



## Новые подходы к диагностическому алгоритму отечно-инфильтративной формы рака молочной железы (обзор литературы)

Колесник А.Ю., Шершнева М.А., Меских Е.В., Чхиквадзе В.Д., Нуднов Н.В.

ФГБУ "Российский научный центр рентгенодиагностики" Министерства здравоохранения России, Москва, Россия

## The Modern Approaches in Diagnostic Algorithm of Inflammatory Breast Cancer (The Literature Review)

Kolesnik A. Yu., Sherhneva M.A., Meskih E.V., Chkhikvadze V.D., Nudnov N.V.

Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow, Russia

Отечно-инфильтративный рак молочной железы (ОИРМЖ) характеризуется агрессивным течением и высоким метастатическим потенциалом, поэтому своевременная диагностика влияет на исходы лечения. Основой для лучевой диагностики отека РМЖ являются методы стандартной визуализации – маммография и УЗИ, а в качестве дополнительного используется МРТ. Кроме того, на современном этапе развития новых диагностических технологий особую роль играют методы молекулярной визуализации – позитронно-эмиссионная томография/компьютерная томография (ПЭТ/КТ) и однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ).

УЗИ является основным высокочувствительным методом, позволяющим в условиях любой клиники выявить опухолевый компонент при подозрении на ОИРМЖ в 93% случаев, что определяет возможность для морфологического установления диагноза. Маммография остается наименее чувствительным методом для диагностики ОИРМЖ, так как опухолевый узел на фоне отека тканей выявить затруднительно (16–80% в зависимости от методики маммографии), однако метод остается обязательным. МРТ позволяет выявить и топировать опухолевые изменения в молочной железе на фоне отека тканей практически у всех пациентов с ОИРМЖ. ПЭТ/КТ при ОИРМЖ является уточняющим исследованием для оценки распространенности опухолевого процесса, в том числе и в молочной железе. Роль ОФЭКТ в диагностике отека РМЖ еще предстоит установить.

Диагностический алгоритм при ОИРМЖ должен объединять все вышеуказанные методы исследования с целью получения наиболее полной картины заболевания, что чрезвычайно важно для планирования лечения.

**Ключевые слова:** отечно-инфильтративный рак молочной железы, маммография, ультразвуковое исследование,

магнитно-резонансная томография, позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией.

\*\*\*

Inflammatory breast cancer (IBC) is characterized by an aggressive course and high metastatic potential, therefore timely diagnosis affects outcome of the treatment. In the basis of instrumental diagnosis of IBC, standard imaging methods include – mammography and ultrasonography (USG) additional test and modern techniques such as magnetic resonance imaging (MRI) and positron emission tomography/computed tomography (PET/CT) can also be used.

Ultrasound is the most highly sensitive technique that allows in terms of any clinic to identify tumor component in suspected IBC in 93% of cases, and determines the possibility for morphological diagnosis. Mammography is the least sensitive method for diagnosing IBC as tumor tissue on the background of tissue edema are difficult to identify (16–80%, depending on the method of mammography), but the method is still required. MRI allows to detect and pinpoint the tumor changes of the breast tissue in the presence of tissue edema in almost all of the patient with IBC. PET/CT during IBC remains the most accurate in staging the tumor process, and the significance of the method includes a visualization of the tumor in the breast itself. The use of Single-Photon Emission Computed Tomography in the diagnosis of IBC remains to be established.

In the diagnostic algorithm of IBC, combination of all the above methods of research should be used, in order to obtain the most complete picture of the disease, which is extremely important in treatment planning.

**Key words:** inflammatory breast cancer, mammography, ultrasound, magnetic resonance imaging, positron emission tomography combined with computed tomography.



## Введение

В структуре онкологической заболеваемости женского населения России рак молочной железы (РМЖ) занимает первое место (20,1%). Особой разновидностью РМЖ является отечно-инфильтративная форма, частота встречаемости которой варьирует в пределах 1–5% [1, 2]. Отличительными чертами данной формы являются специфическая клиническая картина заболевания (отек, покраснение кожи молочной железы без подлежащей опухоли, увеличение железы в размерах) и агрессивность течения [3, 4]. Десятилетняя выживаемость больных отечно-инфильтративным РМЖ (ОИРМЖ) без проведения системной терапии составляет 0% [5]. Показатели пятилетней выживаемости при условии проведения комплексного лечения достигают 40%, в то время как для неотечных инвазивных форм РМЖ данный показатель составляет 85% [6]. В связи с высоким метастатическим потенциалом отечной формы РМЖ точная и своевременная диагностика является критически важным фактором, так как при незамедлительном начале комплексного лечения возможно значительно улучшить его результат [1].

Диагноз ОИРМЖ устанавливается на основании клинических симптомов, методов лучевой диагностики и морфологического подтверждения диагноза [7]. Основными методами диагностики ОИРМЖ являются маммография и УЗИ. Тем не менее в 15–16% случаев заключение носит предварительный характер, поэтому появление и внедрение молекулярных методов визуализации,

таких как МРТ, позитронно-эмиссионная томография/компьютерная томография (ПЭТ/КТ) и одnofотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ), позволяет провести уточняющую диагностику и правильно установить диагноз.

## Маммография

Рентгеновская маммография – основной метод исследования молочных желез. В настоящее время маммография остается наименее чувствительным методом для визуализации паренхиматозных изменений при ОИРМЖ [7].

В современной клинической практике широкое применение нашла цифровая маммография, которая обладает преимуществами, свойственными цифровым методам вообще, включая возможность обрабатывать изображения с помощью специального программного обеспечения, чтобы облегчить их восприятие [8]. Преимущество заключается в возможности получать больше диагностической информации при обследовании молочных желез за счет применения инструментов обработки снимков. Используя данную систему, можно воспроизвести мельчайшие патологические изменения с помощью разных дополнительных функций обработки снимков, таких как панорамирование, изменение масштаба снимка, измерение длин прямолинейных и криволинейных отрезков, измерение углов и произвольных площадей, изменение яркости/контрастности, возможность инверсии изображения, поворот изображения. Расширение возможностей в диагно-

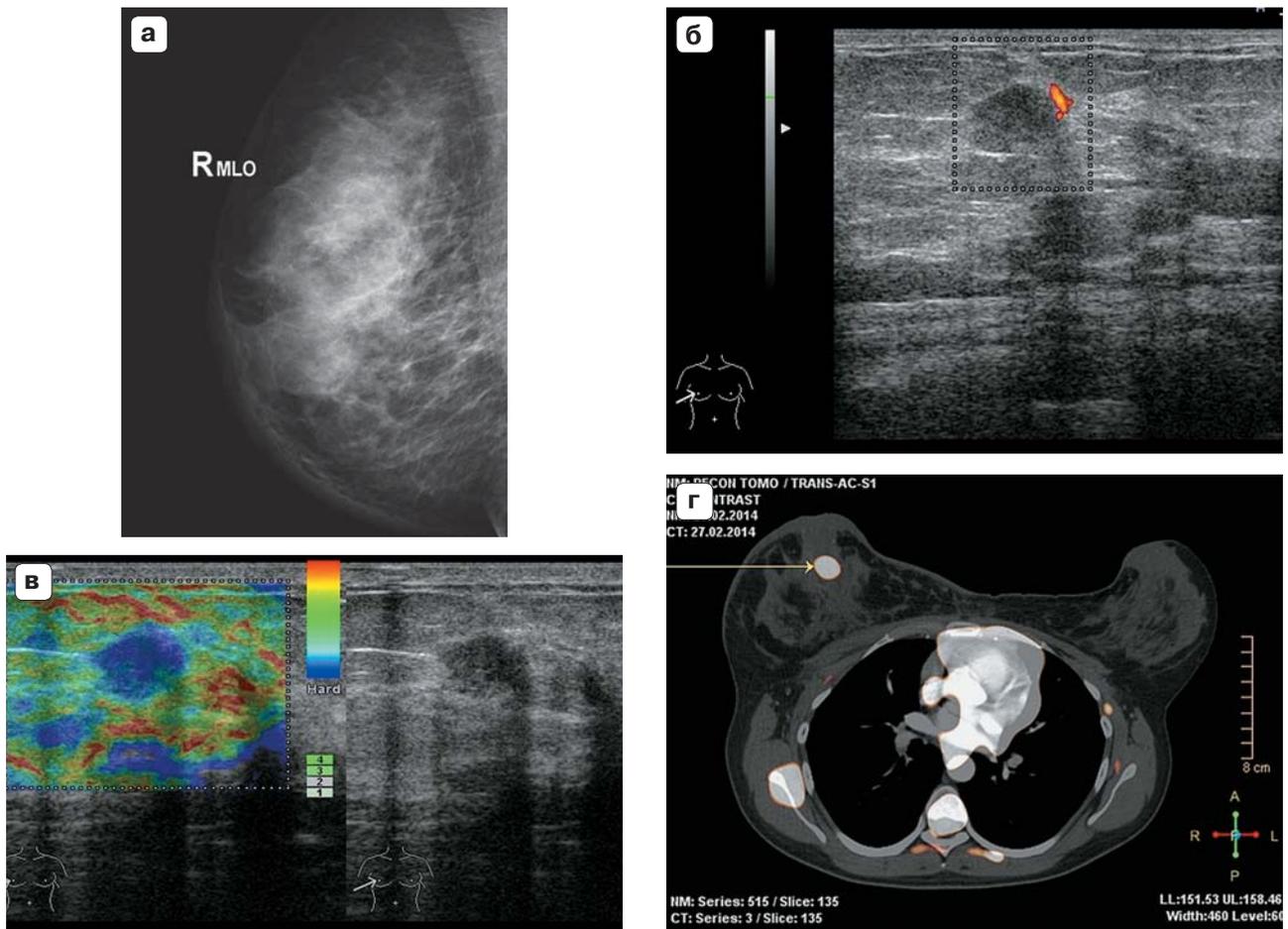
---

**Для корреспонденции:** Колесник Antonina Yurievna – 117997 Москва, ул. Профсоюзная, д. 86, Российский научный центр рентгенодиагностики Минздрава России. Тел.: 8-926-495-47-13. E-mail: k.antonina@mail.ru

**Колесник Antonina Yurievna** – аспирант ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики” МЗ РФ; **Шершнева Мария Андреевна** – аспирант, младший научный сотрудник лаборатории рентгенодиагностических, ультразвуковых и рентгенохирургических технологий в маммологии (Федеральный маммологический центр) научно-исследовательского отдела раннего канцерогенеза, профилактики, диагностики и комплексного лечения онкологических заболеваний женских репродуктивных органов ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики” МЗ РФ; **Меских Елена Валерьевна** – доктор мед. наук, заведующая лабораторией рентгенодиагностических, ультразвуковых и рентгенохирургических технологий в маммологии (Федеральный маммологический центр) научно-исследовательского отдела раннего канцерогенеза, профилактики, диагностики и комплексного лечения онкологических заболеваний женских репродуктивных органов ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики” МЗ РФ; **Чхиквадзе Владимир Давыдович** – доктор мед. наук, профессор, заведующий научно-исследовательским отделом по хирургии и хирургических технологий в онкологии ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики” МЗ РФ; **Нуднов Николай Васильевич** – доктор мед. наук, профессор, заместитель директора по научной работе ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики” МЗ РФ.

**Contact:** Kolesnik Antonina Yurievna – 117997, Russia, Moscow, Profsoyusnaya Street, House 86, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology. Phone: 8-926-495-47-13. E-mail: k.antonina@mail.ru

**Kolesnik Antonina Yurievna** – graduate student “Russian Scientific Center of Roentgenoradiology”; **Shershneva Maria Andreevna** – graduate, junior researcher at the laboratory of X-ray radiology, ultrasound and X-ray surgical techniques in mammalogy (Federal Breast Center) research department of early carcinogenesis, prevention, diagnosis and comprehensive treatment of cancers of the female reproductive organs “Russian Scientific Center of Roentgenoradiology”; **Meskih Elena Valerievna** – dokt. of med. sci., head of laboratory of X-ray radiology, ultrasound and X-ray surgical techniques in mammalogy (Federal Breast Center) research department of early carcinogenesis, prevention, diagnosis and comprehensive treatment of cancers of the female reproductive organs “Russian Scientific Center of Roentgenoradiology”; **Chkhikvadze Vladimir Davidovich** – dokt. of med. sci., professor, head of research at the department of surgery and surgical techniques in oncology “Russian Scientific Center of Roentgenoradiology”; **Nudnov Nikolai Vasilyevich** – dokt. of med. sci., professor, Deputy Director for Scientific Research “Russian Scientific Center of Roentgenoradiology”.



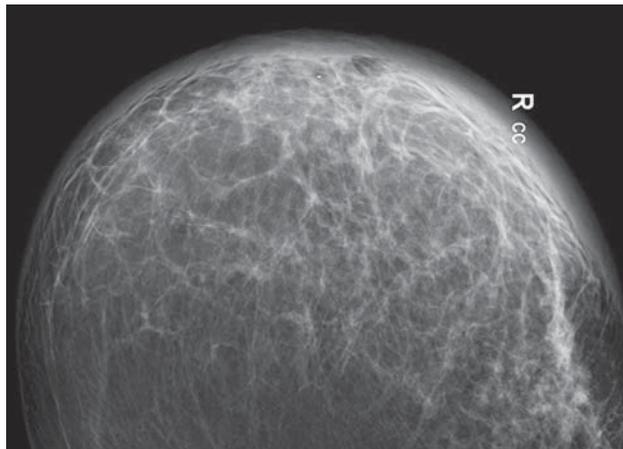
**Рис. 1.** ОИРМЖ, больная 40 лет. а – цифровая рентгеновская маммограмма, на фоне диффузного увеличения плотности паренхимы опухолевый узел не дифференцируется, отчетливо визуализируется утолщение кожи молочной железы в проекции нижних квадрантов; б – ультразвуковое изображение в режиме цветового доплеровского картирования, визуализируется опухоль в молочной железе с выраженной васкуляризацией; в – ультразвуковое изображение молочных желез с соноэластограммой, V тип эластограммы, коэффициент деформации 39,4; г – однофотонная эмиссионная компьютерная томограмма, в увеличенной правой молочной железе четко визуализируется первичная опухоль, кожа железы утолщена.

стике заболеваний молочных желез с помощью использования цифровой техники постепенно приводит к замене аналоговых рентгеновских аппаратов цифровыми или использованию цифровых рентгеновских комплексов для обработки рентгеновского изображения.

В некоторых случаях ОИРМЖ выполнение маммографии не представляется возможным из-за выраженного болевого синдрома, вызванного сжатием пораженной молочной железы при попытке выполнения исследования.

Рентгенологические изменения у пациентов с ОИРМЖ включают в себя утолщение кожи, трабекул, потерю четкости изображения деталей, локальное или диффузное асимметричное увеличение плотности паренхимы, наличие объемного образования с типичными признаками злокачественности [9].

Утолщение кожи (рис. 1, а) наиболее частый рентгенологический признак ОИРМЖ (частота встречаемости 84%), который является результатом нарушения дренажной функции лимфатических сосудов кожи, обтурированных опухолевыми эмболами [10]. Частота встречаемости утолщения трабекул доходит до 81%. Увеличение плотности паренхимы связано с интрамаммарным отеком и выявляется в 93,5% случаев ОИРМЖ [11]. С увеличением плотности паренхимы связано затруднение визуализации опухолевой массы (см. рис. 1, а). По данным I. Günhan-Bilgen и соавт. [10], при выполнении маммографии опухоль выявляется лишь у 16% больных. В исследовании W.T. Yang и соавт. [9] частота выявления опухоли при маммографии доходит до 80%. Возможности визуализировать опухоль при рентгенологическом исследовании молочных желез на фоне отека тканей



**Рис. 2.** ОИРМЖ, больная 49 лет. Цифровая рентгеновская маммограмма, определяются опухолевый узел в наружных квадрантах, утолщение кожи железы.

увеличились с появлением в клинической практике цифровой маммографии, и по данным, полученным в рамках проведения нашего научного исследования, частота обнаружения опухолевой ткани при ее выполнении составляет 60% (рис. 2).

### УЗИ

С конца 90-х годов УЗИ стало обязательным дополнением к маммографии и обычно используется на заключительных этапах диагностики. Преимущества УЗИ включают в себя высокую пропускную способность, визуализацию элементов структуры железы на плотном фоне и безопасность в плане дозовой нагрузки [13]. С внедрением новых компьютерных технологий диагностические возможности ультразвукового метода расширились благодаря энергетическому и цветовому доплеровскому картированию (рис. 1, б), эластографии (рис. 1, в), бесконтрастной и эхоконтрастной ангиографии, нативной и второй гармоники, трехмерной и панорамной эхографии. Особый интерес представляет получение изображений сосудов, в том числе опухолевых, с помощью ультразвука. Характер васкуляризации опухоли считают критерием их роста и инвазивности [8].

В возможности метода входит определение паренхиматозных изменений у пациентов с ОИРМЖ, что облегчает дальнейшую морфологическую диагностику инвазивного компонента опухоли [9, 10, 14]. УЗИ отечной молочной железы позволяет выявить опухолевую массу, которую не всегда удается визуализировать при выполнении рентгенологического исследования.

На ультразвуковом изображении ОИРМЖ наиболее часто представлен гетерогенной инфильтрацией паренхимы или как объемное образование

с утолщением кожи (диффузным или локальным) и отеком подкожно-жировой клетчатки [9]. Особенно хорошо утолщение кожи видно при использовании функции панорамирования. Опухолевая масса в молочной железе при выполнении УЗИ выявляется в 80% случаев [7].

С помощью УЗИ осуществляется выявление метастазов в регионарные лимфатические узлы, чувствительность метода составляет 93% [7]. Эти данные используются для терапевтического планирования [15, 16]. Кроме того, УЗИ чрезвычайно полезно в оценке ответа на неоадьювантную химиотерапию метастатических регионарных лимфатических узлов.

### МРТ

МРТ с динамическим контрастным усилением многоплоскостной метод визуализации. Данный метод является наиболее точным для обнаружения изменений паренхимы молочной железы при ОИРМЖ, в том числе и для оценки эффекта после проведения адьювантной полихимиотерапии [17–21]. Патологические изменения в отечной молочной железе при выполнении МРТ выявляются в 100% [22].

МРТ-признаки ОИРМЖ включают диффузное утолщение кожи, увеличение объема молочной железы, отек и опухолевую массу или повышение плотности паренхимы. Опухоль в молочной железе при выполнении исследования выявляется у 97%, а утолщение кожи – у 90–100% больных ОИРМЖ [23–26]. Другие особенности заболевания, преимущественно связанные с воспалительным компонентом, такие как расширенные лимфатические протоки, отек молочной железы или грудной стенки, лучше всего визуализируются в T2-взвешенных изображениях [27, 28].

### ПЭТ/КТ

ПЭТ представляет собой молекулярный метод визуализации, который чувствителен к функциональным или метаболическим изменениям в тканях, а совмещение ПЭТ с КТ позволяет топировать выявленные изменения.

Поскольку функциональные изменения предшествуют анатомическим изменениям, имеется возможность для раннего обнаружения жизнеспособной ткани опухоли через уровень метаболизма глюкозы, которая в ней выше, чем в окружающей нормальной ткани [29]. При ОИРМЖ отсутствие клинически определяемой опухолевой массы делает ПЭТ/КТ еще более привлекательным методом для оценки ответа на проведенную терапию.

Несмотря на высокую стоимость, некоторые авторы предлагают включить ПЭТ/КТ в обязатель-



ный метод исследования на этапе начальной диагностики при подозрении на ОИРМЖ, так как данный метод позволяет определить локорегионарные и отдаленные метастазы [22]. Оценка местной распространенности процесса дает возможность более точно планировать лучевую терапию [30].

С помощью ПЭТ всего тела возможно определить распространенность заболевания, а также оценить эффект системой терапии [29].

Предварительные данные о мониторинге эффекта химиотерапии при местнораспространенном РМЖ показывают, что поглощение фтородезоксиглюкозы уменьшается после первого курса лечения, и это снижение является маркером, который может быть важным в оценке ответа на лечение [31–35].

### ОФЭКТ

ОФЭКТ, так же как и ПЭТ/КТ, относится к гибридным методам молекулярной визуализации опухолевого процесса. В ОФЭКТ применяются туморотропные радиофармпрепараты, меченные изотопами, позволяющие получать изображение опухолевых очагов посредством использования гамма-камеры.

Возможности метода схожи с таковыми ПЭТ/КТ и позволяют выявить первичную опухоль, регионарные и отдаленные метастазы.

В современной литературе имеются данные о значении ОФЭКТ в определении сторожевого лимфатического узла при РМЖ, что имеет важное значение для планирования лечения [36, 37].

При написании данного обзора нами не найдено литературных данных об использовании ОФЭКТ непосредственно у больных ОИРМЖ, однако это не исключает интерес применения метода у этой группы пациентов. Так, при выполнении ОФЭКТ при ОИРМЖ имеется возможность визуализации утолщенной кожи молочной железы, первичной опухоли и метастатических регионарных лимфатических узлов, что по аналогии с ПЭТ/КТ позволяет как установить диагноз, так и оценить результат адьювантной терапии (рис. 1, г).

### Заключение

Маммография является наименее чувствительным методом для визуализации паренхиматозных изменений при ОИРМЖ. УЗИ в настоящее время остается основным высокочувствительным исследованием, позволяющим в условиях любой клиники выявить опухолевый компонент при подозрении на ОИРМЖ, что определяет возможность для морфологического установления диагноза. МРТ позволяет выявить и топировать опухолевые изменения в молочной железе на фоне отека тканей

практически у всех пациентов с ОИРМЖ. ПЭТ/КТ при ОИРМЖ является уточняющим методом для оценки распространенности опухолевого процесса с целью разработки плана лечения, также в возможности метода входит визуализация опухоли непосредственно в молочной железе. Роль ОФЭКТ в диагностике ОИРМЖ еще предстоит установить.

Для полноценной диагностики и оценки ответа на проведенное лечение при таком заболевании, как ОИРМЖ, использование одного или двух методов исследования (УЗИ, маммография) недостаточно, поэтому мультимодальный подход с применением таких методов, как МРТ, ПЭТ/КТ и/или ОФЭКТ, должен прочно занять свое место в диагностическом алгоритме.

### Список литературы / References

1. Robertson F.M., Bondy M., Yang W. et al. Inflammatory breast cancer: the disease, the biology, the treatment. *CA Cancer J. Clin.* 2010; 60 (6): 351–375.
2. Dawood S., Merajver S.D., Viens P. et al. International expert panel on inflammatory breast cancer: consensus statement for standardized diagnosis and treatment. *Ann. Oncol.* 2011; 22 (3): 515–523.
3. Sunil R. Lakhani, Ian O. Ellis, Stuart J. Schnittet et al. *WHO Classification of Tumors of the Breast 4th Edition.* Geneva: World Health Organization, 2012. 67–68.
4. Schairer C., Soliman A.S., Omar S. Assessment of diagnosis of inflammatory breast cancer cases at two cancer centers in Egypt and Tunisia. *Cancer Med.* 2013; 2 (2): 178–184.
5. Портной С.М. Возможности лечения отечно-инфильтративной формы рака молочной железы: Материалы VIII Российского онкологического конгресса. М., 2004. 31–35.  
Portnoy S.M. Treatment options edematous infiltrative forms of breast cancer: Proceedings of the VIII Congress of the Russian Cancer. Moscow, 2004. 31–35. (In Russian)
6. Lee K.W., Chung S.Y., Yang I. et al. Inflammatory breast cancer: imaging findings. *Clin. Imaging.* 2005; 29: 22–25.
7. Alunni J.P. Imaging inflammatory breast cancer. *Diagn. Interv. Imaging.* 2012; 93 (2): 95–103.
8. Маммология: Национальное руководство; Под ред. Харченко В.П., Рожкова Н.И. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 60 с.  
Mammalogy: National leadership. Eds Kharchenko V.P., Rozhkova N.I. M.: GEOTAR-Media, 2009. 60 p. (In Russian)
9. Yang W.T., Le-Petross H.T., Macapinlac H. et al. Inflammatory breast cancer: PET/CT, MRI, mammography, and sonography findings. *Breast Cancer Res. Treat.* 2008; 109: 417–426.
10. Günhan-Bilgen I., Ustun E.E., Memis A. Inflammatory breast carcinoma: mammographic, ultrasonographic, clinical, and pathologic findings in 142 cases. *Radiology.* 2002; 223: 829–838.
11. Tardivon A.A., Viala J., Corvellec R.A. et al. Mammographic patterns of inflammatory breast carcinoma: a retrospective study of 92 cases. *Eur. J. Radiol.* 1997; 24: 124–130.
12. Kushwaha A.C., Whitman G.J., Stelling C.B. et al. Primary inflammatory carcinoma of the breast: retrospective



- review of mammographic findings. *Am. J. Roentgenol.* 2000; 174: 535–538.
13. Клиническая маммология. Тематический сборник. 1-е изд.; Под ред. Харченко В.П., Рожкова Н.И. М.: Стром, 2005. 74 с.  
Clinical mammalogy. Thematic collection. 1st ed. Eds Kharchenko V.P., Rozhkova N.I. M.: Strom, 2005. 74 p. (In Russian)
  14. Le-Petross H., Uppendahl L., Stafford J. et al. Sonographic Features of Inflammatory Breast Cancer. *Seminars Roentgenol.* 2011; 46 (4): 275–279
  15. Vlastos G., Fornage B.D., Mirza N.Q. et al. The correlation of axillary ultrasonography with histologic breast cancer downstaging after induction chemotherapy. *Am. J. Surg.* 2000; 179: 446–452.
  16. Amant F., Loibl S., Neven P. et al. Breast cancer in pregnancy. *Lancet.* 2012; 379 (9815): 570–579.
  17. Rosen E.L., Blackwell K.L., Baker J.A. et al. Accuracy of MRI in the detection of residual breast cancer after neoadjuvant chemotherapy. *Am. J. Roentgenol.* 2003; 181: 1275–1282.
  18. Cheung Y.C., Chen S.C., Su M.Y. et al. Monitoring the size and response of locally advanced breast cancers to neoadjuvant chemotherapy (weekly paclitaxel and epirubicin) with serial enhanced MRI. *Breast Cancer Res. Treat.* 2003; 78: 51–58.
  19. Hylton N. MR imaging for assessment of breast cancer response to neoadjuvant chemotherapy. *Magn. Reson. Imaging Clin. N. Am.* 2006; 14: 383–389.
  20. Thukral A., Thomasson D.M., Chow C.K. et al. Inflammatory breast cancer: dynamic contrast-enhanced MR in patients receiving bevacizumab—initial experience. *Radiology.* 2007; 244: 727–735.
  21. Chen J.H., Mehta R.S., Nalcioglu O. et al. Inflammatory breast cancer after neoadjuvant chemotherapy: can magnetic resonance imaging precisely diagnose the final pathological response? *Ann. Surg. Oncol.* 2008; 15: 3609–3613.
  22. Le-Petross C.H., Luc B., Yang W.T. Evolving Role of Imaging Modalities in Inflammatory Breast Cancer. *Seminars Oncol.* 2008; 35 (1): 51–63.
  23. Carboognin G., Calciolari C., Girardi V. et al. Inflammatory breast cancer: MR imaging findings. *Radiol. Med.* 2010; 115: 70–82.
  24. Thomassin-Naggara I., De Bazelaire C., Chopier J. et al. Diffusion-weighted MR imaging of the breast: advantages and pitfalls. *Eur. J. Radiol.* 2013; 82: 435–443.
  25. Alikhasshi A., Omranipour R., Alikhasshi Z. et al. Congestive Heart Failure versus Inflammatory Carcinoma in Breast. *Case Rep. Radiol.* 2014: 815–896.
  26. Wang L., Wang D., Fei X. et al. A Rim-Enhanced Mass with Central Cystic Changes on MR Imaging: How to Distinguish Breast Cancer from Inflammatory Breast Diseases? *PLoS One.* 2014; 9 (3): 90355.
  27. Le-Petross H.T., Cristofanilli M., Carkaci S. et al. MRI features of inflammatory breast cancer. *Am. J. Roentgenol.* 2011; 197: 769–776.
  28. Yamauchi H., Woodward W.A., Valero V. et al. Inflammatory breast cancer: what we know and what we need to learn. *Oncologist.* 2012; 17 (7): 891–899.
  29. Groheux D., Giacchetti S., Delord M. et al. 18F-FDG PET/CT in staging patients with locally advanced or inflammatory breast cancer: comparison to conventional staging. *J. Nucl. Med.* 2013; 54 (1): 5–11.
  30. Walker G.V., Niikura N., Yang W. et al. Pretreatment Staging Positron Emission Tomography/Computed Tomography in Patients With Inflammatory Breast Cancer Influences Radiation Treatment Field Designs. *Int. J. Radiat. Oncol., Biology, Physics.* 2012; 83 (5): 1381–1386.
  31. Schelling M., Avril N., Nahrig J. et al. Positron emission tomography using Fluorodeoxyglucose for monitoring primary chemotherapy in breast cancer. *J. Clin. Oncol.* 2000; 18: 1689–1695.
  32. Mankoff D.A., Dunnwald L.K., Gralow J.R. et al. Changes in blood flow and metabolism in locally advanced breast cancer treated with neoadjuvant chemotherapy. *J. Nucl. Med.* 2003; 44: 1806–1814.
  33. Berg W.A., Weinberg I.N., Narayanan D. et al. High-resolution fluorodeoxyglucose positron emission tomography with compression (“positron emission mammography”) is highly accurate in depicting primary breast cancer. *Breast J.* 2006; 12: 309–323.
  34. Carkaci S., Macapinlac H.A., Cristofanilli M. et al. Retrospective study of 18F-FDG PET/CT in the diagnosis of inflammatory breast cancer: preliminary data. *J. Nucl. Med.* 2010; 50: 231–238.
  35. Shigematsu H., Kadoya T., Masumoto N. et al. Role of FDG-PET/CT in Prediction of Underestimation of Invasive Breast Cancer in Cases of Ductal Carcinoma In Situ Diagnosed at Needle Biopsy. *Clin. Breast Cancer.* 2014; 14 (5): 358–364.
  36. Ibusuki M., Yamamoto Y., Kawasoe T. et al. Potential advantage of preoperative three-dimensional mapping of sentinel nodes in breast cancer by a hybrid single photon emission CT (SPECT)/CT system. *Surg. Oncol.* 2010; 19(2): 88–94.
  37. Uren R.F., Howman-Giles R., Chung D.K.V. et al. SPECT/CT scans allow precise anatomical location of sentinel lymph nodes in breast cancer and redefine lymphatic drainage from the breast to the axilla. *Breast J.* 2012; 21 (4): 480–486.