

От приглашенного редактора | From section editor

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1090>

Современный взгляд на принципы диагностики рака молочной железы по данным контрастной маммографии (обзор литературы)

© Баженова Д.А.* , Мершина Е.А., Пучкова О.С., Сенников И.С., Филатова Д.А.

Медицинский научно-образовательный центр ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»; 119192 Москва, Ломоносовский проспект, 27, к. 10, Российская Федерация

В статье рассматриваются последние достижения лучевой диагностики при обследовании пациенток с предполагаемым раком молочной железы на различных этапах диагностики. Описываются возможности двухэнергетической контрастной спектральной маммографии, магнитно-резонансной томографии в первичной диагностике заболевания и при оценке распространенности процесса, вовлеченности контралатеральной молочной железы, обсуждаются оптимальная методика проведения исследования и принципы интерпретации полученных данных в ежедневной практике.

Ключевые слова: рак молочной железы, диагностика, двухэнергетическая контрастная спектральная маммография, магнитно-резонансная томография

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Работа выполнена в рамках государственного задания МГУ (номер ЦИТИС 121061800148-2).

Для цитирования: Баженова Д.А., Мершина Е.А., Пучкова О.С., Сенников И.С., Филатова Д.А. Современный взгляд на принципы диагностики рака молочной железы по данным контрастной маммографии (обзор литературы). *Медицинская визуализация*. 2022; 26 (1): 40–47. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1090>

Поступила в редакцию: 06.10.2021. **Принята к печати:** 23.12.2021. **Опубликована online:** 01.02.2022.

Modern view on the principles of breast cancer diagnostics using contrast mammography (literature review)

© Daria A. Bazhenova*, Elena A. Meršina, Ol'ga S. Puchkova, Igor' S. Sennikov, Darya A. Filatova

Medical Research and Education Center of Lomonosov Moscow State University; 27-10, Lomonosovsky prospekt, 119192 Moscow, Russian Federation

The article discusses the latest achievements of radiation diagnostics in the examination of patients with suspected breast cancer at various stages. The possibilities of dual-energy contrast spectral mammography, magnetic resonance imaging in the primary diagnosis of the disease and in assessing the prevalence of the process, the involvement of the contralateral breast, the optimal methodology of the study and the principles of interpretation of the data obtained in daily practice are discussed.

Keywords: breast cancer, diagnostics, dual-energy contrast spectral mammography, magnetic resonance imaging

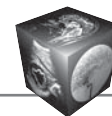
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Bazhenova D.A., Meršina E.A., Puchkova O.S., Sennikov I.S., Filatova D.A. Modern view on the principles of breast cancer diagnostics using contrast mammography (literature review). *Medical Visualization*. 2022; 26 (1): 40–47. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1090>

Received: 06.10.2021.

Accepted for publication: 23.12.2021.

Published online: 01.02.2022.



Введение

Двухэнергетическая контрастная спектральная маммография (contrast-enhanced spectral mammo-graphy – CESM) представляет собой один из самых современных методов диагностики патологических изменений молочной железы. К методам исследования молочной железы, при проведении которых вводится контрастный препарат, относится также МРТ. Однако высокие затраты, ограниченная доступность, высокая доза облучения, длительное время исследования привели к разработке CESM.

В 2003 г. J.M. Lewin и соавт. [1] опубликовали первую работу о целесообразности CESM. Несмотря на то что их аппаратное обеспечение не было специализировано для двухэнергетического исследования, они продемонстрировали хорошие результаты в выявлении рака молочной железы у 13 женщин. За последнее десятилетие было существенно усовершенствовано аппаратное и программное обеспечение, что сделало двухэнергетическую маммографию более эффективной [2]. В частности, развитие спектральных изображений с контрастным усилением уменьшило дозу облучения, что сделало возможным проведение популяционных исследований [3]. Стоит отметить, что доза облучения при CESM в 1,5–1,8 раза выше, чем при цифровой маммографии. В новейшем поколении CESM используется дополнительная доза облучения, составляющая примерно 20% от дозы, получаемой при стандартной цифровой маммографии (4 изображения) [4].

CESM, применяемая в описанных исследованиях, представляет собой коммерческую модель, разработанную GE Healthcare (Senographe Essential CESM, Buc, Франция). Выполнение CESM стандартизовано: исследование начинается с внутривенного болюсного введения низкоосмолярного неионного йодсодержащего контрастного вещества с использованием силового инжектора из расчета 1–1,5 мл/кг массы тела со скоростью 2,5 мл/с. Затем проводится маммографическое исследование в стандартных проекциях. Для достижения максимального накопления контрастного вещества в зоне интереса снимки выполняются в следующей последовательности: краниокаудальная (прямая) проекция незаинтересованной молочной железы; краниокаудальная (прямая) проекция и латеромедиальная (косая) проекция заинтересованной молочной железы; латеромедиальная (косая) проекция незаинтересованной молочной железы. Продолжительность исследования не превышает 7 мин. Во время одной кратковременной компрессии (не более 15 с) последовательно, с очень коротким интервалом около 1,5 с, программное обеспечение автоматически делает пару снимков

(низкой и высокой энергии) для каждой проекции. Специальный процессор выполняет обработку изображений с информацией о накоплении контрастного вещества в молочных железах, которые затем переносятся на рабочую станцию врача. Таким образом, оцениваются два набора снимков: низкоэнергетический, соответствующий стандартной маммографии, и субтракционный, на котором нивелируется окружающий фон и определяется только накопление контрастного вещества [4–6].

Особое значение для оценки результатов контрастной маммографии имеет степень накопления контрастного вещества в образовании, характеризующая усиленный кровоток в нем. В мировой литературе не было найдено методов объективной оценки степени накопления контрастного вещества, во всех существующих исследованиях она оценивалась по усмотрению врача-рентгенолога.

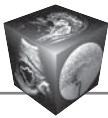
Литературные данные

Пациентки с высокой плотностью ткани молочной железы

CESM имеет более высокую диагностическую точность по сравнению со стандартной цифровой маммографией в выявлении рака молочной железы, особенно у женщин с высокой плотностью ткани железы [2, 5]. По данным Y.C. Cheung и соавт. [5], полученным при анализе 100 образований у 89 женщин, использование CESM повышает точность диагностики рака молочной железы: чувствительность CESM выше, чем цифровой маммографии, на 21,2% (от 71,5 до 92,7%), специфичность больше на 16,1% (от 51,8 до 67,9%). Целесообразно внедрение CESM в клиническую практику для дообследования пациенток, у которых были выявлены изменения при скрининговой маммографии. При этом будет возможным сократить количество ультразвуковых исследований (УЗИ) до инвазивных процедур под контролем ультразвука [7].

Неоангиогенез

Неоангиогенез является классическим признаком злокачественных новообразований. Применение цифровой маммографии в диагностике рака молочной железы позволяет выявить участки скопления микрокальцинатов, локальной перестройки структуры, но не дает представления о васкуляризации подозрительных участков. УЗИ с цветовым доплеровским картированием (ЦДК) позволяет оценить кровоток. Однако известно, что медленный кровоток, который может встречаться в злокачественных образованиях, плохо визуализируется при ЦДК, поэтому для точной



оценки перфузии образования применяется МРТ с контрастным усилением [8]. CESM представляет собой новый метод визуализации, способный обнаруживать неопластический ангиогенез и применяющийся для оценки мультицентричности рака молочной железы [4].

CESM и МРТ

Обследование молочной железы с использованием МРТ сопряжено с высокими экономическими и временными затратами [9]. Это ограничивает возможности МРТ как метода скрининга [8]. Одной из причин высокой стоимости является длительность сканирования и интерпретации. Классический протокол МР-маммографии занимает 40 мин и генерирует несколько сотен изображений.

С.К. Kuhl и соавт. сократили протокол МР-сканирования до основных программ (трехмерная проекция максимальной интенсивности – MIP, первое постконтрастное субтракционное T1-взвешенное изображение – FAST). Хотя данный сокращенный протокол не подходит для полноценного диагностического обследования, он позволяет при малом времени сканирования выявлять образования без частых ложноположительных результатов, что является отличительной чертой скринингового метода [10].

Исследования показали, что CESM либо не уступает, либо незначительно превосходит МРТ в выявлении злокачественных образований [2, 3, 6, 11]. В некоторых работах показано, что МРТ обладает более высокой чувствительностью, чем CESM, в выявлении дополнительных очагов образования, однако также МРТ дает больше ложноположительных результатов [2, 3]. В работе Е.М. Fallenberg и соавт. чувствительность CESM и МРТ была одинаковой (88%), но CESM показала более высокую специфичность (81%), чем МРТ (50%) [6]. В исследовании М.Н. Helal и соавт. продемонстрировано, что у пациентов с запущенной формой рака молочной железы CESM не уступает МРТ в выявлении и описании характеристик (например, размеров) злокачественных новообразований молочной железы (чувствительность 93,7% для обоих методов); однако у CESM была более низкая специфичность (66,6%), чем у МРТ (86,6%), и, соответственно, немного более низкая точность (80,6%), чем у МРТ (90,3%) [12].

В работе М.М. Hobbs и соавт. было проведено сравнение CESM с МРТ с точки зрения предпочтения пациенток. Результаты данного исследования показывают, что пациентки отдают предпочтение CESM и в качестве причин указывают более быстрое время процедуры, больший уровень комфорта и низкий уровень шума [13]. Это также свидетель-

ствует в пользу перехода к рутинному использованию данного метода.

По данным российских авторов, CESM обладает более высокой чувствительностью и специфичностью по сравнению с традиционной рентгеновской маммографией и сопоставима с МРТ, что в большинстве случаев позволяет рекомендовать ее в качестве метода выбора для диагностики заболеваний молочной железы ввиду большей доступности и меньших экономических затрат [14].

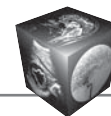
Совместный протокол компьютерной томографии и CESM

У пациенток, подвергающихся оценке метастазов перед операцией по поводу рака молочной железы, контрастный препарат должен вводиться для компьютерной томографии (КТ) и CESM. В работе N. Okada и соавт. исследовалась возможность выполнения CESM сразу после КТ с контрастным усилением без дополнительного введения контрастного препарата. Контрастирование опухоли не уменьшалось, даже если интервал между началом введения контрастного вещества для КТ и началом маммографии составлял более 7 мин. Таким образом, CESM сразу после КТ с контрастным усилением без дополнительного введения контрастного препарата возможна и рентабельна [15]. Это имеет важное значение при комплексном обследовании пациентов перед оперативным лечением, ведь дополнительное введение контрастного препарата влечет за собой увеличение рисков и невыгодно с экономической точки зрения.

Диагностика метастазов в молочной железе

CESM может представлять собой чрезвычайно эффективный метод для постановки правильного диагноза в сложных случаях потенциально метастатических поражений. Лучистые контуры образования, микрокальцинаты, утолщение и втяжение кожи являются типичными маммографическими признаками первичной опухоли молочной железы и обычно не характерны для метастазов, за исключением рака яичников с микрокальцинатами и лучистыми контурами метастазов. Кроме того, гематогенные метастазы имеют четкие контуры узловых образований, тогда как для лимфогенных метастазов характерна перестройка структуры без четких контуров с отеком и реактивными лимфатическими узлами (примерно в четверти случаев).

На маммограммах метастазы обычно представлены округлыми образованиями высокой плотности с четкими контурами, похожими на доброкачественные образования. Кроме того, для мета-



стазов в молочной железе не характерны лучистые контуры, втяжение кожи или сосков, десмопластическая реакция – типичные признаки первичной карциномы молочной железы.

В литературе описан случай метастазирования в молочную железу плевральной мезотелиомы. После первой линии химиотерапии в левой молочной железе ретроареоллярно пальпировалось фиксированное твердое образование; кожа была утолщенной, без втяжений; выделений из соска не было. Также пальпировался увеличенный аксиллярный лимфатический узел. На маммограммах в левой молочной железе определялся узел округлой формы с четкими контурами до 5 см, а также аксиллярная лимфаденопатия. При УЗИ было выявлено неоднородное гипозоногенное образование с четкими контурами (рис. 1) [16].

Была выполнена CESH: в левой молочной железе определялось узловое образование, умеренно неоднородно накапливающее контрастный препарат, преимущественно по периферии (рис. 2) [16]. Таким образом, вид очага и характер накопления им контрастного препарата при CESH

показали, что выявленное образование представляет собой метастаз. Таким образом, наглядно показана роль данного диагностического метода в сложных клинических ситуациях, когда от правильно поставленного диагноза напрямую зависит тактика ведения пациента.

Изменения в молочных железах после операции

Использование контрастного вещества снижает количество ложноположительных результатов при анализе изменений, наблюдаемых в молочной железе после операции. P. Belli и соавт. опубликовали результаты с высокими отрицательными прогностическими значениями МРТ молочных желез у женщин, перенесших радикальную резекцию молочной железы. Они пришли к выводу, что отсутствие очагов усиления в молочных железах после лечения имело 100% достоверность для прогнозирования отсутствия рецидива опухоли [17]. Следовательно, нет необходимости в дополнительных инвазивных процедурах, таких как биопсия, при отсутствии очагов усиления, подозри-

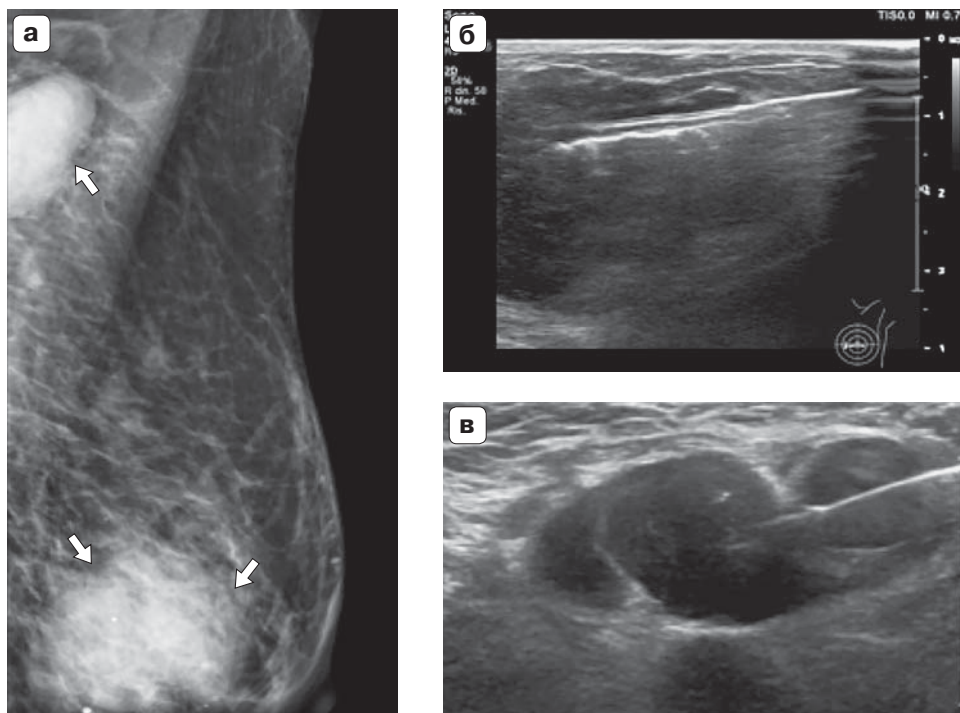


Рис. 1. Метастаз в молочной железе мезотелиомы плевры. **а** – низкоэнергетическое изображение CESH, где определяется узел с четкими контурами, с подмышечной лимфаденопатией (стрелки); **б** – биопсия образования в молочной железе под контролем ультразвука, выполненная с помощью системы VABB Elite 13-G; **в** – биопсия аксиллярного лимфатического узла под контролем ультразвука, выполненная с помощью системы VABB Elite 16-G [16].

Fig. 1. Metastasis of pleural mesothelioma in the mammary gland. **a** – a low-energy CESH image, where a node with clear contours is determined, with axillary lymphadenopathy (arrows); **б** – biopsy of the formation in the mammary gland under ultrasound control, performed using the VABB Elite 13-G system; **в** – biopsy of the axillary lymph node under ultrasound control performed using the VABB Elite 16-G system [16].

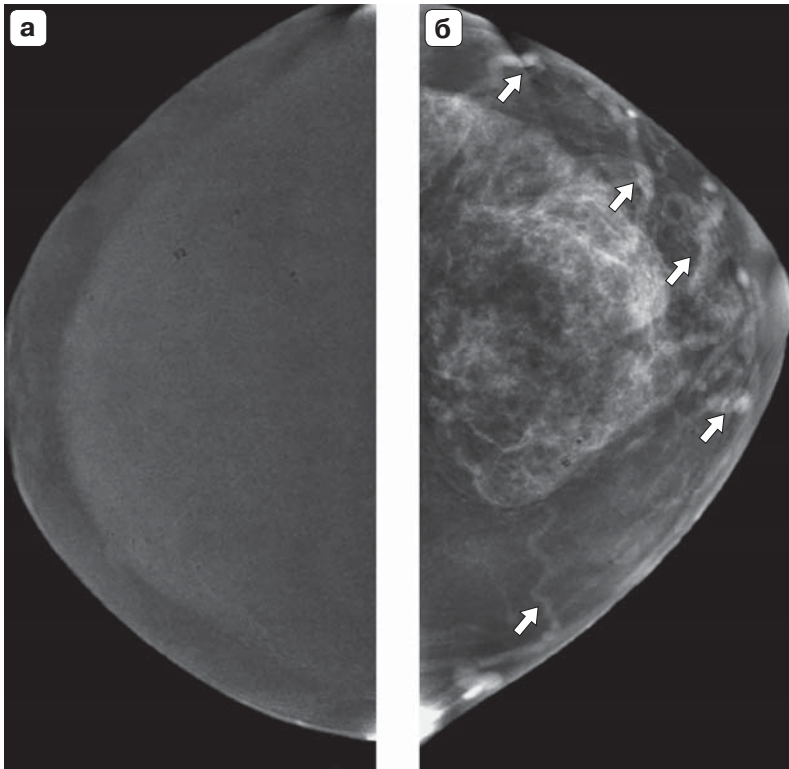


Рис. 2. Метастаз в молочной железе мезотелиомы плевры. На рекомбинированных изображениях CSM определяется асимметричная васкуляризация правой и левой молочных желез. **а** – в правой молочной железе васкуляризации не наблюдается, в то время как **(б)** в левой железе отмечаются многочисленные сосуды (стрелки), преобладающие вокруг ретроареолярного образования, хорошо выражены, преимущественно по периферии [15].

Fig. 2. Metastasis of pleural mesothelioma in the mammary gland. On recombined CSM images asymmetric vascularization of the right and left mammary glands is determined. **a** – there is no vascularization in the right mammary gland, while **(б)** numerous vessels (arrows) are noted in the left gland, predominant around the retroareolar formation, well expressed, mainly along the periphery [15].

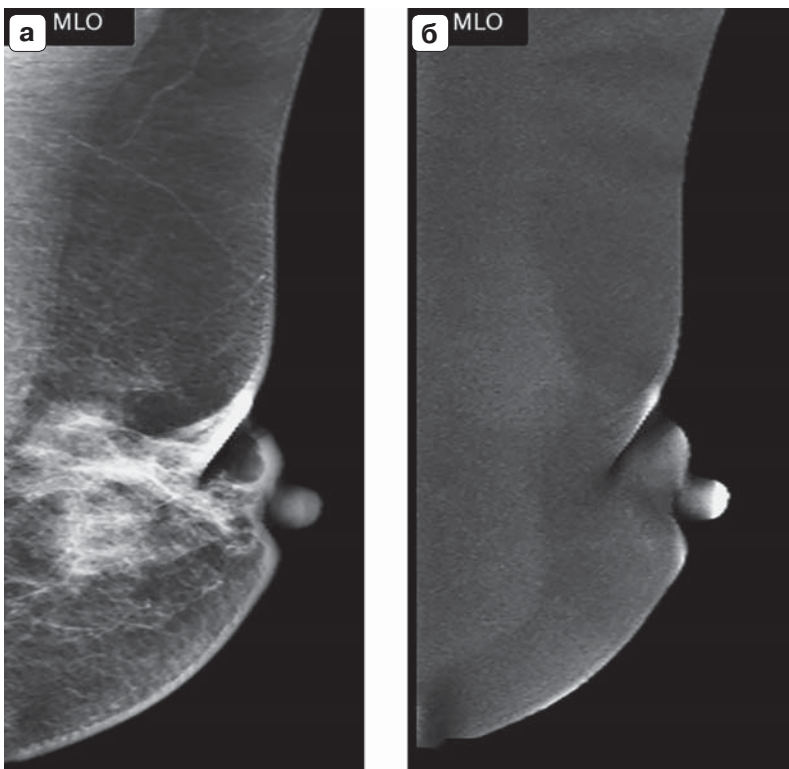


Рис. 3. 50-летняя пациентка с радикальной резекцией молочной железы в анамнезе. **а** – традиционная цифровая маммограмма MLO показывает локальную область операционного ложа повышенной плотности (BI-RADS 3); **б** – CSM не выявила зон накопления контрастного препарата (BI-RADS 1) [17].

Fig. 3. A 50-year-old patient with a history of radical breast resection. **a** – a traditional digital mammogram MLO shows a local area of the postoperative zone with increased density (BI-RADS 3). **б** – CSM did not reveal areas of contrast agent accumulation (BI-RADS 1) [17].

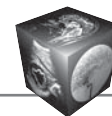
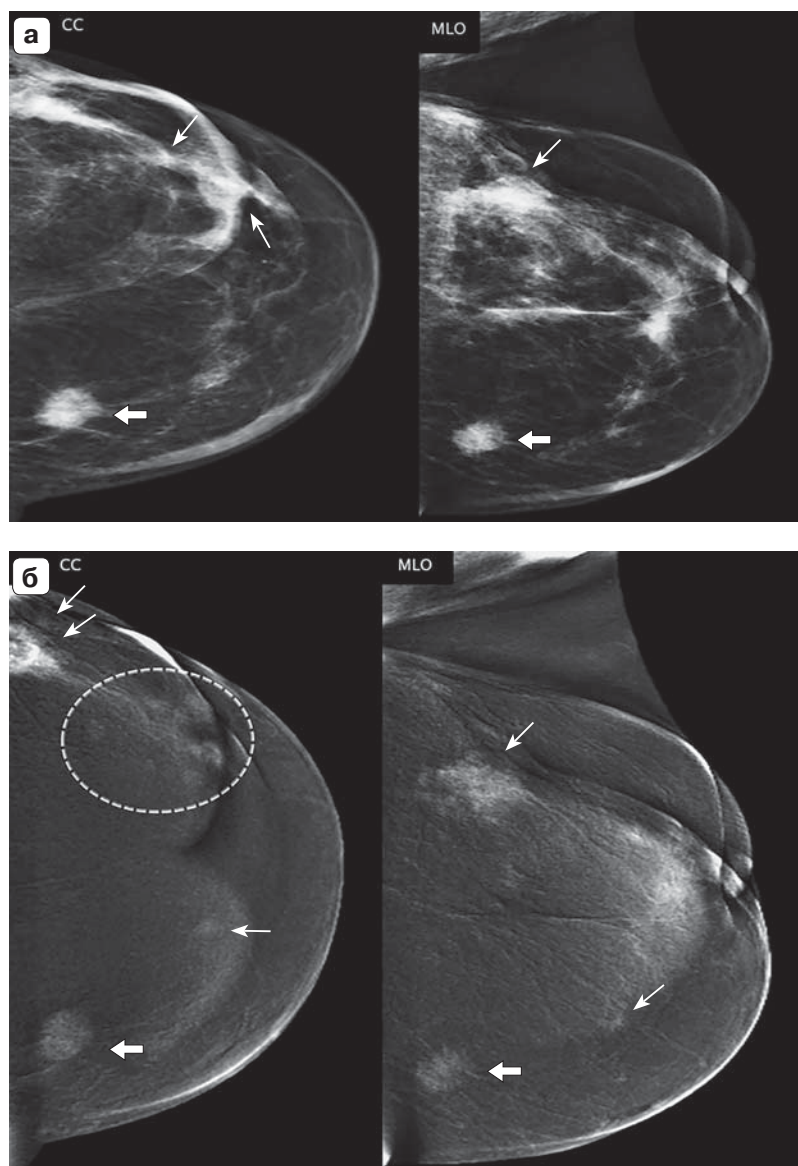


Рис. 4. 53-летняя пациентка с радикальной резекцией левой молочной железы (Her2 положительный подтип рака молочной железы), через год была выявлена пальпируемая опухоль нижневнутреннего квадранта. **а** – на цифровых маммограммах выявлялось образование с лучистыми контурами в нижневнутреннем квадранте (стрелка). Кроме того, в зоне операции отмечались участки перестройки высокой плотности (тонкие стрелки; BI-RADS 5); **б** – CESM подтвердила наличие образования нижневнутреннего квадранта, а также выявила множественные очаги контрастирования в области послеоперационного рубца (BI-RADS 5). CESM не только подтвердила диагноз злокачественного образования, но также выявила распространение заболевания (мультицентричный инвазивный протоковый рак) [17].

Fig. 4. 53-year-old patient after total resection of the left mammary gland (Her2 positive subtype of breast cancer), a palpable tumor of the lower-inner quadrant was detected a year later. **a** – digital mammograms revealed a formation with radiant contours in the lower-inner quadrant (arrow). In addition, high-density realignment areas were marked in the operation zone (thin arrows; BI-RADS 5). **б** – CESM confirmed the presence of a lower-inner quadrant formation and also revealed multiple foci of contrast accumulation in the postoperative area (BI-RADS 5). CESM not only confirmed the diagnosis of malignancy, but also revealed the spread of the disease (multicentric invasive ductal cancer) [17].



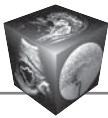
тельных на рецидив; это способствует снижению количества ненужных конкретному пациенту диагностических процедур.

CESM позволяет проводить дифференциальную диагностику асимметричных участков в молочных железах после операции. CESM имеет высокую чувствительность (91,2%) и положительную прогностическую ценность (77,5%) при оценке локального рецидива рака в оперированной молочной железе. Процент выявленных в послеоперационном периоде злокачественных новообразований в работе М.Н. Helal и соавт. был высоким (48,6%). Это может быть связано с агрессивностью ранее удаленного первичного рака молочной железы (экспрессия опухолевого рецептора и биомаркеры). В 21 случае с диагнозом локального рецидива (61,8%, $n = 21/34$) первичные подтипы

рака молочной железы были с Her2 и тройным негативным / базально-подобным подтипами. Кроме того, с помощью данного метода диагностики можно определить степень распространения поражения, поскольку рак может иметь очаговый или мультицентричный характер (рис. 3, 4) [12].

Автоматизированная система обработки CESM

CESM считается методом диагностики, зависимым от оператора. В литературе описана работа, в которой была предложена экспериментальная, полностью автоматическая система, которая показала высокую эффективность в прогнозировании доброкачественности/злокачественности образований со средними значениями чувствительности и специфичности 87,5 и 91,7% соответ-



ственно. Анализ и создание модели классификации выполнялись с использованием программного обеспечения MATLAB R2017a (Mathworks, Inc., Natick, Массачусетс, США). Так, использование данной системы в интерпретации изображений CESM позволит уменьшить количество ложноположительных результатов и ограничить количество инвазивных вмешательств [18]. Дальнейшая работа в данном направлении поможет сделать метод CESM менее субъективным и зависимым от конкретного врача, что будет способствовать увеличению точности диагностики.

Заключение

Двухэнергетическая контрастная спектральная маммография легко выполняется и хорошо переносится пациентками. CESM превосходит обычную маммографию, поскольку дает информацию о наличии патологического неангиогенеза, дополняющую морфологические характеристики опухоли. В сравнении с МРТ контрастная маммография сопоставима по чувствительности и специфичности. Следовательно, CESM может быть альтернативным методом визуализации молочных желез, особенно в случаях, когда доступность МРТ ограничена.

Участие авторов

Баженова Д.А. – концепция и дизайн исследования, проведение исследования, сбор и обработка данных, анализ и обработка полученных данных, написание текста, ответственность за целостность всех частей статьи.

Мершина Е.А. – концепция и дизайн исследования, участие в научном дизайне, утверждение окончательно варианта статьи.

Пучкова О.С. – концепция и дизайн исследования, участие в научном дизайне.

Сенников И.С. – подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне, подготовка и создание опубликованной работы.

Филатова Д.А. – подготовка и редактирование текста, подготовка и создание опубликованной работы.

Authors' participation

Bazhenova D.A. – concept and design of the study, conducting research, collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data, writing text, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Merшина E.A. – concept and design of the study, participation in scientific design, approval of the final version of the article.

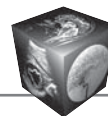
Puchkova O.S. – concept and design of the study, participation in scientific design.

Sennikov I.S. – text preparation and editing, participation in scientific design, preparation and creation of the published work.

Filatova D.A. – text preparation and editing, preparation and creation of the published work.

Список литературы / References

1. Lewin J.M., Isaacs P.K., Vance V., Larke F.J. Dual-energy contrast-enhanced digital subtraction mammography: feasibility. *Radiology*. 2003; 229 (1): 261–268. <http://doi.org/10.1148/radiol.2291021276>
2. Dromain C., Thibault F., Muller S. et al. Dual-energy contrast-enhanced digital mammography: initial clinical results. *Eur. Radiol.* 2011; 21 (3): 565–574. <http://doi.org/10.1007/s00330-010-1944-y>
3. Jochelson M.S., Dershaw D.D., Sung J.S. et al. Bilateral contrast-enhanced dual-energy digital mammography: feasibility and comparison with conventional digital mammography and MR imaging in women with known breast carcinoma. *Radiology*. 2013; 266 (3): 743–751. <http://doi.org/10.1148/radiol.12121084>
4. Daniaux M., De Zordo T., Santner W. et al. Dual-energy contrast-enhanced spectral mammography (CESM). *Arch. Gynecol. Obstet.* 2015; 292 (4): 739–747. <http://doi.org/10.1007/s00404-015-3693-2>
5. Cheung Y.C., Lin Y.C., Wan Y.L. et al. Diagnostic performance of dual-energy contrast-enhanced subtracted mammography in dense breasts compared to mammography alone: interobserver blind-reading analysis. *Eur. Radiol.* 2014; 24 (10): 2394–2403. <http://doi.org/10.1007/s00330-014-3271-1>
6. Fallenberg E.M., Dromain C., Diekmann F. et al. Contrast-enhanced spectral mammography versus MRI: Initial results in the detection of breast cancer and assessment of tumour size. *Eur. Radiol.* 2014; 24 (1): 256–264. <http://doi.org/10.1007/s00330-013-3007-7>
7. Lobbes M.B., Lalji U., Houwers J. et al. Contrast-enhanced spectral mammography in patients referred from the breast cancer screening programme. *Eur. Radiol.* 2014; 24 (7): 1668–1676. <http://doi.org/10.1007/s00330-014-3154-5>
8. Wernli K.J., DeMartini W.B., Ichikawa L. et al.; Breast Cancer Surveillance Consortium. Patterns of breast magnetic resonance imaging use in community practice. *JAMA Intern. Med.* 2014; 174 (1): 125–132. <http://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.11963>
9. Cott Chubiz J.E., Lee J.M., Gilmore M.E. et al. Cost-effectiveness of alternating magnetic resonance imaging and digital mammography screening in BRCA1 and BRCA2 gene mutation carriers. *Cancer*. 2013; 119 (6): 1266–1276. <http://doi.org/10.1002/cncr.27864>
10. Kuhl C.K., Schrading S., Strobel K. et al. Abbreviated breast magnetic resonance imaging (MRI): first postcontrast subtracted images and maximum-intensity projection—a novel approach to breast cancer screening with MRI. *J. Clin. Oncol. Off. J. Am. Soc. Clin. Oncol.* 2014; 32 (22): 2304–2310. <http://doi.org/10.1200/JCO.2013.52.5386>
11. Łuczyńska E., Heinze-Paluchowska S., Hendrick E. et al. Comparison between breast MRI and contrast-enhanced spectral mammography. *Med. Sci. Monit. Int. Med. J. Exp. Clin. Res.* 2015; 21: 1358–1367. <http://doi.org/10.12659/MSM.893018>
12. Helal M.H., Mansour S.M., Ahmed H.A. et al. The role of contrast-enhanced spectral mammography in the evaluation of the postoperative breast cancer. *Clin Radiol.* 2019; 74 (10): 771–781. <http://doi.org/10.1016/j.crad.2019.06.002>
13. Hobbs M.M., Taylor D.B., Buzynski S., Peake R.E. Contrast-enhanced spectral mammography (CESM) and contrast enhanced MRI (CEMRI): Patient preferences



- and tolerance. *J. Med. Imaging Radiat. Oncol.* 2015; 59 (3): 300–305. <http://doi.org/10.1111/1754-9485.12296>
14. Оксачук Е.А., Колесник А.Ю., Меских Е.В. Контрастная маммография в дифференциальной диагностике заболеваний молочных желез: первые результаты. *Res. Pract. Med. J.* 2017; S2: 73.
Oksanchuk E.A., Kolesnik A.Y., Meskih E.V. The role of contrast-enhanced mammography for determining breast lesions: the first results. *Res. Pract. Med. J.* 2017; S2: 73.
 15. Okada N., Tatsugami F., Sugai M. et al. The feasibility of contrast-enhanced spectral mammography immediately after contrast-enhanced CT. *Radiol. Phys. Technol.* 2019; 12 (3): 277–282.
<http://doi.org/10.1007/s12194-019-00518-6>
 16. La Forgia D., Catino A., Dentamaro R. et al. Role of the contrast-enhanced spectral mammography for the diagnosis of breast metastases from extramammary neoplasms. *J. BUON Off. J. Balk. Union Oncol.* 2019; 24 (4): 1360–1366.
 17. Belli P., Costantini M., Romani M. et al. Magnetic resonance imaging in breast cancer recurrence. *Breast Cancer Res. Treat.* 2002; 73 (3): 223–235.
<http://doi.org/10.1023/a:1015868406986>
 18. Fanizzi A., Losurdo L., Basile T.M.A. et al. Fully Automated Support System for Diagnosis of Breast Cancer in Contrast-Enhanced Spectral Mammography Images. *J. Clin. Med.* 2019; 8 (6): E891.
<http://doi.org/10.3390/jcm8060891>

Для корреспонденции*: Баженова Дарья Анатольевна – 119192 Москва, Ломоносовский пр-т, 27, корп. 10.
E-mail: bazhenova.darya@gmail.com

Баженова Дарья Анатольевна – аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии МГУ имени М.В. Ломоносова, врач-рентгенолог отделения рентгенодиагностики с кабинетами МРТ и КТ МНОЦ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва.
<https://orcid.org/0000-0002-7757-6273>

Мершина Елена Александровна – канд. мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии МГУ имени М.В. Ломоносова, заведующая отделением рентгенодиагностики с кабинетами МРТ и КТ МНОЦ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-1266-4926>

Пучкова Ольга Сергеевна – врач-рентгенолог отделения рентгенодиагностики с кабинетами МРТ и КТ МНОЦ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-5312-1557>

Сенников Игорь Сергеевич – врач-рентгенолог отделения рентгенодиагностики с кабинетами МРТ и КТ МНОЦ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-7608-2725>

Филатова Дарья Андреевна – клинический ординатор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва. <https://orcid.org/ID 0000-0002-0894-1994>

Contact*: Darya A. Bazhenova – 27-10, Lomonosovsky prospect, Moscow 119192, Russian Federation. E-mail: bazhenova.darya@gmail.com

Daria A. Bazhenova – PhD Student at Radiology department of Lomonosov Moscow State University; Radiologist at Radiology department with CT and MRI, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-7757-6273>, e-mail: bazhenova.darya@gmail.com

Elena A. Merzhina – Cand. of Sci. (Med.), Assistant Professor of Radiology department, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University, Head of Radiology department of Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University, Moscow. <http://orcid.org/0000-0002-1266-4926>

OI'ga S. Puchkova – Radiologist at Radiology department with CT and MRI, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-1182-1002>

Igor' S. Sennikov – Radiologist at Radiology department with CT and MRI, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-7608-2725>

Darya A. Filatova – Resident of Radiology and Radiotherapy Department of Lomonosov Moscow State University, Moscow.
<https://orcid.org/ID 0000-0002-0894-1994>