

DOI: 10.24835/1607-0763-2018-5-21-30

Роль и возможности автоматизированного ультразвукового сканирования в скрининге рака молочной железы у женщин с высокой плотностью тканей молочных желез

Солодкий В.А., Меских Е.В., Эрштейн М.А.* , Колесник А.Ю., Оксанчук Е.А., Нуднов Н.В.

ФГБУ "Российский научный центр рентгенорадиологии" Минздрава России, Москва, Россия

The role and possibilities of automated breast ultrasound in breast cancer screening in women with high density breast tissue

Solodky V.A., Meskih E.V., Ershtein M.A.* , Kolesnik A.Ju., Oksanchuk E.A., Nudnov N.V.

Federal State Budgetary Institution Russian Scientific Center of Roentgenoradiology (RSCRR) of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation (Russian Scientific Center of Roentgenoradiology), Moscow, Russia

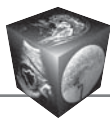
Целью исследования стало повышение эффективности диагностики образований молочных желез на плотном фоне. В исследовании участвовало 399 женщин с плотным рентгенологическим фоном (ACRC, DBI-RADS 2015) в возрасте от 20 до 83 лет (средний возраст 43,65 года). Женщинам были проведены стандартная цифровая рентгеновская маммография (МГ) в двух проекциях, ручное ультразвуковое исследование (УЗИ) и автоматизированное ультразвуковое сканирование (АУС) молочных желез в трех проекциях. Оценка производилась в группах МГ, МГ+АУС, МГ+УЗИ. Установлено, что добавление АУС к МГ в базовом алгоритме исследования повышает эффективность диагностики узловых образований: повышение чувствительности на 22,9% (МГ – 75,9%, МГ+АУС – 98,8%), снижение специфичности на 6,95% (МГ – 86,7%, МГ+АУС – 79,75%), добавленная ценность составляет 10,6%. Добавленная ценность АУС и УЗИ равны, однако АУС позволяет стандартизировать, хранить и передавать полученные данные с возможностью второго чтения, а также позволяет сократить время интерпретации исследования в 2 раза по сравнению с УЗИ. Таким образом, АУС молочных желез может быть использовано в качестве дополнительного метода скрининга для женщин с плотным рентгенологическим фоном или как основной метод массового обследования для женщин молодого возраста.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование

молочных желез, рак молочной железы, скрининг, автоматизированное ультразвуковое сканирование молочных желез, плотная молочная железа.

Ссылка для цитирования: Солодкий В.А., Меских Е.В., Эрштейн М.А., Колесник А.Ю., Оксанчук Е.А., Нуднов Н.В. Роль и возможности автоматизированного ультразвукового сканирования в скрининге рака молочной железы у женщин с высокой плотностью тканей молочных желез. *Медицинская визуализация*. 2018; 22 (5): 21–30. DOI: 10.24835/1607-0763-2018-5-21-30.

The aim of our study was to improve the diagnosis of breast nodules on a high dense breast tissue. The study involved 280 women with high dense breast tissue (ACR C,D BI-RADS 2015) aged 26 to 83 years (mean age 47.5 years), all women underwent standard digital mammography in two projections and automated breast ultrasound scanning in three projections. The addition of ABUS to mammography in the basic algorithm of the study increases the effectiveness of the diagnosis of nodules: increased sensitivity by 22.9% (MG – 75.9%, MG+ABUS – 98.8%), reduced specificity by 6.95% (MG – 86.7%, MG+ABUS – 79.75%), the added value is 11.25%. The added value of ABUS and HHUS are equal, but the ABUS allows to standardize, store and transmit the data with the possibility of a second reading, as well as to reduce the time of interpretation of the study twice in



comparison with HHUS. Thus, ABUS can be used as an additional screening method for women with high dense breast or as the main method of mass examination for young women.

Key words: breast ultrasound, breast cancer, screening, automated breast ultrasound system, breast density.

Recommended citation: 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. *Medical Visualization*. 2018; 22 (5): 21–30. DOI: 10.24835/1607-0763-2018-5-21-30.

Список сокращений

AУС – автоматизированное ультразвуковое сканирование

МГ – маммография

неоАПХТ – неоадьювантная полихимиотерапия

РМЖ – рак молочной железы

УЗИ – ультразвуковое исследование

ABUS – Automated Breast Ultrasound

HHUS – Handheld Ultrasound

Введение

Лидирующей патологией в структуре онкологической заболеваемости среди женщин всего мира является рак молочной железы (РМЖ).

По данным мировых онкологических регистров последнего десятилетия заболеваемость растет [1]. Снижению смертности от РМЖ способствует качественная организация маммографических скрининговых программ, главной целью которых является выявление заболевания на ранней стадии. Данные зарубежных авторов [2] свидетельствуют, что при успешной программе скрининга не менее 50% выявленных инвазивных форм и не менее 30% выявленных слабодифференцированных инвазивных форм РМЖ должны быть размерами менее 15 мм в диаметре. Только при таких цифрах наблюдается снижение смертности от РМЖ [2].

Рентгеновская маммография (МГ) является “золотым стандартом” обследования молочных желез и единственным методом скрининга [3]. Она не имеет себе равных при обнаружении структурных изменений тканей на фоне преобладающей жировой ткани и в выявлении кальцинатов (независимо от плотности тканей молочных желез), которые могут быть первичным, а иногда и единственным признаком злокачественного процесса в молочных железах. Важным является тот факт, что МГ имеет ограничения в обнаружении некальцинированных мелких инвазивных форм РМЖ, скрытых в плотной фиброгланулярной ткани (ACRC и D по классификации BI-RADS 2013 г.). Так, у 30% женщин с повышенной плотностью

тканей молочной железы рак может быть не выявлен при рентгеновской МГ [4].

Высокая плотность тканей молочной железы связана с наличием большого количества фиброгланулярной ткани в ее структуре. Наличие плотной ткани молочных желез в большей степени характерно для женщин репродуктивного возраста. Однако у 18–20% женщин повышенная плотность тканей с течением жизни не меняется (рис. 1) [5]. Известно, что женщины с плотной тканью молочных желез составляют большинство (60% и более) и риск развития РМЖ у них в 4–6 раз выше, чем у остальных [6–12].

Плотная ткань молочных желез затрудняет обнаружение патологических образований при любых размерах узлов, обладая идентичной плотностью, что объясняет так называемые диагностические ошибки, пропуски, тем самым увеличивая количество возникновения “интервальных” раков.

С учетом имеющихся недостатков рентгеновской МГ очевидной является необходимость внедрения дополнительных методов диагностики в программу скрининга РМЖ у женщин с повышенной плотностью тканей молочных желез. Дополнительный метод скрининга должен быть автоматизированным, удобным в использовании, приемлемым для пациенток, надежным и соответствующим критериям ВОЗ для методов скрининга [13].

Возможное решение для внедрения мультимодального подхода в скрининге РМЖ

В клинической практике у женщин с высокой плотностью тканей молочных желез в дополнение к рентгеновской МГ зачастую используют ручное ультразвуковое исследование (УЗИ), позволяющее провести уточняющую диагностику.

Использование ручного УЗИ в комбинации с рентгеновской МГ повышает чувствительность и специфичность обоих методов исследований до 92,9 и 87% соответственно [14]. В исследовании Т.М. Kolb и соавт. была показана результативность ручного УЗИ в дополнение к рентгеновской МГ у женщин с повышенной плотностью тканей: у 5712 женщин к рентгеновской МГ при проведении скрининга было добавлено ручное УЗИ, в результате у 42% из них были обнаружены инвазивные карциномы, не выявленные при МГ, а у 70% из них размер опухоли был менее 10 мм [15]. Приведем результаты еще одного исследования, проведенного в American College of Radiology: исследователи сообщили, что у 2089 женщин с высокой плотностью тканей молочных желез изолированное применение рентгеновской МГ по-

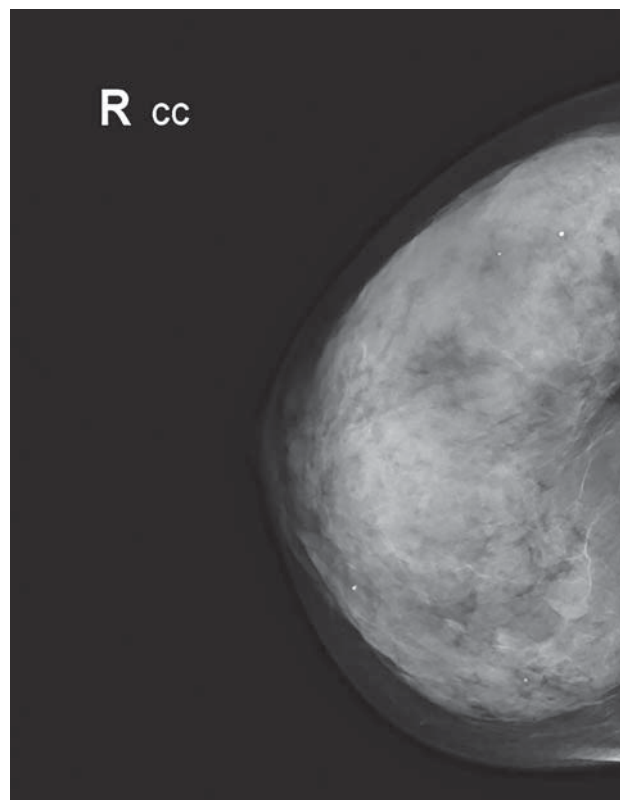
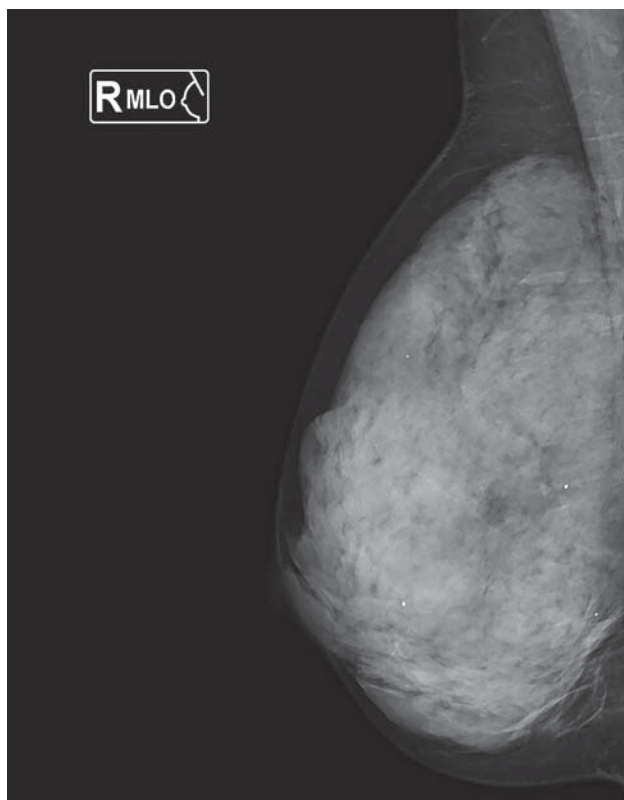
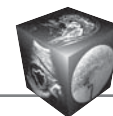


Рис. 1. Пациентка Л., 65 лет. Пример повышенной рентгенологической плотности ткани молочных желез у женщины нерепродуктивного возраста.

зволило выявить 7,6 случая РМЖ на 1000 женщин, а дополнительное использование ручного УЗИ повысило этот показатель до 11,8 случая на 1000 женщин [16].

Ручное УЗИ зарекомендовало себя как эффективный метод, который может дополнить рентгеновскую МГ. Однако ручное УЗИ имеет серьезные ограничения, которые не позволяют интегрировать его в систему скрининга, а именно: метод не является автоматизированным и стандартизированным, результаты во многом операторозависимы, что приводит к увеличению числа ложноположительных и ложноотрицательных результатов.

В последние годы несколько ведущих производителей ультразвуковых сканеров представили аппараты для трехмерного автоматизированного ультразвукового сканирования (АУС) молочных желез, способные решить проблему интеграции УЗИ молочных желез в программу скрининга.

Отечественные ученые не обошли вниманием новую методику, были изучены основные преимущества и недостатки АУС, разработаны рекомендации для использования. Существует авторская методика проведения АУС В.Е. Гажоновой, которая позволяет сопоставлять данные МГ и АУС

с высокой степенью совпадения топографии образований за счет использования верхненижней (авторской) проекции. Наличие корональной реконструкции позволяет достоверно определить структуру железы и соотношение фиброгlandулярного и жирового компонентов, что позволяет косвенно судить о риске развития РМЖ, кроме того, авторы отмечают высокую эффективность АУС для определения симптома “лучистости” даже при самых малых инвазивных формах РМЖ [17, 18].

Как известно из ряда работ отечественных и зарубежных авторов, АУС обладает рядом преимуществ, основными из которых являются: стандартизация протокола обследования, снижение временных затрат врача на проведение исследования (исследование может выполнять средний медицинский персонал, врачом проводится непосредственная оценка полученных изображений), высокая чувствительность метода и возможность реконструкции изображения в трехмерное (пошаговая оценка корональных срезов) [2, 17–21]. Возможность сохранения и повторного изучения полного протокола обследования позволяет объективизировать оценку динамики патологических процессов.



Имеющиеся преимущества трехмерного АУС молочных желез выдвигают его в качестве перспективного решения для улучшения результатов скрининга у женщин с высокой плотностью тканей молочных желез [2, 22].

Данные мировых исследований об эффективности трехмерного АУС молочных желез

В последние несколько лет проводится множество исследований, направленных на определение эффективности трехмерного АУС молочных желез у женщин с плотной тканью молочных желез. Данные исследования идут в двух направлениях: определение эффективности метода при добавлении его к рентгеновской МГ и его сравнение с ручным УЗИ.

При анализе литературы было выявлено повышение эффективности рентгеновской МГ в сочетании с трехмерным АУС при сравнении с изолированным применением рентгеновской МГ желез у женщин с плотной тканью молочных желез. По данным R.F. Brem и соавт., B. Wilczek и соавт., K. Drukker и соавт., M. Giger и соавт., сочетание методов способствовало значительному повышению чувствительности в выявлении РМЖ, однако следует отметить, что повышение специфичности было незначительным (табл. 1) [19, 21, 23, 24].

Также нами проанализированы литературные данные, связанные со сравнением эффективности ручного УЗИ и автоматизированного трехмерного УЗИ. Так, в исследованиях X. Lin и соавт., H. Wang и соавт., E. Choi и соавт. не было выявлено значительной разницы в эффективности обоих методов,

показатели чувствительности и специфичности фактически не отличались (табл. 2) [25–27]. Таким образом, преимуществом автоматизированного трехмерного УЗИ является не повышенная эффективность метода при сравнении с ручным УЗИ, а как говорилось ранее – стандартизация и автоматизация метода, что может позволить включить его в программу скрининга РМЖ.

Цель исследования

Оценка эффективности внедрения АУС молочных желез в качестве дополнительного метода скрининга для женщин с плотным рентгенологическим фоном молочных желез.

Материал и методы

В исследовании участвовало 399 женщин с плотным рентгенологическим фоном (ACRC, D BI-RADS 2015) в возрасте от 20 до 83 лет (средний возраст 43,65 года). Исследование проведено на базе Федерального маммологического центра Российского научного центра рентгено-радиологии.

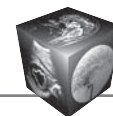
Стандартная цифровая МГ была выполнена 280 женщинам в возрасте от 26 до 83 лет (средний возраст 47,5 года) на аппарате Amulet (Fujifilm, Япония). Каждая железа обследована в двух стандартных проекциях: медиолатеральная и краниокаудальная, в 7,5% случаев выполнена дополнительная боковая проекция. Оценка изображений производилась на рабочей станции врача с программным обеспечением фирмы Vidar. Среднее время обследования 8 мин, среднее время интерпретации данных и формирования протокола 4 мин.

Таблица 1. Сравнение показателей эффективности рентгеновской маммографии и рентгеновской маммографии в сочетании с автоматизированным трехмерным УЗИ

Авторы	Количество пациентов	Маммография		Маммография + АУС	
		чувствительность, %	специфичность, %	чувствительность, %	специфичность, %
Brem R.F. et al., 2015	15318	73,2	85,4	100	72
Wilczek B. et al., 2016	1668	63,6	99	100	98,4
Drukker K. et al., 2013	200	27,1	88,1	57,7	84
Giger M. et al., 2016	185	57,5	78,1	74,1	76,2

Таблица 2. Сравнение показателей эффективности ручного УЗИ с автоматизированным трехмерным УЗИ

Авторы	Количество пациентов	Маммография		Маммография + АУС	
		чувствительность, %	специфичность, %	чувствительность, %	специфичность, %
Lin X. et al., 2012	81	100	85	100	95
Wang H. et al., 2012	239	90,6	82,5	95,3	80,5
Choi E. et al., 2018	786	84,2	83,9	84,2	80,5



У 119 женщин моложе 40 лет цифровая МГ не проводилась, структура молочных желез оценивалась по ультразвуковой классификации BI-RADS.

Все женщины были обследованы на автоматическом ультразвуковом сканере молочных желез Ivenia ABUS (GE Healthcare, США). Обследование проводилось в положении пациентки лежа на спине с валиком в подлопаточной области со стороны исследования. Каждая железа сканировалась в трех проекциях (прямая, латеральная и медиальная). Максимальная площадь, покрываемая за одно сканирование, – 15,4 × 17,0 см, толщина аксиального среза – 0,2 см (соответствует размеру терминальной протоково-дольковой единицы), глубина сканирования (расстояние от поверхности датчика до грудной стенки) варьировала от 3,5 до 5 см в зависимости от объема молочной железы. Изображения оценивались на рабочей станции врача (Mammowork station, GE Healthcare) в двух основных плоскостях (аксиальная и корональная) тремя врачами центра, ранее не обследовавшими пациента с помощью ручного ультразвука. В ряде случаев произведены объемное построение и оценка изображений в сагиттальной плоскости. Среднее время обследования 12 мин. Среднее время интерпретации данных и формирования протокола 4–7,5 мин.

В 360 случаях женщины были обследованы на ультразвуковых аппаратах экспертного класса с высокочастотными линейными датчиками (8–18 МГц) Siemens Acuson 2000 (Siemens AG, Германия), Esaot My Lab Class C (Esaot, Италия). Исследование проводилось по стандартной схеме: обследование молочных желез в В-режиме по квадрантам, включая область за соском, оценка находок с помощью цветового доплеровского картирования, компрессионной эластографии, дополнительно производилась оценка регионарных лимфатических узлов. Среднее время обследования 10–14 мин, среднее время интерпретации данных и формирования протокола 5 мин.

Во время интерпретации УЗИ врач имел доступ к истории болезни и маммографическим изображениям. Все полученные данные оценивались по классификации BI-RADS 2013 г.

Таким образом, для проведения исследования были сформированы 3 группы: МГ, МГ+АУС, МГ+УЗИ.

Выходные данные всех исследований были сведены в общую перекрестную таблицу. Статистическая обработка данных производилась с помощью статистического пакета программного обеспечения Microsoft Excel и программы Статистика.

Результаты

Все полученные данные были распределены по категориям BI-RADS, а также по нозологиям. На рис. 2 видно, что большая часть обследованных женщин отнесена к группам с диффузными доброкачественными изменениями по типу мастопатии (41% обследованных) и здоровым (26%). Доброкачественные образования (в том числе фиброаденомы) выявлены в 12% случаев, доброкачественные структурные изменения без узлового компонента (в том числе фибросклероз) – также в 12% случаев. Злокачественные новообразования обнаружены у 9% обследованных, среди которых одна карцинома *in situ* и две инвазивные карциномы размером до 0,5 см. В 2 случаях динамической оценки размеров опухолевых образований на фоне неоАПХТ АУС позволил достоверно определить регресс благодаря стандартизации протокола.

Результаты обычного УЗИ в В-режиме и АУС соответствовали друг другу по классификации BI-RADS в 96,6% ($p < 0,05$). Расхождения касались дифференциальной диагностики только доброкачественных образований размером менее 0,8 см. Однако при исследовании множественных образований (мультицентричный рак – 3 случая, множественные фиброаденомы – 4 случая) АУС позволило выявить больше очагов, чем УЗИ, а также достоверно оценить их взаиморасположение, что дало возможность спланировать хирургическое лечение (рис. 3). Время, затраченное врачом на интерпретацию данных и формирование протокола при АУС, составило 4–7,5 мин против 15–19 мин при ручном УЗИ.

Данные, полученные при МГ и ультразвуковых методах диагностики, различались по класси-



Рис. 2. Распределение выявленных изменений по нозологии.

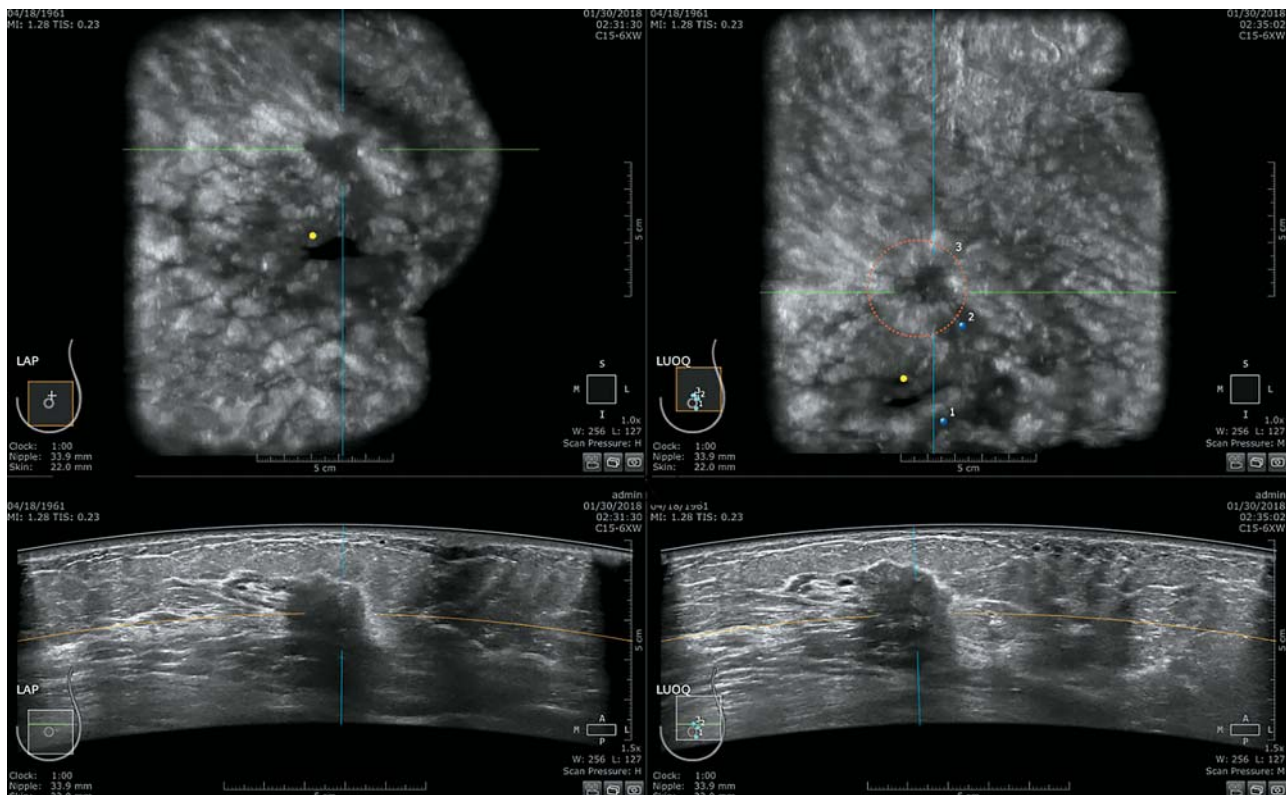
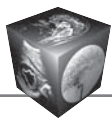


Рис. 3. Результаты автоматизированного трехмерного УЗИ. Полученные изображения молочной железы на рабочей станции в сагиттальной и корональной плоскостях демонстрируют мультицентричную форму РМЖ.

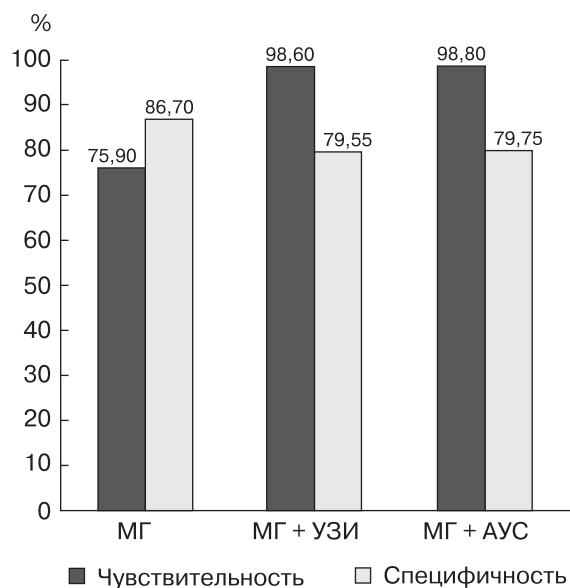


Рис. 4. Оценка чувствительности и специфичности методов исследования.

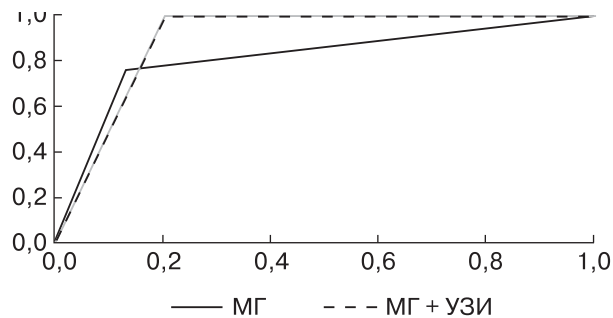
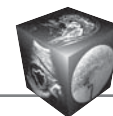


Рис. 5. Сравнение ROC-кривых, полученных при оценке эффективности методов обследования.



кации BI-RADS более чем в 30% случаев, в половине из которых образования, определяющиеся при УЗИ и АУС, не определялись при МГ, что было обусловлено высокой плотностью ткани молочной железы. При комплексном исследовании с цитологической и гистологической верификацией отмечается увеличение чувствительности обследования при комбинации двух методик против одной МГ при незначительном снижении специфичности, что демонстрирует рис. 4. Снижение специфичности обусловлено получением большего количества данных и не оказывает существенного влияния на общее повышение эффективности исследования.

На основании ROC-анализа получены кривые, характеризующие эффективность исследуемых методов (рис. 5). При анализе прогностической ценности оценивалась площадь под кривой (AUC): МГ = 0,807687, МГ+УЗИ = 0,89075, МГ+АУС = 0,89275. Таким образом, УЗИ и АУС имеют одинаковую добавленную ценность к МГ. Использование МГ в комплексе с ультразвуковыми методиками повышает эффективность диагностики.

Обсуждение

Данное исследование показывает увеличение эффективности диагностики образований молочных желез на плотном фоне при интеграции АУС в алгоритм скрининга. АУС сопоставимо по эффективности с ручным УЗИ в В-режиме, однако позволяет уменьшить нагрузку на врача при массовых обследованиях и дает возможность объективной динамической оценки при последующих обследованиях благодаря стандартизации и автоматизации.

Выводы

1. Эффективность УЗИ в В-режиме и АУС эквивалентна. Методика АУС позволяет автоматизировать исследование, стандартизировать полученные данные и сократить время интерпретации исследования в 2 раза в сравнении с УЗИ, что является отличным подспорьем для использования АУС в скрининге.

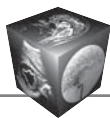
2. Добавление АУС к МГ в базовом алгоритме исследования повышает эффективность диагностики узловых образований на 10,6%.

3. АУС может быть использовано как:

- 1) основной метод обследования женщин до 35 лет;
- 2) дополнительный метод скрининга женщин с плотным рентгенологическим фоном;
- 3) метод оценки динамического изменения размеров образований;
- 4) при мультицентричном поражении.

Список литературы

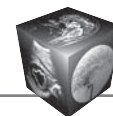
1. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Состояние онкологической помощи населению России в 2017 году. М.: ФГБУ "МНИОИ им. П.А. Герцена Минздрава России". 2018.
2. Lander M.R., Tabár L. Automated 3-D Breast Ultrasound as a Promising Adjunctive Screening Tool for Examining Dense Breast Tissue. *Semin. Roentgenol.* 2011; 46 (4): 302–308. DOI: 10.1053/j.ro.2011.06.003.
3. Рожкова Н.И., Боженко В.К. Современные технологии скрининга рака молочной железы. *Вопросы онкологии.* 2009; 55 (4): 495–500.
4. 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; 28 (2): 592–601. DOI: 10.1007/s00330-017-5011-9.
5. Tabár L., Dean P.B. Mammographic parenchymal patterns. Risk indicator for breast cancer? *JAMA.* 1982; 247 (9): 185–189.
6. Boyd N.F., Guo H., Martin L.J., Sun L., Stone J., Fishell E., Jong R.A., Hislop G., Chiarelli A., Minkin S., Yaffe M.J.. Mammographic density and the risk and detection of breast cancer. *N. Engl. J. Med.* 2007; 356 (3): 227–236. DOI: 10.1056/NEJMoa062790.
7. Harvey J.A., Bovbjerg V.E. Quantitative assessment of mammographic breast density: Relationship with breast cancer risk. *Radiology.* 2004; 230 (5): 29–41. DOI: 10.1148/radiol.2301020870.
8. McCormack V.A., dos Santos Silva I. Breast density and parenchymal patterns as markers of breast cancer risk: A meta-analysis. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 2006; 15 (6): 1159–1169. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-06-0034.
9. Ursin G., Ma H., Wu A.H., Bernstein L., Salane M., Parisky Y.R., Astrahan M., Siozon C.C., Pike M.C. Mammographic density and breast cancer in three ethnic groups. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 2003; 12 (10): 332–338.
10. Vacek P.M., Geller B.M. A prospective study of breast cancer risk using routine mammographic breast density measurements. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 2004; 13 (11): 715–722.
11. Byrne C., Schairer C., Wolfe J., Parekh N., Salane M., Brinton L.A., Hoover R., Haile R. Mammographic features and breast cancer risk: Effects with time, age, and menopause status. *J. Natl. Cancer Inst.* 1995; 87 (4): 1622–1629.
12. Boyd N.F., Byng J.W., Jong R.A., Fishell E.K., Little L.E., Miller A.B., Lockwood G.A., Tritchler D.L., Yaffe M.J. Quantitative classification of mammographic densities and breast cancer risk: Results from the Canadian National Breast Screening Study. *J. Natl. Cancer Inst.* 1995; 87 (2): 670–675.
13. Hooley R.J., Greenberg K.L., Stackhouse R.M., Geisel J.L., Butler R.S., Philpotts L.E. Screening US in patients with mammographically dense breasts: initial experience with Connecticut Public Act 09-41. *Radiology.* 2012; 265 (1): 59–69. DOI: 10.1148/radiol.12120621.
14. Sim L.S., Hendriks L.S., Fook-Chong S.M. Breast ultrasound in women with familial risk of breast cancer. *Ann. Acad. Med. Singapore.* 2004; 33 (5): 600–606.
15. Kolb T.M., Lichy J., Newhouse J.H. Comparison of the performance of screening mammography, physical examination, and breast US and evaluation of factors that



- influence them: An analysis of 27,825 patient evaluations. *Radiology*. 2002; 225 (1): 165–175. DOI: 10.1148/radiol.2251011667.
16. Berg W.A., Blume J.D., Cormack J.B., Mendelson E.B., Lehrer D., Böhm-Vélez M., Pisano E.D., Jong R.A., Evans W.P., Morton M.J., Mahoney M.C., Larsen L.H., Barr R.G., Farria D.M., Marques H.S., Boparai K.; ACRIN 6666 Investigators. Combined screening with ultrasound and mammography vs mammography alone in women at elevated risk of breast cancer. *JAMA*. 2008; 299 (18): 2151–2163. DOI: 10.1001/jama.299.18.2151.
 17. Гахонова В.Е., Ефремова М.П., Дорохова Е.А. Современные методы неинвазивной лучевой диагностики рака молочной железы. *Русский медицинский журнал*. 2016; 5: 321–324.
 18. Гахонова В.Е., Ефремова М.П., Бачурина Е.М., Хлюстина Е.М., Поткин С.Б. Возможности сонотомографии (автоматического объемного сканирования молочных желез) в оценке железистого типа строения молочных желез как фактора риска возникновения рака молочной железы. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2015; 5: 5–10. DOI: 10.20862/0042-4676-2015-0-5-32-41.
 19. Brem R.F., Tabár 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 SomInsight Study. *Radiology*. 2015; 274 (3): 663–673. DOI: 10.1148/radiol.14132832.
 20. Jiang W.W., Cheng L., Li A.H., Zheng Y.P. A novel breast ultrasound system for providing coronal images: systems development and feasibility study. *Ultrasonics*. 2015; 56: 427–434. DOI: 10.1016/j.ultras.2014.09.009.
 21. Giger M.L., Inciardi M.F., Edwards A., Papaioannou J., Drukker K., Jiang Y., Brem R., Brown J.B.. Automated Breast Ultrasound in Breast Cancer Screening of Women With Dense Breasts: Reader Study of Mammography-Negative and Mammography-Positive Cancers. *AJR*. 2016; 206 (6): 1341–1350. DOI: 10.2214/AJR.15.15367.
 22. Guiliano V., Guiliano C. Using automated breast sonography as part of a multimodality approach to dense breast screening. *J. Diag. Med. Sonography*. 2012; 28: 159–165. DOI: 10.1177/8756479312447993.
 23. Wilczek B., Wilczek H.E., Rasouliya 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; 85 (9): 1554–1563. DOI: 10.1016/j.ejrad.2016.06.004.
 24. Drukker K., Horsch K.J., Pesce L.L., Giger M.L. Interreader Scoring Variability in an Observer Study Using Dual-Modality Imaging for Breast Cancer Detection in Women with Dense Breasts. *Acad. Radiol*. 2013; 20 (7): 847–853. DOI: 10.1016/j.acra.2013.02.007.
 25. Lin X., Wang J., Han F., Fu J., Li A. Analysis of eighty-one cases with breast lesions using automated breast volume scanner and comparison with handheld ultrasound. *Eur. J. Radiol*. 2012; 81 (5): 873–878. DOI: 10.1016/j.ejrad.2011.02.038.
 26. Wang H.Y., Jiang Y.X., Zhu Q.L., Zhang J., Dai Q., Liu H., Lai X.J., Sun Q. Differentiation of benign and malignant breast lesions: a comparison between automatically generated breast volume scans and handheld ultrasound examinations. *Eur. J. Radiol*. 2012; 81 (11): 3190–3200. DOI: 10.1016/j.ejrad.2012.01.034.
 27. 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; 99: 138–145. DOI: 10.1016/j.ejrad.2018.01.002.

References

1. Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Petrova G.V. The state of cancer care in Russia in 2017. M.: FGBU “MNIIOI P.A. Herzen, Ministry of Health of Russia”. 2018. (In Russian)
2. Lander M.R., Tabár L. Automated 3-D Breast Ultrasound as a Promising Adjunctive Screening Tool for Examining Dense Breast Tissue. *Semin. Roentgenol*. 2011; 46 (4): 302–308. DOI: 10.1053/j.ro.2011.06.003.
3. Rozhkova N.I., Bozhenko V.K. Modern technologies of breast cancer screening. *Questions of Oncology*. 2009; 55 (4): 495–500. (In Russian)
4. 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; 28 (2): 592–601. DOI: 10.1007/s00330-017-5011-9.
5. Tabár L., Dean P.B. Mammographic parenchymal patterns. Risk indicator for breast cancer? *JAMA*. 1982; 247 (9): 185–189.
6. Boyd N.F., Guo H., Martin L.J., Sun L., Stone J., Fishell E., Jong R.A., Hislop G., Chiarelli A., Minkin S., Yaffe M.J.. Mammographic density and the risk and detection of breast cancer. *N. Engl. J. Med*. 2007; 356 (3): 227–236. DOI: 10.1056/NEJMoa062790.
7. Harvey J.A., Bovbjerg V.E. Quantitative assessment of mammographic breast density: Relationship with breast cancer risk. *Radiology*. 2004; 230 (5): 29–41. DOI: 10.1148/radiol.2301020870.
8. McCormack V.A., dos Santos Silva I. Breast density and parenchymal patterns as markers of breast cancer risk: A meta-analysis. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev*. 2006; 15 (6): 1159–1169. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-06-0034.
9. Ursin G., Ma H., Wu A.H., Bernstein L., Salane M., Parisky Y.R., Astrahan M., Siozon C.C., Pike M.C. Mammographic density and breast cancer in three ethnic groups. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev*. 2003; 12 (10): 332–338.
10. Vacek P.M., Geller B.M. A prospective study of breast cancer risk using routine mammographic breast density measurements. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev*. 2004; 13 (11): 715–722.
11. Byrne C., Schairer C., Wolfe J., Parekh N., Salane M., Brinton L.A., Hoover R., Haile R. Mammographic features and breast cancer risk: Effects with time, age, and menopause status. *J. Natl. Cancer Inst*. 1995; 87 (4): 1622–1629.
12. Boyd N.F., Byng J.W., Jong R.A., Fishell E.K., Little L.E., Miller A.B., Lockwood G.A., Tritchler D.L., Yaffe M.J. Quantitative classification of mammographic densities and breast cancer risk: Results from the Canadian National Breast Screening Study. *J. Natl. Cancer Inst*. 1995; 87 (2): 670–675.
13. Hooley R.J., Greenberg K.L., Stackhouse R.M., Geisel J.L., Butler R.S., Philpotts L.E. Screening US in patients with mammographically dense breasts: initial experience



- with Connecticut Public Act 09-41. *Radiology*. 2012; 265 (1): 59–69. DOI: 10.1148/radiol.12120621.
14. Sim L.S., Hendriks L.S., Fook-Chong S.M. Breast ultrasound in women with familial risk of breast cancer. *Ann. Acad. Med. Singapore*. 2004; 33 (5): 600–606.
 15. Kolb T.M., Lichy J., Newhouse J.H. Comparison of the performance of screening mammography, physical examination, and breast US and evaluation of factors that influence them: An analysis of 27,825 patient evaluations. *Radiology*. 2002; 225 (1): 165–175. DOI: 10.1148/radiol.2251011667.
 16. Berg W.A., Blume J.D., Cormack J.B., Mendelson E.B., Lehrer D., Böhm-Vélez M., Pisano E.D., Jong R.A., Evans W.P., Morton M.J., Mahoney M.C., Larsen L.H., Barr R.G., Farria D.M., Marques H.S., Boparai K.; ACRIN 6666 Investigators. Combined screening with ultrasound and mammography vs mammography alone in women at elevated risk of breast cancer. *JAMA*. 2008; 299 (18): 2151–2163. DOI: 10.1001/jama.299.18.2151.
 17. Gazhonova V.E., Efremova M.P., Dorohova E.A. Modern methods of non-invasive radiological diagnosis of breast cancer. BC. *Russian Medical Journal*. 2016; 5: 321–324. (In Russian)
 18. Gazhonova V.E., Efremova M.P., Bachurina E.M., Khlyustina E.M., Potkin S.B. Capabilities of breast sonotomography (automated breast volume sonography) in the evaluation of the glandular structure of the breast in the context of its cancer risk. *Journal of radiology and nuclear medicine*. 2015; 5: 5–10. (In Russian) DOI: 10.20862/0042-4676-2015-0-5-32-41.
 19. Brem R.F., Tabár 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 SomInsight Study. *Radiology*. 2015; 274 (3): 663–673. DOI: 10.1148/radiol.14132832.
 20. Jiang W.W., Cheng L., Li A.H., Zheng Y.P. A novel breast ultrasound system for providing coronal images: systems development and feasibility study. *Ultrasonics*. 2015; 56: 427–434. DOI: 10.1016/j.ultras.2014.09.009.
 21. Giger M.L., Inciardi M.F., Edwards A., Papaioannou J., Drukker K., Jiang Y., Brem R., Brown J.B.. Automated Breast Ultrasound in Breast Cancer Screening of Women With Dense Breasts: Reader Study of Mammography-Negative and Mammography-Positive Cancers. *AJR*. 2016; 206 (6): 1341–1350. DOI: 10.2214/AJR.15.15367.
 22. Guiliano V., Guiliano C. Using automated breast sonography as part of a multimodality approach to dense breast screening. *J. Diag. Med. Sonography*. 2012; 28: 159–165. DOI: 10.1177/8756479312447993.
 23. Wilczek B., Wilczek H.E., Rasouliya 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; 85 (9): 1554–1563. DOI: 10.1016/j.ejrad.2016.06.004.
 24. Drukker K., Horsch K.J., Pesce L.L., Giger M.L. Interreader Scoring Variability in an Observer Study Using Dual-Modality Imaging for Breast Cancer Detection in Women with Dense Breasts. *Acad. Radiol*. 2013; 20 (7): 847–853. DOI: 10.1016/j.acra.2013.02.007.
 25. Lin X., Wang J., Han F., Fu J., Li A. Analysis of eighty-one cases with breast lesions using automated breast volume scanner and comparison with handheld ultrasound. *Eur. J. Radiol*. 2012; 81 (5): 873–878. DOI: 10.1016/j.ejrad.2011.02.038.
 26. Wang H.Y., Jiang Y.X., Zhu Q.L., Zhang J., Dai Q., Liu H., Lai X.J., Sun Q. Differentiation of benign and malignant breast lesions: a comparison between automatically generated breast volume scans and handheld ultrasound examinations. *Eur. J. Radiol*. 2012; 81 (11): 3190–3200. DOI: 10.1016/j.ejrad.2012.01.034.
 27. 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; 99: 138–145. DOI: 10.1016/j.ejrad.2018.01.002.

Для корреспонденции*: Эрштейн Маргарита Александровна – 117997 Москва, ул. Профсоюзная, д. 86.
E-mail: margarita.ershtein@gmail.com

Солодкий Владимир Алексеевич – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, директор ФГБУ “Российский научный центр рентгенорадиологии” Минздрава России, Москва.

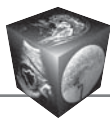
Меских Елена Валерьевна – доктор мед. наук, профессор, заведующая лабораторией рентгенорадиологических, ультразвуковых и рентгенохирургических технологий в маммологии (Федеральный маммологический центр) научно-исследовательского отдела раннего канцерогенеза, профилактики, диагностики и комплексного лечения онкологических заболеваний женских репродуктивных органов ФГБУ “Российский научный центр рентгенорадиологии” Минздрава России, Москва.

Эрштейн Маргарита Александровна – младший научный сотрудник лаборатории рентгенорадиологических, ультразвуковых и рентгенохирургических технологий в маммологии (Федеральный маммологический центр) научно-исследовательского отдела раннего канцерогенеза, профилактики, диагностики и комплексного лечения онкологических заболеваний женских репродуктивных органов ФГБУ “Российский научный центр рентгенорадиологии” Минздрава России, Москва.

Колесник Антонина Юрьевна – канд. мед. наук, научный сотрудник лаборатории рентгенорадиологических, ультразвуковых и рентгенохирургических технологий в маммологии (Федеральный маммологический центр) научно-исследовательского отдела раннего канцерогенеза, профилактики, диагностики и комплексного лечения онкологических заболеваний женских репродуктивных органов ФГБУ “Российский научный центр рентгенорадиологии” Минздрава России, Москва.

Оксанчук Елена Александровна – канд. мед. наук, научный сотрудник лаборатории рентгенорадиологических, ультразвуковых и рентгенохирургических технологий в маммологии (Федеральный маммологический центр) научно-исследовательского отдела раннего канцерогенеза, профилактики, диагностики и комплексного лечения онкологических заболеваний женских репродуктивных органов ФГБУ “Российский научный центр рентгенорадиологии” Минздрава России, Москва.

Нуднов Николай Васильевич – доктор мед. наук, профессор, заместитель директора по научной работе ФГБУ “РНЦРП” Минздрава России, Москва.



Contact*: Margarita A. Ershtein – 117997 Moscow, Russia, Profsojuznaja str., 86. E-mail: margarita.ershtein@gmail.com

Vladimir A. Solodky – academician of the Russian Academy of Sciences, doct. of med. sci., Professor, Director of the “Russian scientific center of radiology” Ministry of health of Russia, Moscow.

Elena V. Meskich – doct. of med. sci., Professor, head laboratory of x-ray radiological, ultrasonic and x-ray surgical technologies in mammology (Federal mammological center) of the research Department of early carcinogenesis, prevention, diagnosis and complex treatment of cancer of female reproductive organs of the “Russian scientific center of radiology” Ministry of health of Russia, Moscow.

Margarita A. Erstein – Junior researcher of the laboratory of radiological, ultrasound and x-ray surgical technologies in mammology (Federal mammological center) of the research Department of early carcinogenesis, prevention, diagnosis and treatment of cancer of female reproductive organs of the “Russian scientific center of radiology” Ministry of health of Russia, Moscow.

Antonina Yu. Kolesnik – cand. of med. sci., researcher at the laboratory of radiological, ultrasound and x-ray surgical technologies in mammology (Federal mammological center) of the research Department of early carcinogenesis, prevention, diagnosis and treatment of cancer of female reproductive organs of the of “Russian scientific center of radiology” Ministry of health of Russia, Moscow.

Elena A. Oksanchuk – cand. of med. sci., researcher of the laboratory of radiology and nuclear medicine, ultrasound and x-ray technologies 3 mammalogy (Federal breast center) research Department of early carcinogenesis, prevention, diagnosis and complex treatment of oncological diseases of female reproductive organs of the of “Russian scientific center of radiology” Ministry of health of Russia, Moscow.

Nikolay V. Nudnov – doct. of med. sci., professor of the of “Russian scientific center of radiology” Ministry of health of Russia, Moscow.

Поступила в редакцию 11.10.2018.
Принята к печати 13.11.2018.

Received on 11.10.2018.
Accepted for publication on 13.11.2018.