

Возможности автоматизированного ультразвукового сканирования молочных желез (обзор литературы)

К. А. Елисеева*, Л. И. Касаткина, А. Б. Абдураимов

ГБУЗ «Московский клинический научный центр им. А. С. Логинова
Департамента здравоохранения города Москвы», филиал «Маммологический центр
(Клиника женского здоровья)»

Possibilities of Automated Breast Ultrasound (Literature Review)

K. A. Eliseeva*, L. I. Kasatkina, A. B. Abduraimov

Mammology Center (Clinic of Women Health), Loginov Moscow Clinical Scientific Center,
Moscow Healthcare Department

Реферат

Во всем мире набирает популярность изучение диагностических возможностей автоматизированного ультразвукового сканирования (АУС) молочных желез у женщин с плотным железистым фоном благодаря стандартизации и высокой воспроизводимости метода. Новое поколение автоматизированных сканеров демонстрирует результаты, сопоставимые с ручным ультразвуковым исследованием (УЗИ). Существуют преимущества АУС по сравнению с ручным УЗИ, такие, как высокая воспроизводимость, меньшая операторозависимость, меньшие затраты времени врача для оценки изображений, возможность записи исследования на электронные носители для дальнейшей оценки динамики. Также АУС обеспечивает получение уникальных коронарных срезов и относительно широкую область исследования. АУС может использоваться в дополнение к маммографии как базовое скрининговое УЗИ для женщин с плотным железистым фоном до проведения ручного уточняющего УЗИ.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование молочных желез, автоматизированное ультразвуковое сканирование молочных желез, плотный железистый фон, рак молочной железы, скрининг рака молочной железы.

* **Елисеева Ксения Александровна**, врач-рентгенолог, врач ультразвуковой диагностики отделения диагностики и лечения заболеваний молочных желез и репродуктивной системы № 2 филиала «Маммологический центр (Клиника женского здоровья)» ГБУЗ «Московский клинический научный центр им. А. С. Логинова Департамента здравоохранения города Москвы». Адрес: 123242, г. Москва, Верхний Предтеченский пер., д. 8. Тел.: + 7 (985) 246-28-59. Электронная почта: dr.eliseeva.ks@gmail.ru
ORCID.org/ 0000-0002-4837-0145

Eliseeva Ksenia Aleksandrovna, Radiologist of Department of Diagnostic and Treatment of Breasts and Reproductive System Diseases No. 2, Mammology Center (Clinic of Women Health), Loginov Moscow Clinical Scientific Center, Moscow Healthcare Department.
Address: 123242, Russia, Moscow, Verhnij Predtechenskij per., 8.
Phone number: + 7 (985) 246-28-59. E-mail: dr.eliseeva.ks@gmail.ru
ORCID.org/ 0000-0002-4837-0145

Abstract

Worldwide the studying of possibilities of automated breast ultrasonography (ABUS) in women with dense breasts is gaining popularity due to its standardization and high reproducibility. A new generation of automated ultrasound scanners demonstrates results comparable to a hand held traditional breast ultrasound. There are advantages of ABUS compared to hand held ultrasound such as high reproducibility, less operator dependence, less required radiologist time for image evaluation, the ability to record volume data on electronic devices for further dynamics assessment. Moreover, ABUS provides a unique coronal view and a relatively large field of view. ABUS can be used in addition to mammography as a basic screening ultrasound in women with dense breast tissue before the hand held specifying ultrasound.

Key words: Breast Ultrasound, Automated Breast Ultrasound, Dense Breast, Breast Cancer, Breast Cancer Screening.

Актуальность

Рак молочной железы (РМЖ) лидирует в структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями у женщин в России и во всем мире [3]. Важнейшей целью различных методов визуализации в маммологии является ранняя диагностика РМЖ и точная оценка выявленных образований.

По данным множества исследований скрининговая маммография (ММГ) снижает смертность от РМЖ. Однако ММГ неодинаково эффективна для различных групп женщин. Чувствительность ММГ в обнаружении РМЖ составляет 85 %, а для женщин с плотной железистой тканью чувствительность ММГ снижается до 47,8–64,4 % [1, 7]. Более того, женщины с плотными молочными железами имеют в 4–6 раз повышенный риск развития РМЖ. Исследования подтверждают, что проведение УЗИ в дополнение к ММГ у женщин с высокой плотностью молочных желез (ACR C, D), а также повышенным риском развития РМЖ приводит к существенному увеличению выявляемости маммографически скрытых форм РМЖ. Дополнительный ультразвуковой скрининг может повысить выявляе-

мость РМЖ до 5,3 случая РМЖ на 1000 женщин [6].

Несмотря на то что многие работы демонстрируют увеличение выявляемости РМЖ при добавлении УЗИ к ММГ, существуют определенные ограничения для реализации данной методики в качестве скрининга. Традиционное УЗИ молочных желез в ручном режиме имеет следующие недостатки: операторозависимость, низкая воспроизводимость, значительная затрата врачебного времени для тщательного сканирования всей молочной железы. Чтобы избежать данные ограничения, были разработаны аппараты автоматизированного ультразвукового сканирования (АУС).

АУС позволяет разделить процедуру сканирования от процесса интерпретации изображений врачом. При этом изображения молочной железы представлены массивом объемных данных, отражающих посрезовое строение органа. Данная методика обеспечивает хорошую воспроизводимость изображений, а широкая область отображения молочной железы хорошо подходит для ежегодного наблюдения и сравнения данных.

Первые автоматизированные УЗ-системы были представлены в 1970–1980-х годах. Качество изображения автоматизированных сканеров старого поколения было существенно ниже УЗ-аппаратов ручного сканирования того времени. Современные системы АУС оснащены высокочастотными широкополосными датчиками, которые обеспечивают превосходное качество изображений. Тем не менее они по-прежнему конкурируют с приборами ручного сканирования [15]. Существуют автоматизированные УЗ-системы для сканирования в положении лежа на животе (prone type) и лежа на спине (supine type). К современным системам первого типа относится сканер SOFIA 3D Breast Ultrasound System (Hitachi Medical System, Германия). Аппарат состоит из специальной кушетки с нишей для молочной железы, в которой за стеклом расположен датчик. Датчик с частотным диапазоном 5–10 МГц имеет апертуру 9,2 см и производит сканирование на 360° в направлении по часовой стрелке. При сканировании на аппарате SOFIA компрессия на молочную железу создается собственным весом тела. Сканирование одной молочной железы занимает 35 с и не требует изменения положения. В среднем вся процедура подготовки пациента, сбора и интерпретации данных занимает 13 мин [10]. Большинство работ посвящено сканерам второго типа. Сейчас на рынке существуют следующие автоматизированные сканеры для сканирования в положении лежа на спине, одобренные FDA: Somo-v и Invenia Automated Breast Ultrasound System (ABUS) (GE Healthcare, США), а также ACUSON S2000 Automated Breast Volume Scanner (ABVS) (Siemens Medical Solutions, США). Данные аппа-

раты состоят из УЗ-системы с подвижным штативом, на котором закреплен специальный линейный датчик широкой апертуры (15 см). Пациент лежит на спине в течение всего процесса сканирования. Датчик с мембраной устанавливается на поверхность молочной железы в зависимости от необходимой проекции. Производится компрессия органа и сбор данных в нескольких проекциях. Для полного охвата обычно используют по 3 проекции на каждую молочную железу. При наличии молочных желез больших размеров предусмотрено использование дополнительных проекций. На сканирование 1 проекции необходимо около 60 с, а вся процедура сканирования молочных желез среднего размера занимает около 12–15 мин [15], время интерпретации данных опытным радиологом в зависимости от сложности составляет 3–9 мин [4, 7, 16].

Во всем мире активно изучают возможности АУС молочных желез в диагностике РМЖ. Многоцентровое исследование The SomoInsight Study (2015), включавшее 15 318 женщин с плотным железистым фоном, показало, что использование АУС в комплексе с ММГ дополнительно выявляет 1,9 случая РМЖ на 1000 обследованных женщин. Данное исследование включало женщин с дополнительными факторами риска РМЖ. Кроме того, опухоли, обнаруженные с помощью АУС, в 93,3 % случаев были инвазивными формами без поражения лимфатических узлов, а значит, методика выявляет клинически значимые опухоли. Однако использование АУС в дополнение к ММГ увеличивает число повторных вызовов и снижает специфичность на 13,4 %. Авторы ожидают, что с накоплением клинического опыта и последующими раундами скри-

нинга показатели исследуемых параметров улучшатся [7].

В исследовании В. Wilczek et al. (2016) участвовали 1668 бессимптомных пациенток с рентгенологически плотным фоном. В комбинации ММГ + АУС было выявлено на 2,4 случая РМЖ больше, в отличие от использования лишь ММГ на 1000 женщин. Число повторных вызовов для ММГ + АУС составило больше лишь на 9 дополнительных случаев на 1000 женщин, а снижение специфичности только на 0,7 % [20].

Р. Skaane et al. (2015) ретроспективно анализировали межэкспертную согласованность заключений исследований АУС и в комплексе ММГ + АУС. Средний показатель АУС для АУС и для комплексного исследования молочных желез составил 0,730 и 0,823 соответственно. Наивысшее значение АУС отмечалось при комплексном подходе ММГ + АУС для всех экспертов, однако наблюдалась значительная межэкспертная вариабельность. Артефакт затенения от плотной железистой ткани являлся наиболее частой причиной ложноположительных результатов при АУС [16].

Группа авторов во главе с J. M. Chang (2015) изучала воспроизводимость метода АУС для таких показателей, как локализация, размеры образований и характеристики их структуры. Два радиолога сравнивали пары объемных данных, отмечая расположение, размеры и структурные особенности образований. Ученые пришли к выводу, что данные АУС хорошо воспроизводимы для изученных критериев и могут быть полезны в наблюдении за образованиями в динамике [8].

А. Vourtsis и А. Kachulis (2018) провели сравнение автоматизированного и

традиционного УЗИ молочных желез на большой когорте женщин ($n = 1886$) с плотным железистым фоном. Согласованность методов составила 99,8 %, $\kappa = 0,994$. Авторы сообщают, что АУС превосходит традиционное УЗИ в обнаружении нарушения архитектоники на коронарных срезах [18].

Одной из проблем АУС является высокая частота повторных вызовов в связи с артефактами или неполный охват изображения молочной железы, что снижает специфичность метода, в то время как при ручном УЗИ артефакты могут быть легко отличимы от подозрительных образований путем изменения угла сканирования или компрессии датчика.

J. M. Lee et al. (2019) оценивали влияние двойного чтения результатов АУС в сочетании с использованием цифровой ММГ или томосинтеза. Число повторных вызовов возрастало с 5 до 13,2 % в комбинации ММГ + АУС и с 3,3 до 10,7 % в комбинации томосинтез + АУС. Авторы считают, что применение АУС значительно увеличивает число повторных вызовов пациентов, а двойное чтение данных АУС на раннем этапе диагностики может сократить число ложноположительных результатов [13].

Несмотря на технические различия между АУС и ручным УЗИ, по данным литературы не отмечается существенных различий между этими методиками в диагностике РМЖ в рамках межэкспертной согласованности [18]. В целом диагностические возможности АУС и ручного УЗИ во многих исследованиях оказались сопоставимы (табл.) [9, 11, 14, 19].

Посрезовое изучение структуры образования на серии изображений может стать решающим в постановке диагноза [8].

Показатели диагностической информативности АУС и ручного УЗИ, %

Авторы, год	Количество пациентов	АУС		Ручное УЗИ		Другие показатели исследования
		SE	SP	SE	SP	
E. J. Choi et al., 2018	786	84,2	80,5	84,2	83,9	Хорошая межэкспертная согласованность = 0,53–0,67 (АУС), 0,55–0,70 (ручное УЗИ)
L. Niu et al., 2019	398	92,23	77,62	82,52	80,24	PPV = 46,12 % NPV = 97,96 % (АУС) PPV = 46,46 %, NPV = 95,67 % (ручное УЗИ)
Z. L. Wang et al., 2012	231	95,3	80,5	90,6	82,5	PPV = 73 % NPV = 93,3 % (АУС), PPV = 74 % NPV = 94,1 % (ручное УЗИ)
R., Hellgren et al., 2017	113	88 100	89,2 94,1	88 100	93,5 100	При негативном результате ММГ

В России первый опыт применения автоматизированного исследования молочных желез был описан О. Э. Якобс и соавт. (2014), которые оценивали возможности УЗ-установки ABVS. В данной работе было обследовано 97 пациентов. Был проведен сравнительный анализ данных АУС с результатами комплексного лучевого обследования молочных желез. При этом ни один из случаев РМЖ (29 пациентов) при анализе данных АУС не был упущен или отнесен к категориям BI-RADS 1 и 2 [5].

В. Е. Гажонова и соавт. (2015), изучая возможности УЗ-системы ABVS в диагностике РМЖ, обследовали 152 пациента. Авторы выполняли сканирова-

ние в специальных проекциях, наиболее соответствующих проекциям при ММГ, что обеспечивало лучшую сопоставимость с результатами ММГ. Полученные данные демонстрировали хорошую межэкспертную согласованность при классификации образований по системе BI-RADS (совокупно $k = 0,78$ удовлетворительный результат, для доброкачественных и злокачественных образований $k = 0,53$ и $k = 0,96$ соответственно). Чувствительность методики ABVS составила 87 %, специфичность — 72 %. Получены высокие показатели чувствительности и специфичности в диагностике РМЖ при структуре молочных желез по ACR C и D — 100 и 96 % со-

ответственно. Описан феномен «лучистости» и «ретракции связок». Авторы связывают высокую чувствительность методики с хорошей визуализацией феномена «лучистости» на коронарном срезе. Этот симптом был выявлен в 88,2 % случаев при РМЖ. Согласованность экспертов в отношении феномена «лучистости» была высокая $k = 0,85$. Данный симптом может наблюдаться у пациенток с послеоперационными рубцовыми изменениями, которые обычно определяются только в одной проекции, а в других проекциях визуализируется линия рубца [2].

В исследовании В. А. Солодкого и коллег (2018) было обследовано 399 женщин с плотным рентгенологическим фоном (ACR C, D) с помощью УЗ-системы ABUS. По мнению авторов, диагностическая ценность АУС сопоставима с классическим УЗИ при плотном железистом фоне, а также благодаря стандартизации и возможности второго чтения данный метод может быть использован при массовом скрининге для женщин с плотным железистым фоном. В данной работе чувствительность ММГ составила 75,9 %, ММГ + АУС — 98,8 %; специфичность ММГ — 86,7 %, ММГ + АУС — 79,75 % [4].

В последние годы многие научные исследования посвящены компьютерным системам анализа данных (CAD) для АУС. Так как оценка данных при УЗИ очень операторозависима с высокой вариацией уровня межэкспертной согласованности, то с увеличением анализируемого объема данных при АУС существенно возрастает риск пропусков. В связи с этим появляется необходимость внедрения CAD-систем для помощи врачу-диагносту в выявлении и правильной классификации образо-

ваний. CAD-системы могут применяться для второго чтения, чтобы улучшить точность в дифференцировке злокачественных и доброкачественных образований. Добавление программного обеспечения CAD-системы для АУС сможет улучшить эффективность работы врачей в скрининге. В работе J. C. M. van Zelst et al. (2018) изучалось влияние использования CAD-системы для АУС на показатели времени интерпретации, чувствительности, специфичности. С добавлением CAD-системы среднее время интерпретации сократилось на 24,9 с. Чувствительность для АУС и АУС + CAD составила 84 %. Статистически значимого увеличения специфичности не отмечалось, хотя показатель возрос с 67 до 71 % для АУС + CAD [17].

В настоящее время изучаются комбинированные системы, включающие одновременно цифровой томосинтез и АУС. Такие системы обладают хорошей перспективой успешного внедрения в практику для скрининга РМЖ [12].

Заключение

АУС хорошо подходит для организации скринингового процесса, обеспечивая стандартизацию результатов исследования и высокую воспроизводимость изображений, а также является надежным инструментом при повторных исследованиях в динамике. Так как процедуру сканирования проводит средний медицинский персонал, методика позволяет сэкономить время врача и оптимизировать рабочий процесс. Благодаря получению коронарных срезов, предоставляющих хирургам привычный вид органа, возможно предоперационное планирование объема операции. Получение объемных данных позволяет применять CAD-системы с возможностью удален-

ного просмотра и двойного прочтения результатов другим экспертом. По сравнению с традиционным ручным УЗИ недостатками АУС являются невозможность четкой регулировки компрессии и угла сканирования, отсутствие доплеровских режимов и эластографии, ограничение захвата аксиллярных зон. Также артефакты при АУС обуславливают ложноположительные случаи и увеличивают количество повторных вызовов пациентов на дообследование в ручном режиме. Однако двойное чтение АУС поможет сократить число ненужных повторных вызовов.

Реализация внедрения в скрининг автоматизированных систем имеет определенные трудности. Стоимость аппарата АУС сопоставима по стоимости с УЗ-аппаратом ручного сканирования, который может быть применен в практике не только для сканирования молочных желез. Разумеется, это мешает широкому распространению методики. В настоящее время для просмотра данных АУС необходима специализированная рабочая станция, вместе с тем дальнейшие разработки систем архивирования изображений и передачи (PACS) смогут позволить «бесшовную» интеграцию. Кроме того, при внедрении любой новой методики необходим некоторый период времени и расходы на обучение среднего и врачебного персонала.

Таким образом, АУС является многообещающей методикой в отношении скрининга РМЖ для женщин с плотной железистой тканью. Не исключено, что данный метод сможет занять свою нишу в диагностическом алгоритме.

Список литературы

1. Васильев А. Ю., Павлова Т. В., Мануйлова О. О. и др. Томосинтез в диагности-

ке рака молочной железы у пациентки с плотным рентгенологическим фоном (клинический пример) // Радиология — практика. 2017. № 5. С. 38–44.

2. Гажонова В. Е., Ефремова М. П., Хлюстина Е. М. Автоматическая сономография молочных желез (Automated Breast Volume Sonography) — новая методика диагностики рака // Мед. визуализация. 2015. № 2. С. 67–77.

3. Каприн А. Д., Старинский В. В., Петрова Г. В. Состояние онкологической помощи населению России в 2018 году / Под ред. А. Д. Каприна, В. В. Старинского, Г. В. Петровой. М., 2019. 236 с.

4. Солодкий В. А., Меских Е. В., Эрштейн М. А. и др. Роль и возможности автоматизированного ультразвукового сканирования в скрининге рака молочной железы у женщин с высокой плотностью тканей молочных желез // Мед. визуализация. 2018. № 5. С. 21–30.

5. Якобс О. Э., Каприн А. Д., Рожкова Н. И. и др. Виртуальная сонография молочной железы. Опыт клинического применения // Мед. визуализация. 2014. № 2. С. 22–31.

6. Berg W. A., Bandos A. I., Mendelson E. B. M. et al. Ultrasound as the primary screening test for breast cancer: analysis from ACRIN 6666 // J. Natl. Cancer. Inst. 2016. V. 108. № 4. P. 1–8

7. Brem R. F., Tab r L., Duffy S. W. et al. Assessing improvement in detection of breast cancer with three-dimensional automated breast US in women with dense breast tissue: the SomoInsight Study // Radiol. 2015. V. 274. № 3. P. 663–673.

8. Chang J. M., Cha J. H., Park J. S. et al. Automated breast ultrasound system (ABUS): reproducibility of mass localization, size measurement, and characterization on serial examinations // Acta Radiol. 2015. V. 56. № 10. P. 1163–1170.

9. *Choi E. J., Choi H., Park E. H. et al.* Evaluation of an automated breast volume scanner according to the fifth edition of BI-RADS for breast ultrasound compared with hand held ultrasound // *Eur. J. Radiol.* 2018. V. 99. P. 138–145.
10. *Farrokh A., Erd nmez H., Sch fer F., Maass N.* SOFIA: A novel automated breast ultrasound system used on patients in the prone position: a pilot study on lesion detection in comparison to hand held grayscale ultrasound // *Geburtshilfe Frauenheilkd.* 2018. V. 78. № 5. P. 499–505.
11. *Hellgren R., Dickman P., Leifland K. et al.* Comparison of handheld ultrasound and automated breast ultrasound in women recalled after mammography screening // *Acta Radiol.* 2017. V. 58. № 5. P. 515–520.
12. *Larson E. D., Lee W., Roubidoux M. A. et al.* Preliminary clinical experience with a combined automated breast ultrasound and digital breast tomosynthesis system // *Ultrasound Med. Biol.* 2018. V. 44. № 3. P. 734–742.
13. *Lee J. M., Partridge S. C., Liao G. J. et al.* Double reading of automated breast ultrasound with digital mammography or digital breast tomosynthesis for breast cancer screening // *Clin. Imag.* 2019. V. 55. P. 119–125.
14. *Niu L., Bao L., Zhu L. et al.* Diagnostic performance of automated breast ultrasound in differentiating benign and malignant breast masses in asymptomatic women: a comparison study with hand held ultrasound // *J. Ultrasound Med.* 2019. URL: <https://doi.org/10.1002/jum.14991>.
15. *Shin H. J., Kim H. H., Cha J. H.* Current status of automated breast ultrasonography // *Ultrasonography.* 2015. V. 34. № 3. P. 165–172.
16. *Skaane P., Gullien R., Eben E. B.* Interpretation of automated breast ultrasound (ABUS) with and without knowledge of mammography: a reader performance study // *Acta Radiol.* 2015. V. 56. № 4. P. 404–412.
17. *Van Zelst J. C. M., Tan T., Clauser P.* Dedicated computer-aided detection software for automated 3D breast ultrasound; an efficient tool for the radiologist in supplemental screening of women with dense breasts // *Eur. Radiol.* 2018. V. 28. № 7. P. 2996–3006.
18. *Vourtsis A., Kachulis A.* The performance of 3D ABUS versus HHUS in the visualisation and BI-RADS characterisation of breast lesions in a large cohort of 1886 women // *Eur. Radiol.* 2018. V. 28. № 2. P. 592–601.
19. *Wang H. Y., Jiang Y. X., Zhu Q. L.* Differentiation of benign and malignant breast lesions: a comparison between automatically generated breast volume scans and handheld ultrasound examinations // *Eur. J. Radiol.* 2012. V. 81. № 11. P. 3190–3200.
20. *Wilczek B., Wilczek H. E., Rasouliyan L., Leifland K.* Adding 3D automated breast ultrasound to mammography screening in women with heterogeneously and extremely dense breasts: Report from a hospital-based, high-volume, single-center breast cancer screening program // *Eur. J. Radiol.* 2016. V. 85. № 9. P. 1554–1563.

References

1. *Vasil'ev A. Yu., Pavlova T. V., Manuylova O. O., Kasatkina L. I., Rotin D. L., Eremeeva E. A.* Digital breast tomosynthesis in breast cancer diagnosis of the patient with extremely breast density (the clinical example). *Radiologiya – praktika.* 2017. No. 5. P. 38–44 (in Russian).

2. *Gazhonova V. E., Efremova M. P., Khlustina E. M., Shatilova E. V., Kuleshova T. N., Lozovator A. L.* Automated breast volume sonography — new technology in breast cancer diagnosis. *Med. vizualizaciya.* 2015. V. 2. P. 67–77. (in Russian).
3. *Kaprin A. D., Starinskiy V. V., Petrova G. V.* The state of cancer care in Russia in 2018. Pod red. A. D. Kaprina, V. V. Starinskogo, G. V. Petrovov. M., 2019. 236 p. (in Russian).
4. *Solodky V. A., Meskih E. V., Ershtein M. A., Kolesnik A. Ju., Oksanchuk E. A., Nudnov N. V.* The role and possibilities of automated breast ultrasound in breast cancer screening in women with high density breast tissue. *Med. vizualizaciya.* 2018. V. 22. No. 5. P. 21–30 (in Russian).
5. *Yakobs O. E., Kaprin A. D., Rozhkova N. I., Mazo M. L., Mikushin S. Y.* Virtual breast sonography. Results of clinical application. *Med. vizualizaciya.* 2014. No. 2. P. 22–31 (in Russian).
6. *Berg W. A., Bandos A. I., Mendelson E. B. M., Lehrer D., Jong R. A., Pisano E. D.* Ultrasound as the primary screening test for breast cancer: analysis from ACRIN 6666. *J. Natl. Cancer. Inst.* 2016. V. 108. No. 4. P. 1–8.
7. *Brem R. F., Tab r L., Duffy S. W., Inciardi M. F., Guingrich J. A., Hashimoto B. E., Lander M. R., Lapidus R. L., Peterson M. K., Rapelyea J. A., Roux S., Schilling K. J., Shah B. A., Torrente J., Wynn R. T., Miller D. P.* Assessing improvement in detection of breast cancer with three-dimensional automated breast US in women with dense breast tissue: the SomoInsight Study. *Radiology.* 2015. V. 274. No. 3. P. 663–673.
8. *Chang J. M., Cha J. H., Park J. S., Kim S. J., Moon W. K.* Automated breast ultrasound system (ABUS): reproducibility of mass localization, size measurement, and characterization on serial examinations. *Acta Radiol.* 2015. V. 56. No. 10. P. 1163–1170.
9. *Choi E. J., Choi H., Park E. H., Song J. S., Youk J. H.* Evaluation of an automated breast volume scanner according to the fifth edition of BI-RADS for breast ultrasound compared with hand held ultrasound. *Eur. J. Radiol.* 2018. V. 99. P. 138–145.
10. *Farrokh A., Erd nmez H., Sch fer F., Maass N.* SOFIA: A novel automated breast ultrasound system used on patients in the prone position: a pilot study on lesion detection in comparison to hand held grayscale ultrasound. *Geburtshilfe Frauenheilkd.* 2018. V. 78. No. 5. P. 499–505.
11. *Hellgren R., Dickman P., Leifland K., Saracco A., Hall P., Celebioglu F.* Comparison of handheld ultrasound and automated breast ultrasound in women recalled after mammography screening. *Acta Radiol.* 2017. V. 58. No. 5. P. 515–520.
12. *Larson E. D., Lee W., Roubidoux M. A., Goodsitt M. M., Lashbrook C., Davis C. E., Kripfgans O. D., Carson P. L.* Preliminary clinical experience with a combined automated breast ultrasound and digital breast tomosynthesis system. *Ultrasound Med. Biol.* 2018. V. 44. No. 3. P. 734–742.
13. *Lee J. M., Partridge S. C., Liao G. J., Hippe D. S., Kim A. E., Lee C. I., Rahbar H., Scheel J. R., Lehman C. D.* Double reading of automated breast ultrasound with digital mammography or digital breast tomosynthesis for breast cancer screening. *Clin. Imaging.* 2019. V. 55. P. 119–125.
14. *Niu L., Bao L., Zhu L., Tan Yu., Xu X., Shan Yu., Liu J., Zhu Q., Jiang C., Shen Yu.* Diagnostic performance of automated breast ultrasound in differentiating benign and malignant breast masses in asym-

- ptomatic women: a comparison study with handheld ultrasound. *J. Ultrasound Med.* 2019. Epub. URL: <https://doi.org/10.1002/jum.14991>.
15. *Shin H. J., Kim H. H., Cha J. H.* Current status of automated breast ultrasonography. *Ultrasonography.* 2015. V. 34. No. 3. P. 165–172.
 16. *Skaane P., Gullien R., Eben E. B.* Interpretation of automated breast ultrasound (ABUS) with and without knowledge of mammography: a reader performance study. *Acta Radiol.* 2015. V. 56. No. 4. P. 404–412.
 17. *Van Zelst J. C. M., Tan T., Clauser P., Domingo A., Dorrius M. D., Drieling D., Golatta M., Gras F., de Jong M., Pijnappel R., Rutten M. J. C. M., Karssemeijer N., Mann R. M.* Dedicated computer-aided detection software for automated 3D breast ultrasound; an efficient tool for the radiologist in supplemental screening of women with dense breasts. *Eur. Radiol.* 2018. V. 28. No. 7. P. 2996–3006.
 18. *Vourtsis A., Kachulis A.* The performance of 3D ABUS versus HHUS in the visualisation and BI-RADS characterisation of breast lesions in a large cohort of 1,886 women. *Eur. Radiol.* 2018. V. 28. No. 2. P. 592–601.
 19. *Wang H. Yu., Jiang Yu. X., Zhu Q. L.* Differentiation of benign and malignant breast lesions: a comparison between automatically generated breast volume scans and handheld ultrasound examinations. *Eur. J. Radiol.* 2012. V. 81. No. 11. P. 3190–3200.
 20. *Wilczek B., Wilczek H. E., Rasouliyan L., Leifland K.* Adding 3D automated breast ultrasound to mammography screening in women with heterogeneously and extremely dense breasts: Report from a hospital-based, high-volume, single-center breast cancer screening program. *Eur. J. Radiol.* 2016. V. 85. No. 9. P. 1554–1563.

Сведения об авторах

Елисева Ксения Александровна, врач-рентгенолог, врач ультразвуковой диагностики отделения диагностики и лечения заболеваний молочных желез и репродуктивной системы № 2, филиал «Маммологический центр (Клиника женского здоровья)» ГБУЗ «Московский клинический научный центр им. А. С. Логинова ДЗМ». Адрес: 123242, г. Москва, Верхний Предтеченский пер., д. 8. Тел.: + 7 (985) 246-28-59. Электронная почта: dr.eliseeva.ks@gmail.ru ORCID.org/ 0000-0002-4837-0145

Eliseeva Ksenia Aleksandrovna, Radiologist of Department of Diagnostic and Treatment of Breasts and Reproductive System Diseases No.2, Mammology Center (Clinic of Women Health), Loginov Moscow Clinical Scientific Center, Moscow Healthcare Department. Address: 8, Verhnij Predtechenskij per., Moscow, Russia, 123242. Phone number: + 7 (985) 246-28-59. E-mail: dr.eliseeva.ks@gmail.ru ORCID.org/ 0000-0002-4837-0145

Касаткина Лариса Изосимовна, заведующая отделением диагностики и лечения заболеваний молочных желез и репродуктивной системы № 2, филиал «Маммологический центр (Клиника женского здоровья)» ГБУЗ «Московский клинический научный центр им. А. С. Логинова ДЗМ». Адрес: 123242, г. Москва, Верхний Предтеченский пер., д. 8. Тел.: + 7 (495) 305-34-50. Электронная почта: l.kasatkina@mosmammolog.ru ORCID.org/ 0000-0002-9902-9449

Kasatkina Larisa Izosimovna, Head of Department of the Diagnosis and Treatment of the Breast and Reproductive System Diseases № 2, Mammology Center (Clinic of Women Health), Loginov Moscow Clinical Scientific Center, Moscow Healthcare Department. Address: 8, Verhnij Predtechenskij per., Moscow, Russia, 123242. Phone number: + 7 (495) 305-34-50. E-mail: l.kasatkina@mosmammolog.ru ORCID.org/ 0000-0002-9902-9449

Абдураимов Адхамжон Бахтиерович, заместитель директора по образовательной деятельности, руководитель филиала «Маммологический центр (Клиника женского здоровья)» ГБУЗ «Московский клинический научный центр им. А. С. Логинова ДЗМ». Адрес: 111123, г. Москва, шоссе Энтузиастов, д. 86.

Тел.: +7 (495) 304-31-03. Электронная почта: a.abduraimov@mknc.ru
ORCID.org/0000-0002-2893-827

Abduraimov Adhamzhon Baktierovich, M. D. Med., Professor, Deputy Director for Educational Activities, Head of Mammology Center (Clinic of Women Health), Loginov Moscow Clinical Scientific Center, Moscow Healthcare Department.
Address: 86, shosse Enthusiastov, Moscow, Russia, 111123.
Phone number: + 7 (495) 304-31-03. E-mail: a.abduraimov@mknc.ru
ORCID.org/0000-0002-2893-827

Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.