Ключевые слова:

молочная железа,
цифровая маммография,
контрастирование
молочной железы

Keywords:

breast,
digital mammography,
contrast enhanced
spectral mammography

DOI: 10.17709/2409-2231-2015-2-4-82-87

Для корреспонденции:

Рожкова Надежда Ивановна –
д.м.н., профессор, руководитель Национального
центра онкологии репродуктивных органов
МНИОИ им. П.А. Герцена –
филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России
Адрес: 125284, Россия, Москва,
2-й Боткинский проезд, 3
E-mail: 2013rozhkova@gmail.com
Статья поступила 10.08.2015,
принята к печати 20.11.2015

For correspondence:

Rozhkova Nadezhda Ivanovna –
Phd, MD, professor, head of National center
of oncology of reproductive organs of P.A.
Hertsen Moscow Oncology Research Institute –
branch of the National Medical Research
Radiological Centre of the Ministry of Health
of the Russian Federation
Address: 2nd Botkinskiy proezd 3, Moscow,
125284, Russia
E-mail: 2013rozhkova@gmail.com
The article was received 10.08.2015,
accepted for publication 20.11.2015

КОНТРАСТНАЯ ДВУЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СПЕКТРАЛЬНАЯ МАММОГРАФИЯ (ОБЗОР)

Рожкова Н.И., Бурдина И.И., Запирова С.Б., Мазо М.Л.,
Прокопенко С.П., Якобс О.Э.

Национальный центр онкологии репродуктивных органов (маммология, гинекология, андрология)
Московского научно-исследовательского онкологического института им. П.А. Герцена –
филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России (Москва, Россия)
125284, Россия, Москва, 2-й Боткинский проезд, 3

Резюме

Проблема ранней диагностики рака молочной железы чрезвычайно актуальна. Отмечается рост заболеваемости у женщин от 19 до 39 лет на 34% за последние 10 лет. Это определяет необходимость ускорения разработки и внедрения новейших технологий выявления самых ранних признаков заболеваний. Ведущим среди всех лучевых методов диагностики остается рентгеновская маммография. Тем не менее ряд ограничений метода снижает его эффективность. В этой связи разрабатываются технологии, повышающие информативность рентгеновской маммографии за счет использования искусственного контрастирования и преимуществ цифровых технологий. В обзоре рассматриваются работы авторов, имеющих клинический опыт применения CESM-контрастной двуэнергетической спектральной маммографии на репрезентативной группе женщин с различными заболеваниями молочной железы. В статье показаны положительные стороны и ограничения новой технологии по сравнению с маммографией, УЗИ и МРТ.

CONTRAST ENHANCED SPECTRAL MAMMOGRAPHY (CESM) (REVIEW)

Rozhkova N.I., Burdina I.I., Zapirova S.B., Mazo M.L., Prokopenko S.P., Yakobs O.E.

National center of oncology of reproductive organs of P.A. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – branch of
the National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation (Moscow, Russia)
2nd Botkinskiy proezd 3, Moscow, 125284, Russia

Abstract

The problem of early diagnosis of a breast cancer is extremely actual. Growth of incidence at women from 19 to 39 years increased for 34% over the last 10 years. It defines need of acceleration of development and deployment of the latest technologies of identification of the earliest symptoms of diseases. The x-ray mammography is the conducting method among of all radiological methods of diagnostics. Nevertheless a number of restrictions of method reduces its efficiency. The technologies increasing informational content of x-ray mammography – the leading method of screening – due to use of artificial contrasting and advantages of digital technologies are constantly developed. In this review it is described works, in which the authors having clinical experience of application of CESM – contrast-enhanced spectral mammography on representative group of women. Positive sides and restrictions of new technology in comparison with mammography, ultrasonography and MRT are shown in this article.

Проблема заболеваний молочной железы неисчерпаема. Ею занимались исследователи многие десятилетия, но лишь с внедрением рентгеновской маммографии появилась возможность получения объективной информации о внутренней структуре молочной железы. Оказалось, что молочная железа женщины также индивидуальна, как ее лицо. Многообразие вариантов нормы и схожесть ряда признаков с началом диффузных перестроек структуры железы весьма затрудняли диагностику начальных проявлений болезни, что

привело к необходимости развивать и внедрять другие технологии, способствующие решению этой проблемы. К ним относят уже распространенные в настоящее время — УЗИ, МРТ, РКТ, изотопные исследования и пр. [1–7].

Одним из главных достоинств рентгеновской маммографии стало выявление непальпируемых образований. Оно открыло новую эру в онкологии, которая определила приоритет в разработке органосберегающих лечебных технологий, в корне влияющих не только на увеличение продолжительности, но и на улучшение качества жизни женщины.

В этой связи чрезвычайно важным стали разработки новых технологий, способствующих выявлению самых начальных признаков болезни, ее распространенности и особенностей биологической характеристики опухолей.

К таким новым технологиям можно отнести контрастную двухэнергетическую спектральную маммографию. Contrast Enhanced Spectral Mammography (CESM) — диагностическая инвазивная технология, выполняемая на рентгеновском маммографе типа Senographe Essential или Senographe DS, дополняющая маммографию и УЗИ для уточненной локализации и характеристики уже известного или предполагаемого очага патологии. CESM обеспечивает визуализацию тканей молочной железы за счет контрастного усиления в двухэнергетическом режиме [8–13].

Метод CESM заключается в получении двух снимков с разными режимами экспонирования: один снимок «мягкий», второй — «жесткий». Снимки делаются после внутривенного введения пациенту йодсодержащего контрастного вещества. Мягкий и жесткий снимки выполняют следом друг за другом в течение короткого промежутка времени при одинаковой компрессии молочной железы. Далее производится комбинация изображений таким образом, чтобы интенсивность тени в каждой точке снимка была пропорциональна концентрации контраста в соответствующем участке железы [11, 12].

Особенностью настройки маммографов Senographe для метода CESM (получение двух снимков с разным экспонированием) является добавление третьего фильтра Cu для выполнения жестких снимков при CESM в дополнение к молибденовому и родиевому фильтрам. Этот фильтр выполнен из меди и алюминия — 0,3 мм Al + 0,3 мм Cu. Также используют модификация программного обеспечения для управления процессом получения серий двух снимков с разным режимом экспозиции при CESM [10].

Ограничения клинического использования в режиме CESM — аллергия на йодсодержащие препараты, наличие гибких компрессионных пластин, наличие имплантов [10].

После выполнения жесткого снимка система создает рекомбинированное изображение из необработанных мягкого и жесткого снимков, в том числе по запросу пользователя. Расчет средней дозы на молочную железу учитывает каждое изображение в режиме «Contrast Enhanced Spectral Mammography» путем получения двух изображений с помощью низкоэнергетического (L) и высокоэнергетического (H) вида съемки. В низкоэнергетическом варианте используются значения кВ из обычного маммографического диапазона в сочетании с обычной

фильтрацией (молибден или родий). В высокоэнергетическом варианте используются значения кВ в диапазоне 40–49 кВ в сочетании с медной фильтрацией (0,3 мм Al + 0,3 мм Cu). Низко- и высокоэнергетические экспозиции выполняются с помощью одной и той же анодной дорожки: Mo для молочных желез небольшой толщины, Rh в остальных случаях [12].

На рекомбинированном изображении выводятся следующие данные о дозовой нагрузке — суммарная входная кожная доза (ESE) для всей последовательности (низкоэнергетическая и высокоэнергетическая экспозиция), суммарная средняя доза на молочную железу (AGD) для всей последовательности (низкоэнергетическая + высокоэнергетическая экспозиция).

Клиническое применение настоящей технологии позволило ряду авторов оценить ее эффективность. Так, исследование E. M. Fallenberg с соавт. посвящено сравнительной оценке определения точных размеров опухолевого узла по результатам маммографии, контрастной маммографии и МРТ-исследования молочных желез 80 больных раком молочной железы, подтвержденного гистологически. Результаты исследований оценивали по шкале BI-RADS классификации независимым экспертом-радиологом. Размер образований был подтвержден результатами гистологического исследования 59 больных. Опухолевый узел был виден на 66 из 80 маммограмм, 80 из 80 контрастных маммограмм и 77 из 79 МРТ-исследованиях. Средний размер составил 27,31 мм (SD 22.18) в маммографии, 31,62 мм (SD 24.41) в контрастной маммографии и 27,72 мм (SD 21.51) в МРТ-исследовании (по сравнению с 32.51 мм (SD 29.03) по данным гистологического исследования). При этом не выявлено различий между размером поражения при МРТ и контрастной маммографии. Авторы делают вывод о большей чувствительности контрастной маммографии и МРТ-маммографии в точном определении размеров опухоли по сравнению с традиционной маммографией [11].

Результаты контрастной маммографии хорошо коррелируют с послеоперационными гистологическими исследованиями при определении размеров образования [9, 11]. Контрастная маммография открывает перспективы в предоставлении информации, сравнимой с МРТ [9, 11].

E. M. Fallenberg с соавт. поставили цель определить потенциал для снижения радиационного излучения на основании сравнительного анализа результатов контрастной маммографии со стандартной маммографией и комбинированным исследованием 118 пациентов при выявлении и определении размеров гистологически доказанных случаев рака молочной железы. Контрастную маммографию осуществляли как билатеральное исследование спустя 2 минуты после инъекции йодированного контрастного вещества. Три независимых радиолога изучали снимки, полученные в результате 3 исследований CESM, MG and CESM + MG, с интервалом в 4 недели для исключения запоминания. Чувствительность и измеряемые размеры и различия коррелировали и были учтены, уровень дозовой нагрузки, состояние плотности молочных желез. Были проведены исследования Фишера и Уилкоксона. Анализу были подвергнуты 107 пар сним-

ков. Плотности: ACR1: 2, ACR2: 45, ACR3: 42, and ACR4: 18. Средняя доза AGD составила 1.89 mGy для CESM, 1.78 mGy для стандартной маммографии, и 3.67 mGy для комбинированного исследования. Для очень плотных молочных желез средняя доза AGD при контрастной маммографии была значительно ниже, чем доза при стандартной маммографии. Чувствительность при стандартной маммографии составила 77,9%, 94,7% для контрастной маммографии и 95% для комбинированного исследования. Средняя погрешность измерения размера опухоли по сравнению с постоперационным гистологическим исследованием составила -0,6 мм для стандартной маммографии MG, +0,6 мм для контрастной маммографии и +4,5 мм для комбинированного исследования ($p < 0,001$ для CESM + MG по сравнению с обоими исследованиями по отдельности) [12]. Полученные результаты позволили Е. М. Fallenberg с соавт. утверждать, что контрастная маммография сопоставима по чувствительности с комбинированным исследованием и более точна в определении размера опухоли. Контрастная маммография в целом лучше, чем стандартная маммография при средней дозе, выше стандартной маммографии всего на 6,2%. Показана возможность избежать стандартной маммографии при CESM, снизив дозу до 61%, особенно при очень плотных молочных железах [12].

Е. М. Fallenberg с соавт. поставили цель сравнить информативность низкоэнергетических снимков при контрастной маммографии с обычными маммограммами у 90 оперированных больных РМЖ, у которых выявлено 136 злокачественных и 15 доброкачественных опухолей. Контрастную маммографию выполняли как билатеральное исследование через 2 минуты после ввода контрастного вещества. Низкоэнергетические и маммографические снимки интерпретировали три независимых эксперта с интервалом в 4 недели для исключения запоминания. Эксперты оценивали чувствительность и специфичность. BI-RADS 4 был выбран пороговым значением для истинных позитивных результатов. В качестве золотого стандарта было принято послеоперационное гистологическое заключение. Результаты анализа показали, что чувствительность снимков с низкой энергией была — 47% для первого эксперта, 43,7% — для второго и 33,8% — для третьего (среднее — 41,5%) и 47%, 45% и 39,7% (среднее — 43,9%) для маммографии соответственно. Специфичность составила 86,7% (первый и третий эксперты) и 80% (второй эксперт) для низкоэнергетических снимков (среднее — 84,4%), 100% (первый и второй эксперты) и 97,8% (третий эксперт) для маммографии (среднее — 94,8%). Различия не были значимыми. Существенной разницы в чувствительности и дифференциальной диагностике не было. В заключение авторы сделали вывод о том, что низкоэнергетические снимки, получаемые при CESM, и маммографические снимки имеют схожую чувствительность при большей специфичности стандартной маммографии. Контрастная маммография — высокоинформативная технология визуализации, способная заменить стандартную маммографию при клинических симптомах, избегая излишнего облучения [13].

F. Diekmann с соавт. оценивали эффективность использования контрастных препаратов на основе йода

в цифровой полноформатной маммографии. После выполнения фантомных исследований 7 пациентов прошли исследование на цифровом маммографе (Senographe 2000D, GE Medical Systems, Milwaukee, USA) с использованием специально отфильтрованного пучка излучения через 60, 120 и 180 секунд после инъекции 80 мл йодосодержащего контрастного вещества (Ultravist 370, Schering AG, Germany). Цифровое изображение молочной железы до инъекции контрастного вещества вычиталось из изображения на маммограммах после введения контрастного вещества. Результативное изображение сравнивали с контрастным МРТ-исследованием, которое выполняли всем женщинам. В заключение авторы пришли к выводу о большем потенциале цифровой контрастной маммографии для улучшения визуализации опухолей молочной железы благодаря использованию специально отфильтрованного пучка, установленным параметрам, правильному времени и программному обеспечению для вычитания снимков [8].

F. Diekmann с соавт. также оценивали эффективность полноформатной цифровой маммографии после динамического контрастного усиления при внутривенном введении йодосодержащего контрастного вещества на основании протокола получения изображений на Senographe 2000D, GE Healthcare, Buc, France. Было исследовано влияние параметров протокола на визуализацию молочных желез 21 пациентки с 25 патологическими участками молочных желез (10 доброкачественных, 15 злокачественных) по данным маммографии с использованием йодосодержащего контрастного вещества (Ultravist 370, Schering AG, Berlin, Germany) (информированные согласия были получены заранее). После введения контрастного вещества были получены снимки через 60, 120 и 180 секунд. В результате в 3 наблюдениях опухоли были выявлены только при контрастной маммографии, которые не определялись при стандартной маммографии. Было сделано заключение о целесообразности использования контрастной маммографии для выявления самых ранних форм заболевания [9].

На заседании Европейского конгресса радиологов ECR (2015) и на школе CESM Academy в Риме от 13–14 ноября 2014 г. доктором Marc Lobbes из радиологической клиники Нидерландов был представлен обстоятельный доклад о возможностях CESM на основании 6000 исследований с помощью лучевых методов диагностики. В клинике ежегодно выявляют 220–240 случаев рака молочной железы, в год проводится рутинная маммография, до 900 исследований МРТ, до 500 исследований CESM с 2013 г., где это исследование стало рутинным. Сравнительный анализ результатов показал высокую чувствительность CESM — до 87% и специфичность — до 97%. Гистологически рак был подтвержден после маммографии в 58% случаев, а после уточненной CESM — в 88% случаев. Автор позитивно оценивает метод как перспективный для уточненной диагностики [14].

На школе CESM Academy в Риме от 13–14 ноября 2014 г. был сделан ряд докладов специалистами в области радиологии, владеющими всеми лучевыми методами исследования молочной железы, где был представлен репрезентативный клинический материал, указываю-

щий на положительный опыт клинического использования искусственного контрастирования молочной железы в условиях двуэнергетической экспозиции [14].

Так, Antonietta Ankona из радиологического госпиталя Сан Паоло (Италия) показала высокую точность метода диагностики рака молочной железы, достигающую 89% (по сравнению с MPT-80%) на 358 исследований CESM [14].

В Европейском онкологическом институте Enrico Cassano — Anna Bozzini (Италия) сравнивали за 2013 г. эффективность разных методов лучевой диагностики заболеваний молочной железы на основании 58 000 радиологических исследований — маммографии, УЗИ, MPT и инвазивных технологий, а также 3200 хирургических вмешательств и изучали их эффект по системе BIRADS 4–5. Авторами сделан вывод о целесообразности использования новой методики CESM [14].

Е. М. Falenberg из клиники Charite — медицинского университета Берлина — на основании анализа более 10 000 цифровых маммографий и более 1000 инвазивных вмешательств провела сравнительный анализ эффективности MPT и CESM. Выявлено 99 случаев рака молочной железы у женщин в возрасте от 28 до 83 лет. Из них — *cr in situ* — у 8 человек, инвазивный дольковый рак — у 73 человек, медуллярный — у 3, тубулярный — у 1, криброзный — у 1. При этом установлена чувствительность маммографии — 6,8%, CESM — 95%, MPT — 96%. Специфичность маммографии — 95%, CESM — 85%, MPT — 83,3%. Автор сделала вывод о том, что CESM позволяет лучше проводить дифференциальную диагностику различных форм заболеваний. При этом отмечает некоторое повышение дозы [13].

L. Liao в своем докладе на школе CESM Academy в Риме от 13–14 ноября 2014 г. привела примеры артефактов при использовании CESM, мешающих интерпретации изображения или наоборот — симулирующих те изменения, которых нет на самом деле. Автор показала пути, как устранить эти недостатки [14].

Также целый ряд докладчиков из других клиник — F. Diekmann (Германия) из института радиологической диагностики святого Йозефа в Бремене, L. Katz из института клинических исследований GE, M. Helal — проф. радиологического национального ракового университета Египта использовали технологию CESM и оценили ее перспективность [14].

F. Diekmann и U. Bick проанализировали эффективность томосинтеза и контрастной спектральной маммографии, преимущества цифровой маммографии. Исследования показали преимущества цифровой маммографии при исследованиях женщин с плотными молочными железами и одновременное снижение дозовой нагрузки. Существенным ограничивающим фактором цифровой маммографии является факт возможной суперпозиция тканей, которая может скрыть изменения в плотной молочной железе. Этого недостатка лишены

современные опции цифровой маммографии — контрастная спектральная маммография и томосинтез молочных желез, особенно при плотных тканях [10].

Они использовали 2 технологии контрастной спектральной маммографии: временное вычитание изображений, полученных до и после введения контрастного вещества, и, так называемую двуэнергетическую технологию, при которой происходит вычитание пары низко/высокоэнергетических снимков, полученных после введения контрастного вещества. При этом томосинтез является трехмерной визуализацией молочной железы. Снимки получают под разными углами наклона рентгеновской трубки, в то время как исследуемый объект и детектор статичны. Различные алгоритмы для реконструкции могут быть применены к 9–28 полученным изображениям для реконструкции среза 1 мм с минимальным риском потери патологического очага [10]. Комбинация современных приложений была исследована на уровне индивидуальных экспериментов. Более сложные программы, алгоритмы и CAD системы прошли только предварительные клинические испытания.

В целом, технология CESM дает дополнительную информацию, благодаря чему постепенно внедряется в клиническую практику, особенно с учетом ряда ограничений MPT-исследования молочных желез [8–13]. К недостаткам следует отнести: инвазивность технологии, токсичность, необходимость предварительного анализа крови на креатинин, некоторое повышение дозы, удлинение времени исследования, удлинение времени врача для интерпретации полученного изображения, возможность получения артефактов [7]. При этом необходима безупречная работа оборудования.

Неоспоримыми преимуществами данной технологии является оптимизация диагностических результатов трактовки изображений при сложной визуальной картине, соответствующей — BIRADS 4–5, при плотном фоне, применение для визуализации архитектурной дисторзии (перестройки) структуры, при подозрении на мультицентрический рост, при рентгенонегативном раке, для уточнения истинных размеров опухоли при плотном фоне, для уточнения формы роста при ограниченно растущем и инфильтративном раке, который на обзорной маммограмме выглядит как участок высокой плотности неправильной формы по типу узловой мастопатии, для снижения количества интервенционных вмешательств за счет улучшения визуализации очаговой патологии при выраженных формах мастопатии [9, 11].

Таким образом, проведенный анализ результатов работы ряда зарубежных клиник по оценке эффективности новой технологии в маммологии CESM показал большие возможности получения дополнительной информации для уточненной дифференциальной диагностики заболеваний молочной железы, снижающей число предположительных заключений и уменьшающей количество неоправданных инвазивных вмешательств.

Список литературы

1. Величко С. А., Синипкин И. Г., Фролова И. Г., Бухарин Д. Г. Маммосцинтиграфия с Тс-технетрилом при раке молочной железы. Материалы научно-практической конференции «Актуальные вопросы онкологии». Москва, 2005; 95–98.
2. Запирова С. Б., Берщанская А. М., Чазова Н. Л., Рожкова Н. И. Современная классификация и особенности клинико-рентгеносонопатоморфологических проявлений различных форм мастопатии. Опухоли женской репродуктивной системы. Маммология и онкогинекология. 2009; 1–2: 10–15.
3. Заболотская Н. В., Заболотский В. С. Новые технологии в ультразвуковой маммографии. Москва: СТРОМ, 2010.
4. Рожкова Н. И., Бурдина И. И., Меских Е. В., Мазо М. Л. Диффузные доброкачественные заболевания молочной железы. Диагностика и лечение. Москва: СИМК, 2012.
5. Злокачественные заболевания в России в 2012 году (заболеваемость и смертность). Под ред. Каприна А. Д., Старинского В. В., Петровой Г. В. Москва: МНИОИ им. П. А. Герцена Минздрава России, 2014.
6. Рожкова Н. И., Бурдина И. И., Дабагов А. Р. с соавт. Лучевые методы в маммологии. Москва: СИМК, 2014.
7. Рожкова Н. И., Горшков В. А., Мазо М. Л. с соавт. Цифровая маммологическая клиника. Технологии визуализации. Под ред. Н. И. Рожковой, В. А. Горшкова. Москва: СИМК, 2012.
8. Diekmann F., Diekmann S., Taupitz M., Bick U., Winzer K. J., Hüttner C., Muller S., Jeunehomme F., Hamm B. Use of iodine-based contrast media in digital full-field mammography — initial experience. RoFo. 2003; 175 (3): 342–345.
9. Diekmann F., Diekmann S., Jeunehomme F., Muller S., Hamm B., Bick U. Digital mammography using iodine-based contrast media: initial clinical experience with dynamic contrast medium enhancement. Invest Radiol. 2005; 40 (7): 397–404.
10. Diekmann F., Bick U. Tomosynthesis and contrast-enhanced digital mammography: recent advances in digital mammography. European radiology. 2007; 17 (12): 3086–3092.
11. Fallenberg E. M., Dromain C., Diekmann F., Engelken F., Krohn M., Singh J. M., Ingold-Heppner B., Winzer K. J., Bick U., Renz D. M. Contrast-enhanced spectral mammography versus MRI: Initial results in the detection of breast cancer and assessment of tumor size. European Radiology. 2014; 24 (1): 256–264.
12. Fallenberg E. M., Dromain C., Diekmann F., Renz D. M., Amer H., Ingold-Heppner B., Neumann A. U., Winzer K. J., Bick U., Hamm B., Engelken F. Contrast-enhanced spectral mammography: Does mammography provide additional clinical benefits or can some radiation exposure be avoided? Breast Cancer Res Tr. 2014; 146 (2): 371–381.
13. Fallenberg E. M., Dromain C., Diekmann F., Renz D. M., Amer H., Ingold-Heppner B., Neumann A. U., Winzer K. J., Bick U., Hamm B., Engelken F. Contrast-enhanced spectral mammography: Does mammography provide additional clinical benefits or can some radiation exposure be avoided? Breast Cancer Res Treat. 2014; 146 (2): 371–381.
14. CESM Academy 2014 (Contrast Enhanced Spectral Mammography), 13–14 November-Rome, Conferens: GE Imaging at work. Sheraton Parco Le Medici Hotel Via Salvatore Rebecchini, Rome, Italy, 13–14 ноября, 2014.

References

1. Velichko S. A., Sinipkin I. G., Frolova I. G., Bukharin D. G. Mammoscintigraphy with 99mTc-technetrit in diagnostics of breast cancer. Materials of conferences «Actual.question oncology». Moscow, 2005; pp. 95–98. (Russian).
2. Zapirova S. B., Bershchanskaya A. M., Chazova N. L., Rozhkova N. I. Modern classification and features of manifestations of various forms of a mastopatiya. Tumors of women's reproductive system. Mammologiya i oncoginecologiya. 2009; 1–2: 10–15. (Russian).
3. Zabolotskaya N. V., Zabolotsky V. S. New technologies in ultrasound mammography. Moscow: «STROM» Publ., 2010: 256 p. (Russian).
4. Rozhkova N. I., Burdina I. I., Meskikh E. V., Mazo M. L. Diffusion benign diseases of the breast. Diagnostics and treatment. Moscow: «SIMK», 2012. (Russian).
5. Malignant diseases in Russia in 2012 (incidence and mortality). Kaprin A. D., Starinsky V. V., Petrova G. V. (Ed). Moscow: P. A. Herzen MNIIOI, 2014. (Russian).
6. Rozhkova N. I., Burdina I. I., Dabagov A. R. et al. Radiological methods in a mammology, Moscow: «SIMK», 2014. (Russian).
7. Rozhkova N. I., Gorshkov V. A., Mazo M. L. et al. Digital mammology clinic. Technologies of visualization. N. I. Rozhkova, V. A. Gorshkov (Ed). Moscow: «SIMK», 2012. (Russian).
8. Diekmann F., Diekmann S., Taupitz M., Bick U., Winzer K. J., Hüttner C., Muller S., Jeunehomme F., Hamm B. Use of iodine-based contrast media in digital full-field mammography — initial experience. RoFo. 2003; 175 (3): 342–345.
9. Diekmann F., Diekmann S., Jeunehomme F., Muller S., Hamm B., Bick U. Digital mammography using iodine-based contrast media: initial clinical experience with dynamic contrast medium enhancement. Invest Radiol. 2005; 40 (7): 397–404.
10. Diekmann F., Bick U. Tomosynthesis and contrast-enhanced digital mammography: recent advances in digital mammography. European radiology. 2007; 17 (12): 3086–3092.
11. Fallenberg E. M., Dromain C., Diekmann F., Engelken F., Krohn M., Singh J. M., Ingold-Heppner B., Winzer K. J., Bick U., Renz D. M. Contrast-enhanced spectral mammography versus MRI: Initial results in the detection of breast cancer and assessment of tumor size. European Radiology. 2014; 24 (1): 256–264.
12. Fallenberg E. M., Dromain C., Diekmann F., Renz D. M., Amer H., Ingold-Heppner B., Neumann A. U., Winzer K. J., Bick U., Hamm B., Engelken F. Contrast-enhanced spectral mammography: Does mammography provide additional clinical benefits or can some radiation exposure be avoided? Breast Cancer Res Tr. 2014; 146 (2): 371–381.
13. Fallenberg E. M., Dromain C., Diekmann F., Renz D. M., Amer H., Ingold-Heppner B., Neumann A. U., Winzer K. J., Bick U., Hamm B., Engelken F. Contrast-enhanced spectral mammography: Does mammography provide additional clinical benefits or can some radiation exposure be avoided? Breast Cancer Res Treat. 2014; 146 (2): 371–381.
14. CESM Academy 2014 (Contrast Enhanced Spectral Mammography), 13–14 November-Rome, Conferens: GE Imaging at work. Sheraton Parco Le Medici Hotel Via Salvatore Rebecchini, Rome, Italy, 13–14 ноября, 2014.

Информация об авторах:

1. Рожкова Надежда Ивановна — д.м.н., профессор, руководитель Национального центра онкологии репродуктивных органов МНИОИ им. П. А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России
2. Бурдина Ирина Игоревна — к.м.н., старший научный сотрудник Национального центра онкологии репродуктивных органов МНИОИ им. П. А. Герцена-филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России
3. Запирова Самира Бадрузамановна — к.м.н., старший научный сотрудник Национального центра онкологии репродуктивных органов МНИОИ им. П. А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России
4. Мазо Михаил Львович — к.м.н., старший научный сотрудник Национального центра онкологии репродуктивных органов МНИОИ им. П. А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России
5. Прокопенко Сергей Павлович — к.м.н., заведующий отделением комплексной и интервенционной радиологии в маммологии Национального центра онкологии репродуктивных органов МНИОИ им. П. А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России
6. Якобс Ольга Эдмундовна — к.м.н., старший научный сотрудник Национального центра онкологии репродуктивных органов МНИОИ им. П. А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России

Information about authors:

1. Rozhkova Nadezhda Ivanovna – PhD, MD, professor, head of National center of oncology of reproductive organs of P.A. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – branch of the National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation
2. Burdina Irina Igorevna – PhD., senior researcher of National center of oncology of reproductive organs of P.A. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – branch of the National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation
3. Zapirova Samira Badruzamanovna – PhD., senior researcher of National center of oncology of reproductive organs of P.A. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – branch of the National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation
4. Mazo Mikhail L'vovich – PhD., senior researcher of National center of oncology of reproductive organs of P. A. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – branch of the National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation
5. Prokopenko Sergey Pavlovich – PhD., head of department of comprehensive and interventional radiology in mammology, National center of oncology of reproductive organs of P.A. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – branch of the National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation
6. Yakobs Olga Ehdmondovna – PhD., senior researcher of National center of oncology of reproductive organs of P. A. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – branch of the National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation

Оформление ссылки для цитирования статьи:

Рожкова Н.И., Бурдина И.И., Запирова С.Б., Мазо М.Л., Прокопенко С.П., Якобс О.Э. Контрастная двуэнергетическая спектральная маммография (обзор). Исследования и практика в медицине. 2015; 2(4): 82-87. DOI: 10.17709/2409-2231-2015-2-4-82-87

Rozhkova N.I., Burdina I.I., Zapirova S.B., Mazo M.L., Prokopenko S.P., Yakobs O.E. Contrast enhanced spectral mammography (CESM) (Review). Issled. prakt. Med. 2015; 2(4): 82-87. DOI: 10.17709/2409-2231-2015-2-4-82-87

Конфликт интересов. Все авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. All authors report no conflict of interest.