Fig. 11 b)

Рис. 11 в (Fig. 11 c)

Рис. 11 г (Fig. 11 d)

Рис. 11. МРТ молочной железы. Ранние (А) и отсроченные (Б), постконтрастные субтракции, Т2-ВИ (В) и карта ИКД (Г).

Образование в правой молочной железе у 50-летней женщины после лечения РМЖ. Поражение имеет лучистый контур, первый тип кинетической кривой, что соответствует 6 баллам по шкале Кайзера (Рис. 7). Интенсивность сигнала на Т2-ВИ низкая (С) и ИКД снижен ($0,8 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$). Гистологическое заключение - рецидив инвазивного протокового рака G2, B5b.

Fig. 11. Breast MRI. Early (A) and delayed (B) contrast-enhanced subtractions, T2w (C), and ADC map (D).

Mass lesion in the right breast of a 50-year-old female undergoing follow-up for breast cancer treatment. The lesion shows spiculations and a persistent enhancement curve type, corresponding to a Kaiser score of 6 (Fig. 7). T2w signal intensity is low (C) and ADC is decreased ($0.8 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$). Histopathology revealed recurrent invasive ductal cancer G2, B5b.

Рис. 12 а (Fig. 12 a)

Рис. 12 б (Fig. 12 b)

Рис. 12 в (Fig. 12 c)

Рис. 12 г (Fig. 12 d)

Рис. 12. МРТ молочной железы. Ранние (А) и отсроченные (Б) постконтрастные субстракции, T2-ВИ (В) и карта ИКД (Г).

Определяется образование и зона контрастирования в левой молочной железе у 48-летней женщины при МРТ, выполненной для стадирования, поскольку на основе других методов диагностики установлена категория BI-RADS 5 до проведения биопсии. Основное образование имеет лучистый контур, кинетическую кривую с вымыванием и перифокальный отек, что соответствует 11 баллам по шкале Кайзера (рис.7). Центральный некроз (высокий сигнал в С) и низкий ИКД ($0,7 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$). Кпереди расположенные поражения не имеют лучистого контура, имеется кривая контрастирования типа плато и неровные контуры, что соответствует 5 баллам по шкале Кайзера (Рис.7). И снова, ИКД низкий ($0,9-1 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$). Гистологически выявлен мультицентрический IDC, G3, с компонентом DCIS, B5b.

Fig. 12. Breast MRI. Early (A) and delayed (B) contrast-enhanced subtractions, T2w (C), and ADC map (D).

Mass and non-mass lesions in the left breast of a 48-year-old female undergoing MRI for staging purposes because of conventional BI-RADS 5 findings prior to biopsy. The main mass lesion shows multiple subtle spiculations, a wash-out curve type, and a perifocal oedema, corresponding to a Kaiser score of 11 (Fig. 7). Note central necrosis (high signal in C) and low ADC ($0.7 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$). The anterior lesions show no spiculations, a plateau curve type, and irregular margins, corresponding to a Kaiser score of 5 (Fig. 7). Again, ADC is low ($0.9-1 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$). Histopathology revealed a multicentric IDC, G3, with a DCIS component, B5b.

Рис. 13 а (Fig. 13 a)

Рис. 13 б (Fig. 13 b)

Рис. 13 в (Fig. 13 c)

Рис. 13 г (Fig. 13 d)

Рис. 13. МРТ молочной железы. Ранние (А) и отсроченные (Б) постконтрастные субтракции, T2-ВИ (В) и карта ИКД (Г).

Образование в левой молочной железе у 50-летней женщины с несколькими образованиями обеих молочных желез неясной природы; МРТ выполнена для планирования лечения. Образование не имеет лучистого контура, тип кинетической кривой с вымыванием, внутреннее контрастирование неоднородное, что соответствует 8 баллам по шкале Кайзера (Рис.7). Высокая интенсивность сигнала на T2-ВИ. Из-за высокого ИКД ($1.9 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$) оценка снижена до 4 баллов по шкале Кайзера. Гистологическое исследование выявило фибroadеному с регрессивными изменениями, В2.

Fig. 13. Breast MRI. Early (A) and delayed (B) contrast-enhanced subtractions, T2w (C), and ADC map (D).

Mass lesion in the left breast of a 50-year-old female with several unclear mass lesions in both breasts; MRI obtained for treatment planning. The lesion shows no spiculations, a wash-out enhancement curve type, and a heterogeneous internal enhancement, corresponding to a Kaiser score of 8 (Fig. 7). Note high signal intensity on T2w. Due to high ADC ($1.9 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$), the lesion was downgraded to a Kaiser score of 4. Histopathology revealed a fibroadenoma with regressive changes, B2.

Таблица №2. Терминология, используемая для оценки результатов МРТ МЖ.

English			Русский	
Apparent diffusion coefficient (ADC)			Измеряемый коэффициент диффузии (ИКД)	
Background parenchymal enhancement			Фоновое контрастное усиление паренхимы	
Breast Imaging Reporting and Data System			Система описания и обработки данных лучевых исследований молочной железы (BI-RADS)	
Breast MRI			МРТ молочной железы (МРТ МЖ)	
Clinical decision rule			Правило клинического решения	
Contrast enhancement			Контрастное усиление (КУ)	
Diffusion weighted imaging (DWI)			Диффузионно-взвешенное исследование (ДВИ)	
Kaiser score			Шкала Кайзера	
Русский			English	
Поражение			lesion	
	Очаг			focus
	Образование			mass
	Зона контрастирования			Non-mass lesion
Контуры				
		ровный	circumscribed	
		неправильный	indistinct	
		лучистый		spiculated
внутреннее контрастное усиление	гомогенное		homogenous	
	гетерогенное		inhomogenous	
	в виде ободка (синоним: центро-стремительное)		rim sign, centripetal	
	центробежный		centrifugal	
ранняя фаза:			initial phase	
	медленное накопление КВ,		slow	contrast enhancement
	умеренное,		medium	contrast enhancement
	быстрое		fast	contrast enhancement
Отсроченная фаза:			delayed phase	
	нарастающая кривая,		persistent enhancement	
	плато,		plateau	
	вымывание КВ		wash out	

на два пункта при маммографических микрокальцинах, чтобы избежать ложноотрицательных диагнозов DCIS.

• Как правило, ИКД, превышающие $1.4 \cdot 10^{-3}$ мм²/с, следует рассматривать в качестве дополнительного критерия доброкачественных поражений [33, 34]. Опыт показал, что высокие значения ИКД могут снизить баллы по шкале Кайзера на четыре пункта. Однако, бывают злокачественные опухоли с высоким значением ИКД, в частности муцинозные раки. [35]. Муцинозные раки – редки и обычно демонстрируют типичные морфологические паттерны злокачественных поражений. В таких случаях, если баллы по шкале Кайзера ниже порога биопсии, впервые диагностированное образование у пациентки в постменопаузе требует подтверждения биопсией, что существенно снижает вероятность ошибки. Кроме того, значения ИКД при DCIS выше, чем у инвазивных опухолей, но всё ещё ниже ИКД-порога [36].

Во избежание ошибок, ИКД следует измерять в наиболее контрастируемой части опухоли, как правило, на периферии. Соответственно, даже рак с обширным центральным некрозом не будет иметь повышенных значений ИКД [39]. При поражениях, представляющих собой зоны контрастирования (например, инвазивный дольковый рак), необходимо проявлять особую осторожность при измерении ИКД. В таких случаях используют альтернативные способы, а именно измерение минимального значения ИКД [37]. Если карта ИКД низкого качества или если поражение четко не визуализируется, рекомендуется воздержаться от измерения ИКД во избежание ложноотрицательных

результатов.

Наконец, кроме присвоения категории BI-RADS следует дать рекомендации о дальнейшей тактике. Как правило, более простой и менее затратный метод визуализации следует использовать для мониторинга или биопсии при категории 3–5 по шкале BI-RADS. Обычно это повторное ультразвуковое исследование [38].

Заключение.

Для достижения эффективной МРТ диагностики заболеваний МЖ и маршрутизации пациентов протокол сканирования должен быть стандартизирован. Расшифровку результатов МРТ МЖ следует выполнять согласно стандарту. При характеристике поражений следует использовать диагностические критерии, такие как контуры (ровные, неровные, лучистые), тип кинетической кривой, паттерн внутреннего контрастирования и отек. Шкала Кайзера включает данные критерии в совокупную диагностическую диаграмму, которая соответствует критериям доказательной медицины, надежно определяет природу патологического процесса и может быть применена к различным протоколам МРТ МЖ на различных сканерах. Баллы по шкале Кайзера могут быть переведены в категорию BI-RADS, что обеспечивает высокую диагностическую точность при низкой вариабельности между врачами. Рекомендации по маршрутизации пациента должны быть неотъемлемой частью заключения МРТ МЖ.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов и финансирования, о котором необходимо сообщить.

Список Литературы:

1. Kaiser WA, Zeitler E (1989) MR imaging of the breast: fast imaging sequences with and without Gd-DTPA. Preliminary observations. *Radiology* 170:681–686
2. Heywang SH, Hilbertz T, Pruss E et al (1988) Dynamic contrast medium studies with flash sequences in nuclear magnetic resonance tomography of the breast. *Digitale Bild diagn* 8:7–13
3. Warner E, Messersmith H, Causer P et al (2008) Systematic review: using magnetic resonance imaging to screen women at high risk for breast cancer. *Ann Intern Med* 148:671–679
4. Mann RM, Kuhl CK, Kinkel K, Boetes C (2008) Breast MRI: guidelines from the European Society of Breast Imaging. *Eur Radiol* 18:1307–1318
5. Sardanelli F, Boetes C, Borisch B et al (1990) (2010) Magnetic resonance imaging of the breast: recommendations from the EUSOMA working group. *Eur J Cancer Oxf Engl* 46:1296–1316
6. Houssami N, Ciatto S, Macaskill P et al (2008) Accuracy and surgical impact of magnetic resonance imaging in breast cancer staging: systematic review and meta-analysis in detection of multifocal and multicentric cancer. *J Clin Oncol Off J Am Soc Clin Oncol* 26: 3248–3258
7. Bennani-Baiti B, Baltzer PA (2017) MR imaging for diagnosis

- of malignancy in mammographic microcalcifications: a systematic review and meta-analysis. *Radiology* 283:692–701
8. Bennani-Baiti B, Bennani-Baiti N, Baltzer PA (2016) Diagnostic performance of breast magnetic resonance imaging in non-calcified equivocal breast findings: results from a systematic review and meta-analysis. *PloS One* 11:e0160346
9. Mann RM, Balleyguier C, Baltzer PA et al (2015) Breast MRI: EUSOBI recommendations for women's information. *Eur Radiol*. <https://doi.org/10.1007/s00330-015-3807-z>
10. Kaiser WA (1994) *MR Mammography (MRM)*, 1st edn. Springer, Berlin Heidelberg
11. Baltzer PA, Schelhorn J, Dietzel M, Kaiser WA (2010) Breast screening programs using MRI: is there a role for computer-aided diagnosis? *Imaging Med* 2:659–673
12. Kuhl C (2007) The current status of breast MR imaging. Part I. Choice of technique, image interpretation, diagnostic accuracy, and transfer to clinical practice. *Radiology* 244:356–378
13. Strobel K, Schrading S, Hansen NL et al (2015) оценка повреждений BI-RADS категории 4, выявленных с помощью скрининговой маммографии и скрининга US: полезность МР-визуализации. *Radiology* 274:343–351

14. Benndorf M, Baltzer PAT, Vag T et al (2010) Breast MRI as an adjunct to mammography: Does it really suffer from low specificity? A retrospective analysis stratified by mammographic BI-RADS classes. *Acta Radiol Stockh Swed* 1987 51:715–721
15. Spick C, Szolar DHM, Preidler KW et al (2015) Breast MRI used as a problem-solving tool reliably excludes malignancy. *Eur J Radiol* 84:61–64
16. Marino MA, Clauser P, Woitek R et al (2016) A simple scoring system for breast MRI interpretation: does it compensate for reader experience? *Eur Radiol* 26:2529–2537
17. Baltzer PAT, Dietzel M, Kaiser WA (2013) A simple and robust classification tree for differentiation between benign and malignant lesions in MR-mammography. *Eur Radiol* 23:2051–2060
18. Woitek R, Spick C, Scherthaner M et al (2017) A simple classification system (the Tree flowchart) for breast MRI can reduce the number of unnecessary biopsies in MRI-only lesions. *Eur Radiol* 27:3799–3809
19. Morris EA, Comstock C, Lee C, et al (2013) ACR BI-RADS® Magnetic Resonance Imaging. In: *ACR BI-RADS® Atlas, Breast Imaging Reporting and Data System*, 5th ed. American College of Radiology, Reston, VA
20. Dietzel M, Baltzer PA, Vag T et al (2010) Differential diagnosis of breast lesions 5 mm or less: is there a role for magnetic resonance imaging? *J Comput Assist Tomogr* 34:456–464
21. Kuhl CK, Mielcareck P, Klaschik S et al (1999) Dynamic breast MR imaging: are signal intensity time course data useful for differential diagnosis of enhancing lesions? *Radiology* 211:101–110
22. Baum F, Fischer U, Vosschenrich R, Grabbe E (2002) Classification of hypervascularized lesions in CE MR imaging of the breast. *Eur Radiol* 12:1087–1092
23. Baltzer PAT, Freiberg C, Beger S et al (2009) Clinical MR-mammography: are computer-assisted methods superior to visual or manual measurements for curve type analysis? A systematic approach. *Acad Radiol* 16:1070–1076
24. Schnall MD, Blume J, Bluemke DA et al (2006) Diagnostic architectural and dynamic features at breast MR imaging: multicenter study. *Radiology* 238:42–53
25. Fluckiger JU, Schabel MC, Dibella EVR (2012) The effect of temporal sampling on quantitative pharmacokinetic and three-time-point analysis of breast DCE-MRI. *Magn Reson Imaging* 30:934–943
26. Herrmann K-H, Baltzer PA, Dietzel M et al (2011) Resolving arterial phase and temporal enhancement characteristics in DCE MRM at high spatial resolution with TWIST acquisition. *J Magn Reson Imaging JMRI* 34:973–982
27. Mann RM, Mus RD, van Zelst J et al (2014) A novel approach to contrast-enhanced breast magnetic resonance imaging for screening: high-resolution ultrafast dynamic imaging. *Invest Radiol* 49: 579–585
28. Vag T, Baltzer PAT, Dietzel M et al (2011) Kinetic analysis of lesions without mass effect on breast MRI using manual and computer-assisted methods. *Eur Radiol* 21:893–898
29. Baltzer PAT, Yang F, Dietzel M et al (2010) Sensitivity and specificity of unilateral edema on T2w-TSE sequences in MR-Mammography considering 974 histologically verified lesions. *Breast J* 16:233–239
30. Dietzel M, Baltzer PAT, Vag T et al (2010) Application of breast MRI for prediction of lymph node metastases - systematic approach using 17 individual descriptors and a dedicated decision tree. *Acta Radiol Stockh Swed* 1987 51:885–894
31. Baltzer PAT, Dietzel M, Gajda, et al (2012) A systematic comparison of two pulse sequences for edema assessment in MR-mammography. *Eur J Radiol* 81:1500–1503
32. Pinker K, Bickel H, Helbich TH et al (2013) Combined contrast-enhanced magnetic resonance and diffusion-weighted imaging reading adapted to the BBreast Imaging Reporting and Data System^ for multiparametric 3-T imaging of breast lesions. *Eur Radiol* 23:1791–1802
33. Baltzer A, Dietzel M, Kaiser CG, Baltzer PA (2016) Combined reading of contrast enhanced and diffusion weighted magnetic resonance imaging by using a simple sum score. *Eur Radiol* 26:884–891
34. Woodhams R, Matsunaga K, Iwabuchi K et al (2005) Diffusion-weighted imaging of malignant breast tumors: the usefulness of apparent diffusion coefficient (ADC) value and ADC map for the detection of malignant breast tumors and evaluation of cancer extension. *J Comput Assist Tomogr* 29:644–649
35. Woodhams R, Kakita S, Hata H et al (2009) Diffusion-weighted imaging of mucinous carcinoma of the breast: evaluation of apparent diffusion coefficient and signal intensity in correlation with histologic findings. *AJR Am J Roentgenol* 193:260–266
36. Bickel H, Pinker-Domenig K, Bogner W et al (2015) Quantitative apparent diffusion coefficient as a noninvasive imaging biomarker for the differentiation of invasive breast cancer and ductal carcinoma in situ. *Invest Radiol* 50:95–100
37. Bickel H, Pinker K, Polanec S et al (2017) Diffusion-weighted imaging of breast lesions: Region-of-interest placement and different ADC parameters influence apparent diffusion coefficient values. *Eur Radiol* 27:1883–1892
38. Spick C, Baltzer PAT (2014) Diagnostic utility of second-look US for breast lesions identified at MR imaging: systematic review and meta-analysis. *Radiology* 273:401–409
39. S.A. Kharuzhyk, S.V. Shymanets, A.V. Karman, E.V. Shapoval. Use of BI-RADS to interpret magnetic resonance mammography for breast cancer // *Vestnik rentgenologii i radiologii*. – 2014. – № 4. – С. 46-59.