

Автоматическая сонотомография молочных желез (Automated Breast Volume Sonography) – новая методика диагностики рака

Гажонова В.Е.^{1,2}, Ефремова М.П.^{1,2}, Хлюстина Е.М.²,
Шатилова Е.В.², Кулешова Т.Н.², Лозоватор А.Л.²

¹ ФГБУ ДПО “Учебно-научный медицинский центр” Управления делами Президента РФ, Москва, Россия

² ФГБУ “Объединенная больница с поликлиникой” Управления делами Президента РФ, Москва, Россия

Automated Breast Volume Sonography – New Technology in Breast Cancer Diagnosis

Gazhonova V.E.^{1,2}, Efremova M.P.^{1,2}, Khlustina E.M.²,
Shatilova E.V.², Kuleshova T.N.², Lozovator A.L.²

¹ “Educational and Research Medical Center” Management Department of the President of Russian Federation, Moscow, Russia

² “United Hospital and Polyclinic” Management Department of the President of Russian Federation, Moscow, Russia

Цель исследования: провести изучение возможностей новой методики – сонотомографии (СТГ) в диагностике рака молочной железы (РМЖ) при сопоставлении данных с рентгеновской маммографией (РМГ).

Материал и методы. СТГ выполнена у 152 больных на аппарате ACUSON S2000 ABVS со специальным датчиком для автоматического сканирования 14L5BV с частотой 14 МГц. Двумя независимыми экспертами были оценены выявленные образования по классификации BIRADS, их топография, наличие симптома “лучистости”, микрокальцинации. Согласованность результатов оценивалась по шкале kappa. Верификация результатов исследования выполнялась при цитологическом и гистологическом исследованиях материала. Рассчитывалась диагностическая информативность СТГ.

Результаты. Были получены результаты о хорошей согласованности заключений обоих экспертов относительно классификации образований по BIRADS ($\kappa = 0,78$), низкая – для доброкачественных образований ($\kappa = 0,53$) и высокая – для злокачественных ($\kappa = 0,96$). Было показано, что симптом “лучистости”, характерный для РМЖ при РМГ, выявляется с помощью новой технологии и при СТГ, согласованность экспертов высокая ($\kappa = 0,85$). Встречаемость данного признака при РМЖ – 88,2%. На основании проведенного исследования чувствительность СТГ в диагностике РМЖ составила 87%, специфичность – 72%. Доказана высокая чувствительность и специфичность СТГ в диагностике РМЖ у больных с плотным типом молочных желез (С и D) – 100 и 96% соответственно.

Выводы. Методика СТГ наиболее эффективна у пациенток с плотным железистым фоном. СТГ-данные могут быть сопоставлены с данными РМГ, что позволяет

рекомендовать этот метод как уточняющий при выявленных теневых образованиях при РМГ.

Ключевые слова: автоматическая объемная сонография, сонотомография, маммография, рак молочной железы.

Aim. To study diagnostic capabilities of the new method Automated Breast Volume Sonography (ABVS) in the reference to mammography.

Materials and methods. ABVS were performed in 152 patients on ACUSON S2000 ABVS with a special transducer for automated scanning 14L5BV 14 MGz. All lesions were classified according to BIRADS classification, topography, presence of the retraction phenomenon, microcalcification by 2 experts independently. Inter-observer variability were classified under kappa value. All results were verified by cytological and pathomorphological examinations of the specimens. Diagnostic confidence of the ABVS were calculated.

Results. Interrater variability values were good for BIRADS classification ($\kappa = 0.78$), poor – for benign lesions ($\kappa = 0.53$), and excellent ($\kappa = 0.96$) for malignant. Retraction phenomenon that is seen by mammography in breast cancer also was specifically showed by ABVS, interobserver variability was high ($\kappa = 0.85$). This symptom was seen in 88.2% in breast cancer. Sensitivity and specificity of the ABVS in breast cancer diagnosis according to our results were 87% and 72%. High sensitivity and specificity was proved in the case with high density breasts (types C and D) – 100% and 96% respectively.

Resume. ABVS was highly effective in women with higher breast density. ABVS data can be compared with mammography data therefore could be recommended as



an adjunct to mammography in the cases of suspicious dense breast lesions.

Key words: automated breast volume sonography, sonotomography, mammography, breast cancer.

Введение

Разработка неинвазивных методов уточняющей диагностики образований молочных желез является приоритетным направлением в современной маммологии в связи с неуклонным ростом заболеваемости раком молочной железы (РМЖ). Как известно, выживаемость напрямую зависит от стадии заболевания. Показатели общей выживаемости больных с неинвазивным РМЖ при условии адекватного лечения приближается к 100%, тогда как 5-летняя выживаемость больных с IV стадией не превышает 10% [1–3].

Современная диагностика заболеваний молочных желез представляет собой комплекс методов, состоящий из клинического, лабораторного и лучевого обследования, а также методик интервенционной радиологии. Рентгеновская маммография (РМГ) на сегодняшний день является “золотым стандартом” скрининга РМЖ, поскольку это быстрый, недорогой, легко воспроизводимый, объективный, операторнезависимый метод, который позволяет выявлять доклинические формы рака [4]. Однако чувствительность маммографии в диагностике рака снижается до 30–48% при выраженном железистом фоне [5]. В связи с омоложением РМЖ и высокой частотой его диагностики

именно в рентгенологически плотных железах необходима альтернативная методика, которая может быть скрининговой у значительного количества женщин до 40 лет и у женщин с плотным железистым фоном.

Такой методикой может стать сонотомография (СТГ) молочных желез. В основе ее лежит автоматическое ультразвуковое сканирование, обеспечивающее объемное многоплоскостное изображение молочной железы с компьютерным анализом данных. Такие ультразвуковые изображения при СТГ могут быть сопоставлены с данными при маммографии. Автоматическое сканирование обеспечивает операторнезависимость, а стандартный алгоритм сканирования – воспроизводимость ультразвуковых данных, что важно для скрининга.

Первый опыт использования автоматической СТГ молочных желез (Automated Breast Volume Sonography – ABVS) в мире показал обнадеживающие результаты [6–8]. В России эта технология пока только апробируется и поэтому еще недостаточно изучена.

Цель исследования

Изучение возможностей СТГ в диагностике рака молочной железы и их сопоставление с РМГ.

Материал и методы

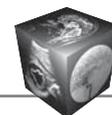
Обследованы 152 специально отобранных больных (142 женщины и 10 мужчин), согласившихся пройти дополнительно СТГ молочных желез

Для корреспонденции: Гажонова Вероника Евгеньевна – 121359, Россия, Москва, ул. Маршала Тимошенко, 17-2-244. Тел.: +7-499-147-83-41 (раб.). E-mail: vx969@yandex.ru

Гажонова Вероника Евгеньевна – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБУ ДПО “Учебно-научный медицинский центр” Управления делами Президента РФ, Москва, Россия; заведующая кабинетом УЗ-ангиографии, врач ультразвуковой диагностики ФГБУ “Объединенная больница с поликлиникой” Управления делами Президента РФ, Москва, Россия; **Ефремова Мария Петровна** – заочный аспирант кафедры лучевой диагностики ФГБУ ДПО “Учебно-научный медицинский центр” Управления делами Президента РФ, Москва, Россия; врач ультразвуковой диагностики ФГБУ “Объединенная больница с поликлиникой” Управления делами Президента РФ, Москва, Россия; **Хлюстина Елена Михайловна** – канд. мед. наук, заведующая хирургическим отделением поликлиники ФГБУ “Объединенная больница с поликлиникой” Управления делами Президента РФ, Москва, Россия; **Шатилова Екатерина Валерьевна** – врач-хирург отделения хирургии поликлиники ФГБУ “Объединенная больница с поликлиникой” Управления делами Президента РФ, Москва, Россия; **Кулешова Татьяна Николаевна** – врач хирург-онколог отделения хирургии поликлиники ФГБУ “Объединенная больница с поликлиникой” Управления делами Президента РФ, Москва, Россия; **Лозоватор Александр Леонидович** – канд. мед. наук, заведующий патологоанатомическим отделением ФГБУ “Объединенная больница с поликлиникой” Управления делами Президента РФ, Москва, Россия.

Contact: Gazhonova Veronika Yevgenyevna – 121359, Russia, Moscow, Marshala Timoshenko str., 17-2-244. Phone: +7-499-147-83-41 (work). E-mail: vx969@yandex.ru

Gazhonova Veronika Yevgenyevna – doct. of med. sci., professor, Professor Radiology Chair of “Educational and Research Medical Center” Management Department of the President of Russian Federation, Moscow, Russia; Head of US-angiography of “United Hospital and Policlinic” Management Department of the President of Russian Federation, Moscow, Russia; **Efremova Maria Petrovna** – Postgraduate traineeship of “Educational and Research Medical Center” Management Department of the President of Russian Federation, Moscow, Russia; US-specialist, surgeon in outpatient surgery department of “United Hospital and Policlinic” Management Department of the President of Russian Federation, Moscow, Russia; **Khlyustina Helena Mikhaylovna** – cand. of med. sci., Head of outpatient surgery department of “United Hospital and Policlinic” Management Department of the President of Russian Federation, Moscow, Russia; **Shatilova Yekaterina Valeryevna** – surgeon of outpatient surgery department of “United Hospital and Policlinic” Management Department of the President of Russian Federation, Moscow, Russia; **Kuleshova Tatyana Nikolayevna** – surgeon-oncologist of outpatient surgery department of “United Hospital and Policlinic” Management Department of the President of Russian Federation, Moscow, Russia; **Lozovator Alexander Leonidovich** – cand. of med. sci., Head of histopathomorphological department of “United Hospital and Policlinic” Management Department of the President of Russian Federation, Moscow, Russia.



Распределение образований по классификации BIRADS 3, 4, 5 в зависимости от типа железы

Классификация BIRADS	Тип железы				Итого
	A	B	C	D	
BIRADS 3	0	11	13	4	28
BIRADS 4	4	5	2	0	11
BIRADS 5	2	4	7	2	15
Всего	6	20	22	6	54
%	47		53		100

по нашей программе на аппарате ACUSON S2000 ABVS фирмы Siemens. В возрасте до 40 лет была обследована 31 (21,8%) пациентка. Причиной обращения были болевой синдром, уплотнения в груди. У 7 из них была выполнена маммография. В возрасте после 40 лет обследовано 111 пациенток. 73 (65%) из них были направлены на дообследование в связи с выявленными теневыми образованиями, выраженным плотным железистым фоном, диффузной мастопатией.

Алгоритм исследования включал в себя несколько этапов:

- автоматический сбор 3D-информации (собственно СТГ);
- обработка 3D-данных на рабочей станции (сопоставление соответствующих серий 3D контралатеральных сторон);
- сопоставление результатов с данными маммографии;
- формирование окончательного протокола (определение классификации по BIRADS).

СТГ проводили на аппарате ACUSON S2000 ABVS со специальным датчиком для автоматического сканирования, укрепленным на стойке с подвижной рукояткой (таблица). Датчик 14L5BV Siemens – максимальная частота 14 МГц, средняя частота сканирования 10 МГц, ширина поля сканирования 15,4 см, длина поля сканирования 16,8 см. Продолжительность 1 автоматического сканирования составляла 55–65 с, что позволяло получить около 300 срезов высокого разрешения для последующей компьютерной обработки. В среднем на каждую пациентку выполнялось 6–8 3D-сканов (3–4 среза каждой железы) по усовершенствованной нами технике сбора информации и укладкам для СТГ [7]. У всех женщин производили 3 обязательных среза, которые позволяли наиболее полно охватить всю железу и обеспечивали сопоставимость с маммографией: коронарный – уникальный сонотомографический срез, боковой (латеромедиальный или медиолатеральный) и прямой (верхненижний или нижневерхний), сопоставимые с маммографическими боковым и прямыми срезами соответственно. Технические параметры сканирования были подробно описаны нами ранее [7].

Собранная информация представлялась на экране в виде массива срезов, которые можно было просмотреть послойно для контроля качества собранной информации и полноты собранных данных. Завершив сбор 3D-информации, все данные пересылали на рабочую станцию (Breast ultrasound review workstation) для более углубленного изучения и формирования окончательного протокола.

Собранный объем обрабатывался в любых произвольных плоскостях и срезах, создавались сопоставимые с РМГ сонотомограммы молочных желез, проводились топографические измерения в автоматическом режиме, установкой курсора на интересующем объекте. Компьютерный анализ на рабочей станции включал в себя оценку структуры железы, железистого типа, патологических образований. Все образования оценивались по локализации в соответствии с условным циферблатом и по глубине и сопоставлялись с данными РМГ. Анализ СТГ-характеристик узловых образований включал описание контуров, структуры, экзогенности, капсулы, наличие симптома “ретракции связок” или “лучистости”, характерной для РМЖ, симметричность структурных изменений правой и левой молочных желез. При наличии симптома “лучистости” признак оценивался по его наличию или отсутствию во всех выполненных срезах железы при СТГ и по степени его выраженности (по шкале 1–3). Современная интерпретация результатов любого маммологического исследования завершалась классификацией образований или выявленных изменений по BIRADS. Рабочая станция (Breast ultrasound review workstation) предоставляла возможность сформировать протокол автоматически, нажав на соответствующую функцию в рабочем окне. Все данные автоматически отправлялись в протокол. Количество маркированных образований не ограничивалось программой.

Также проводили сопоставление выявленных изменений с рентгеновскими маммограммами. Маммографию выполняли на аппарате Mammomat Inspiration Siemens. Сохраненные наиболее информативные СТГ-срезы сравнивались со срезами при РМГ. Для этого использовались программа навигации, разработанная для лучевых изображений в формате DICOM, и более доступные программы Office для Windows (Power Point и др.).

Верификацию результатов исследования выполняли при цитологическом и гистологическом исследованиях материала, полученного с помощью пункционной биопсии и трепан-биопсии, а также по результатам патоморфологического исследования гистологического материала после проведенных операций.



Рассчитывали диагностическую информативность СТГ – показатели чувствительности и специфичности по соответствующим формулам.

Все сохраненные объемные данные были ретроспективно проанализированы двумя специалистами по ультразвуковой диагностике с различным врачебным стажем: более 15 лет и до 5 лет. Специалистами были оценены образования по классификации BIRADS, их локализация, наличие симптома “лучистости”. Согласованность результатов двух исследователей оценивалась по шкале каппа. При κ более 0,85 констатировался хороший результат, менее 0,85, но более 0,7 – удовлетворительный, менее 0,7 – плохой.

Результаты

У 152 пациентов всего было выявлено 104 образования. В половине случаев – 54 из 104 выявленных образований были классифицированы как BIRADS 3, 4, 5 по данным СТГ и РМГ (см. таблицу).

Гистологически все образования были представлены: внутрипротоковый рак *in situ* – 1 случай, инвазивный дольковый рак – 1, инвазивный внутрипротоковый рак – 12, скirrosная карцинома с инфильтративным ростом – 1, инвазивная криброзная карцинома – 1, скirrosная карцинома – 1, фиброаденома – 75, локальный фиброз – 7, стадия пролиферации протокового эпителия – 5.

В 53% случаев патологические образования были выявлены у женщин с рентгенологически плотными железами С и D. Согласованность заключений обоих экспертов относительно классификации образований по BIRADS составила совокупно $\kappa = 0,78$ – удовлетворительный результат. По группам отдельно: для доброкачественных образований ($\kappa = 0,53$) – плохой результат, для злокачественных образований ($\kappa = 0,96$) – высокий.

Частота случаев рака среди образований BIRADS 3–5 у женщин с плотными железами С и D по данным СТГ составила 64%. Из 152 пациентов РМЖ выявлен у 17 пациентов, при этом в половине из них он был непальпируемым. В 6 случаях в анамнезе у пациенток был длительный прием комбинированных оральных контрацептивов или проводилась заместительная гормонотерапия. В 2 случаях был мультифокальный рост опухоли, в 1 – мультицентрический, в 2 случаях рак был выявлен на фоне гинекомастии у мужчин. Возраст больных, у которых был выявлен РМЖ, варьировал от 38 до 55 лет (в среднем $55,8 \pm 8,7$ года). В 2 случаях рак был выявлен у пациенток в репродуктивный период. Частота встречаемости РМЖ в зависимости от железистого типа в нашей работе составила 16, 33, 39 и 12% при типах А, В, С, D соответственно.

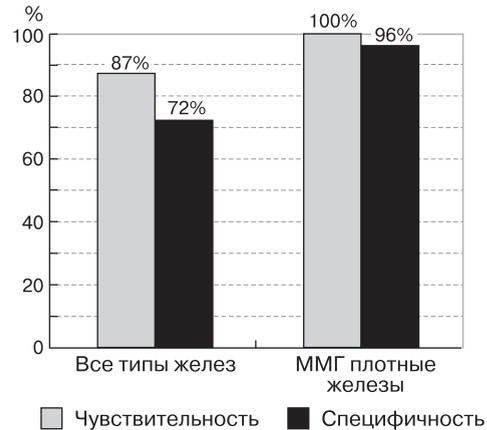


Рис. 1. Информативность СТГ в выявлении РМЖ в зависимости от плотности железистой ткани.

Типичные теневые узловые формы рака были выявлены в 6 случаях, опухолевая зона была представлена скоплениями микрокальцинатов в 3 случаях, гипоехогенные узлы нетеневые типа звездчатой или овальной формы с отсутствием четких контуров определяли в 7 случаях.

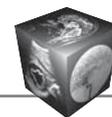
Размеры опухолей в 64% случаев (11/17) не превышали 1 см, в 36% (6/17) были менее 2 см. Наименьшее образование, выявленное при СТГ, имело размеры 0,4 см.

Локализация образований: в верхненаружном квадранте были выявлены 64% образований, в нижненаружном – 21%, в верхневнутреннем – 6%, в нижневнутреннем – 9%. Согласованность заключений экспертов относительно локализации образований высокая $\kappa = 0,96$.

Симптом “лучистости”, или феномен “ретракции связок”, характерный для РМЖ при РМГ, также выявлялся и при СТГ. Этот признак при СТГ был выявлен в 11% случаев: в 88,2% случаев при РМЖ и в 11,8% при послеоперационном рубце после секторальной резекции и операции по поводу мастита. Согласованность обоих исследователей в отношении симптома “лучистости” была высокая, коэффициент κ более 0,85.

Рак в виде скопления микрокальцинатов встречался в 2 случаях. Для уточнения диагноза обе пациентки были направлены на СТГ после РМГ. В обоих случаях микрокальцинаты были отчетливо видны как гиперэхогенные точечные включения при трехмерном послойном анализе на фоне гипоехогенного узлового образования. Размеры опухоли в первом случае составили $0,9 \times 0,6 \times 0,7$ см, во втором – $1,5 \times 0,8 \times 1,3$ см.

Совокупно чувствительность СТГ составила 87%, специфичность – 72% в диагностике РМЖ. В отдельно взятой подгруппе больных с рентгенологически плотным типом молочных желез С и D



чувствительность СТГ в диагностике РМЖ составила до 100%, а специфичность – 96% (рис. 1). Чувствительность РМГ в этой подгруппе больных составила в диагностике РМЖ всего 67%, специфичность – 72%.

Обсуждение

Идеи создания автоматического трехмерного УЗИ молочных желез, позволяющего снизить операторзависимость, относятся еще к 70-м годам прошлого века [9]. Однако только в последние годы экспертам концерна Siemens удалось разработать инновационную систему Acuson S2000 ABVS с датчиком для автоматического объемного сканирования молочных желез. 3D-визуализация позволяет тщательно осмотреть срезы ткани молочной железы, от кончика соска до грудной стенки, что может быть очень полезно для диагностики или планирования хирургических вмешательств. До недавнего времени такие возможности диагностики невозможно было себе даже представить.

В первых работах, посвященных методике СТГ, были получены, с одной стороны, многообещающие, а с другой стороны, неоднозначные данные при РМЖ: при абсолютно высокой чувствительности – 100%, отмечалась ограниченная точность метода – 66% и сомнительная специфичность – 52,8% [10, 11]. В США и Канаде этот метод активно позиционируется как скрининговый у женщин вне группы риска по раку груди. В Европе считают, что его наиболее оптимально проводить у женщин с уже выявленными образованиями в группе BIRADS 3, 4, 5 не только для топографической их оценки, но и для исключения или подтверждения признаков малигнизации.

Американский колледж сети радиологических изображений (ACRIN) опубликовал результаты исследования 6666 женщин, при котором сочетанное применение двух методик – РМГ и 3D-УЗИ позволило выявить больше опухолей у женщин с факторами риска РМЖ и плотной железистой тканью. Данная программа показала, что подключение к скринингу дополнительно 3D-УЗИ повышает чувствительность выявления опухолей до 77,5% [12]. В публикации группы российских исследователей (2014), которые провели испытание системы у 97 пациентов, чувствительность метода автоматизированного сканирования в выявлении патологии молочных желез составила 100%, специфичность – 40%, диагностическая точность – 88% [6].

В выявлении РМЖ коэффициент различий ($\kappa = 80$) между заключениями нескольких независимых экспертов достаточно высок, тогда как при доброкачественных образованиях – низкий ($\kappa = 0,18$). Вероятность пропуска раковой опухоли

при этом методе очень низкая [13–17]. Таким образом, если на основании данных СТГ делать заключение только о том, является ли таковое образование раковым, то методика СТГ обладает высокой чувствительностью – 83–100%. При проведении СТГ только в специально отобранной группе женщин, например с типом образований BIRADS 4 и 5, специфичность и точность метода в выявлении рака может быть максимально высокой. В нашей работе мы также применили эту методику, исследуя 152 пациента с 104 образованиями BIRADS 3, 4 и 5. Чувствительность СТГ в диагностике РМЖ составила 87%, специфичность – 72%, что согласуется с данными других исследователей.

Такую высокую чувствительность обеспечивает методика СТГ за счет выявления феномена “лучистости” на фронтальном срезе. До эры 3D-УЗИ молочных желез увидеть этот феномен с помощью обычной технологии 2D-УЗИ не представлялось возможным. Различные помехи при механическом сборе 3D-данных также не позволяли в полной мере его выявить и оценить значимость этой находки для УЗИ в диагностике РМЖ. Этот симптом, согласно публикациям X. Lin и соавт., обладает 100% специфичностью, чувствительностью 80%, точностью 91,4% в дифференциации доброкачественных и злокачественных образований [13]. Именно этот феномен “ретракции связок” наряду с микрокальцинатами позволяет выявить признаки злокачественности образования при РМГ и установить диагноз рака.

В нашем исследовании симптом “лучистости”, или феномен “ретракции связок”, при СТГ был выявлен в 88,2% случаев при РМЖ. Согласованность обоих исследователей в отношении симптома “лучистости” была высокая, коэффициент κ более 0,85. Размеры опухолевого узла не влияли на степень выраженности этого симптома. Даже в узле, размеры которого не превышали 6 мм, при СТГ отмечался симптом “лучистости” (рис. 2). Надо сказать, что при учете этого феномена в ряде случаев имеет место гипердиагностика РМЖ. Ошибочные заключения в нашем исследовании были сделаны у пациенток с послеоперационным рубцом после секторальной резекции и операции по поводу мастита, у которых также был выявлен этот симптом. Но в отличие от РМЖ при послеоперационном рубце этот симптом при СТГ выявляется только в одной проекции, тогда как в других четко видна линия рубца (рис. 3). Это потенциально можно применить для дифференциальной диагностики двух различных по природе процессов.

Внутрипротоковая карцинома *in situ* может проявляться лишь очагами микрокальцификации, ко-

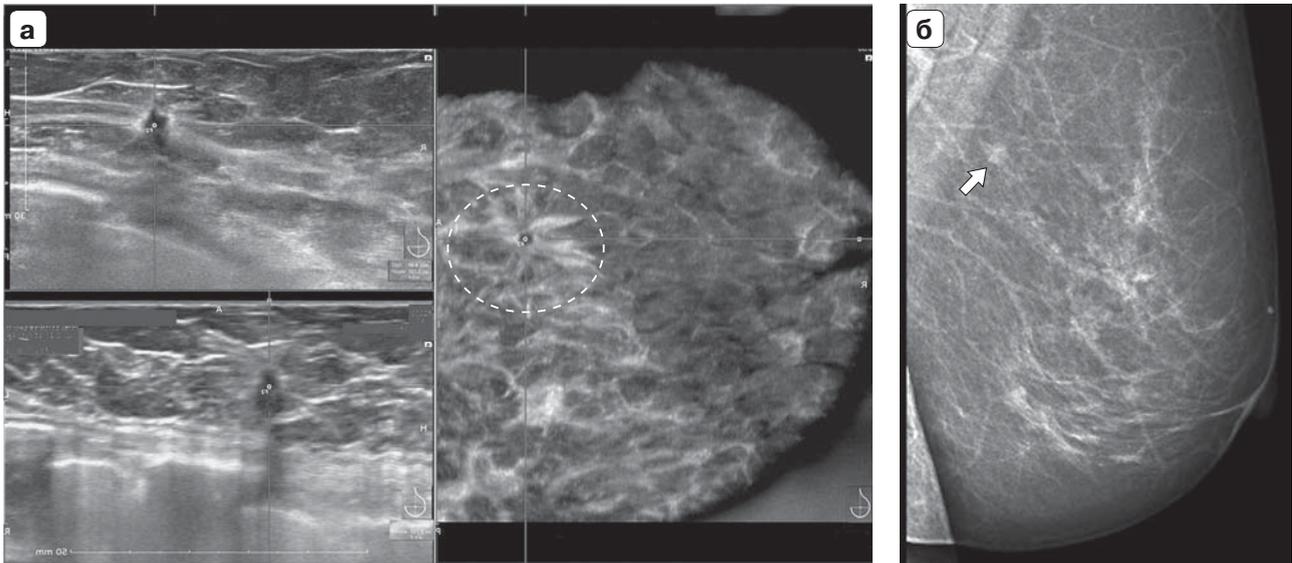


Рис. 2. Инвазивный протоковый рак левой молочной железы в зоне аксиллярного отростка, при двух методах исследования образования топографически расположены идентично. а – сонотограмма, выполненная при боковом доступе. Многоплоскостной срез: фронтальный, продольный и поперечный через образование. Феномен “лучистости” при инвазивном раке хорошо виден при СТГ на фронтальном срезе (большой круг пунктирной линией). Опухоль размерами 4 × 6 мм обозначена малым кружком; б – рентгеновская маммограмма, косой боковой снимок. Тяжистое уплотнение в зоне аксиллярного отростка (стрелка).

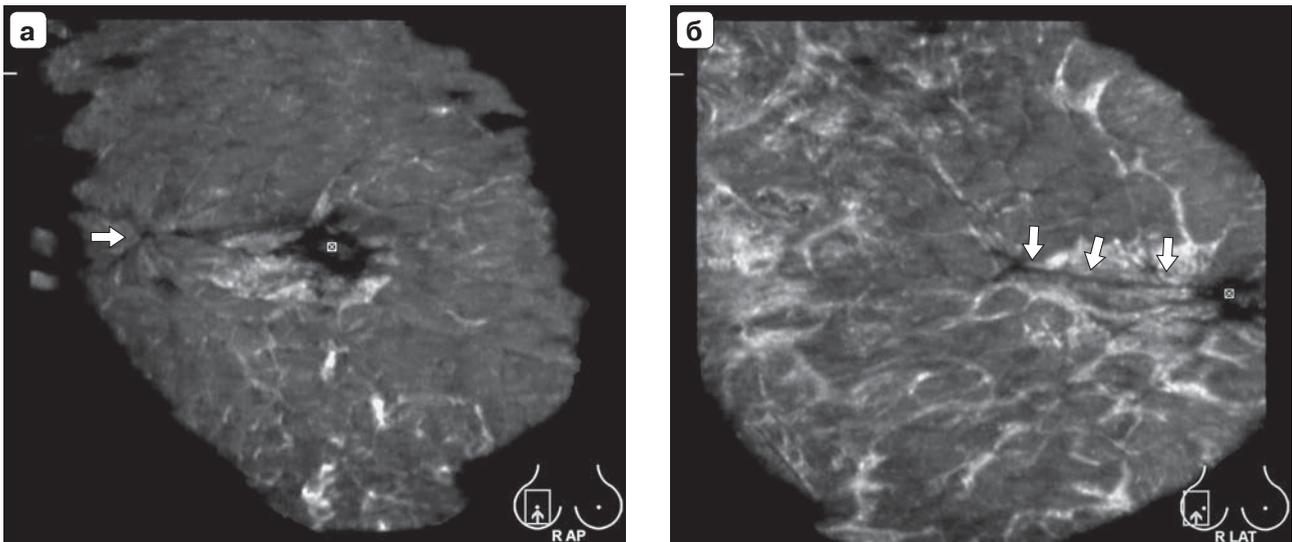


Рис. 3. Послеоперационный рубец правой молочной железы. Секторальная резекция по поводу РМЖ справа (в анамнезе). а – сонотограмма. Фронтальный срез. На границе наружных квадрантов справа выявлено образование с эффектом “лучистости” (стрелка); б – сонотограмма. Боковой срез через образование и сосковую зону. Видны гипозоногенная линия от сосковой зоны к образованию, послеоперационный рубец (стрелки).

торые видны при РМГ. Чем больше определяется микрокальцинатов на ограниченном участке, тем выше вероятность злокачественного образования. При УЗИ трудно визуализировать очаги микрокальцинации. Однако с помощью высокочастотных датчиков более 10 МГц можно добиться достаточно высокого разрешения для визуализации сгруппированных микрокальцинатов. Рабочая час-

тота сканирования датчика для СТГ – 14 МГц, что позволяет визуализировать микрокальцинаты. В нашем исследовании рак в виде скопления микрокальцинатов был выявлен только у 2 пациенток. И в каждом случае при УЗИ опухоль была представлена малозаметным при обычном УЗИ узлом. Микрокальцинаты были отчетливо видны при СТГ как гиперэхогенные точечные включения

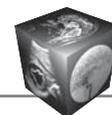
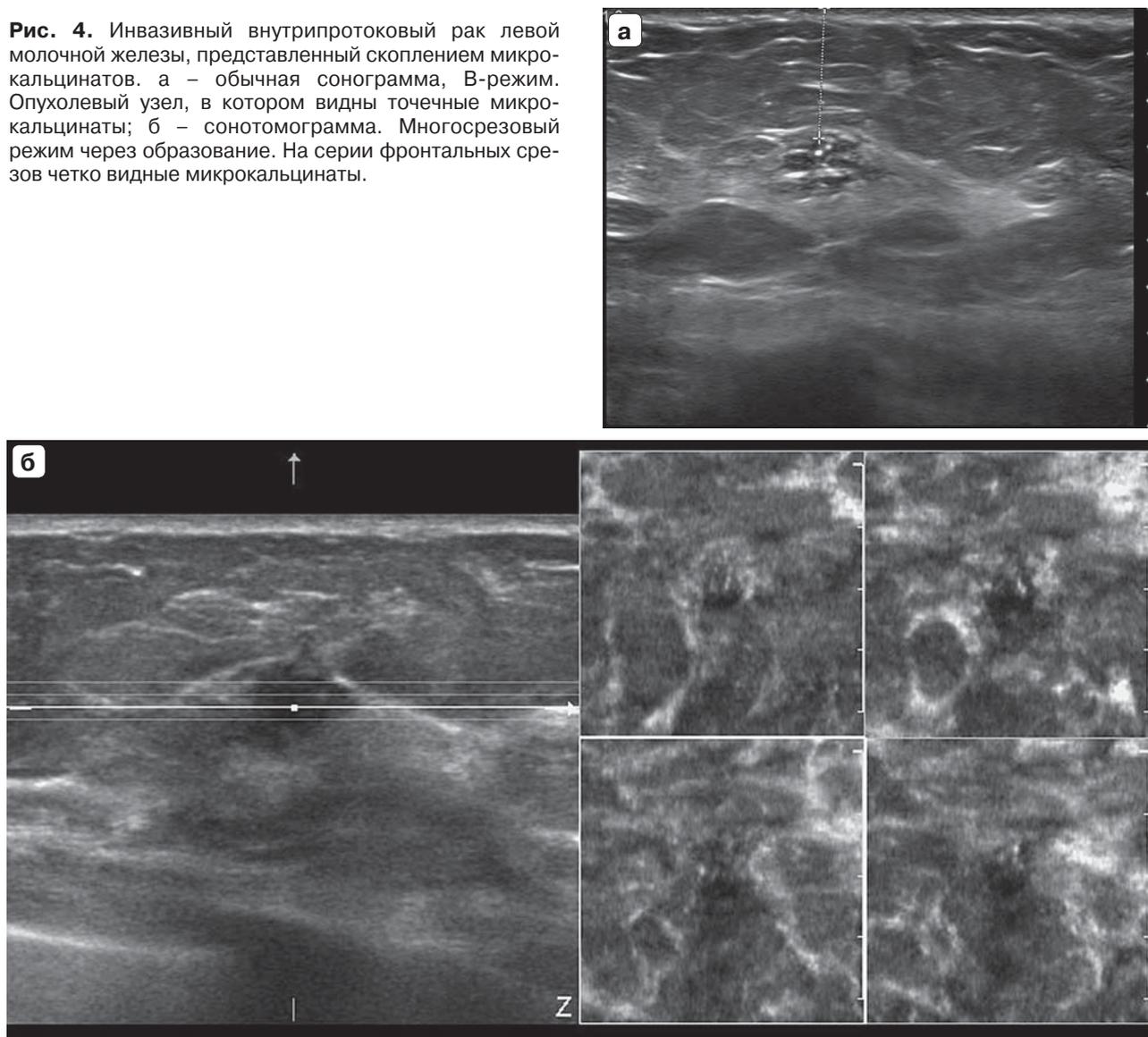


Рис. 4. Инвазивный внутрипротоковый рак левой молочной железы, представленный скоплением микрокальцинатов. а – обычная сонограмма, В-режим. Опухолевый узел, в котором видны точечные микрокальцинаты; б – сонотомограмма. Многосрезовый режим через образование. На серии фронтальных срезов четко видны микрокальцинаты.



при трехмерном послойном анализе срезов на фоне гипозоногенного узлового образования (рис. 4). Размеры опухоли не влияли на выявление микрокальцинатов. Малое число этих случаев пока не позволяет делать какие-либо выводы, и требуются дополнительные исследования на большей выборке больных для уточнения этих данных.

РМЖ нередко представляет собой мультицентричный или мультифокальный процесс. При подозрении на мультицентричность опухоли, помимо маммографии, иногда дополнительно применяется МРТ. СТГ за счет полноформатного представления молочной железы также позволяет определить характер роста опухоли. Используя комплексный подход при УЗИ, поиск мультифокальных и мультицентрических опухолей становится проще. Соноэластография определяет подозритель-

ные зоны с эффектом высокой плотности, а СТГ выявляет эффект “лучистости”, что помогает поиску дополнительных опухолевых узлов за счет полноформатного изображения молочной железы. Мультифокальный рост опухоли в нашей работе был выявлен в 2 случаях. В первом случае симптом “лучистости” был не выражен, но другие ультразвуковые характеристики узлов: высокая плотность при соноэластографии, нечеткость контуров, гипозоногенность и звездчатость при СТГ с отсутствием капсулы, указывали на признаки злокачественности, что было подтверждено полностью при операции (рис. 5).

РМЖ является общепризнанным “золотым стандартом” для оценки структуры и плотности молочных желез. При УЗИ на фоне жировой инволюции не всегда удается на раннем этапе выявить

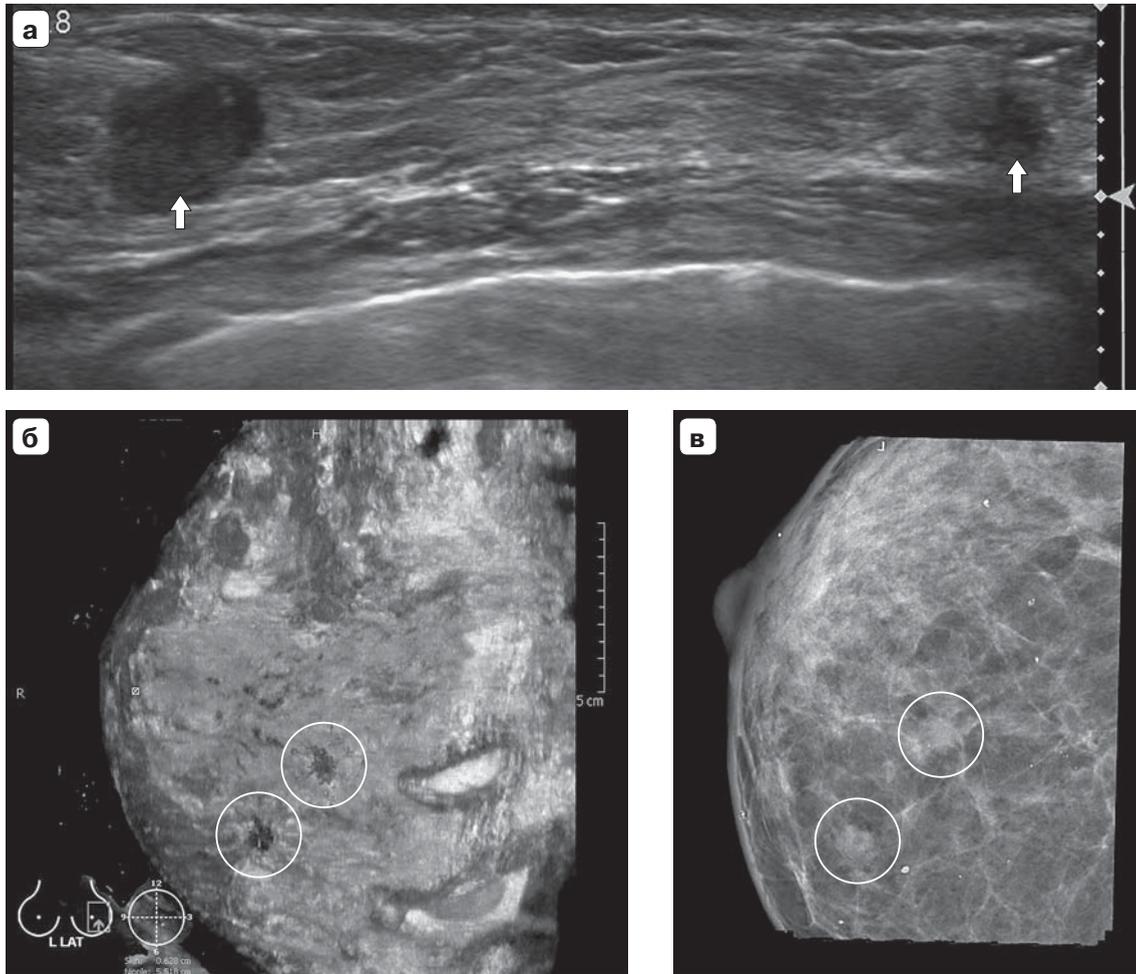


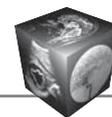
Рис. 5. Мультифокальный рак левой молочной железы. Инвазивный дольковый рак. а – обычная сонограмма, В-режим. В структуре железистой ткани видны 2 гипоехогенных образования, размер минимального 4 мм, более крупного 6 мм, стрелки; б – сонотомаграмма. Боковой срез через сосковую зону. Видны 2 гипоехогенных образования со слабым эффектом “лучистости”, обведены кругами; в – рентгеновская маммограмма, косой боковой срез. Теневые образования на фоне плотной железистой ткани, обведены кругами.

структурные изменения за счет отсутствия выраженного контраста между опухолью и жировой тканью [5]. В своей работе мы также столкнулись с трудностями интерпретации ультразвуковых данных у пациенток с жировой инволюцией. В 2 случаях по данным СТГ рак был ошибочно классифицирован как образования BIRADS 2. Эти случаи включали 2 женщин с типом желез А, на фоне жировой инволюции и макромастии. При этом РМГ точно классифицировала эти случаи как образования BIRADS 5. Поэтому применение СТГ имеет свои ограничения у женщин с жировой инволюцией.

При высокой плотности железистой ткани чувствительность РМГ в выявлении РМЖ снижается в половину [4]. В нашем исследовании также было подтверждено, что чувствительность РМГ снижается у пациенток с плотным железистым фоном.

У группы больных с рентгенологически плотным типом молочных желез С и D чувствительность РМГ в диагностике РМЖ составила всего 67%, специфичность – 72%. РМГ классифицировала 5 случаев рака, как образования BIRADS 3 в 2 случаях и BIRADS 4 – в 3. Во всех этих случаях рак был у пациенток с железистыми типами В, С, D. Чувствительность СТГ у этих больных составила 100%, а специфичность – 96%. По нашим данным, методика СТГ наиболее эффективна у пациенток с плотным железистым фоном. Наши данные согласуются с данными других исследователей, которые также считают, что УЗИ – метод, выявляющий рак на ранних стадиях при плотной молочной железе [18].

К сожалению, мало работ посвящено совпадению заключений по классификации по BIRADS выявленных находок в груди по данным СТГ



и 2D-УЗИ. В 2011 г. Н. J. Shin и соавт. исследовали 55 женщин со 145 образованиями молочных желез [12]. При этом в качестве экспертов выступали 5 независимых радиологов, выявивших от 74 до 88% образований при относительно удовлетворительном коэффициенте корреляции по классификации данных по BIRADS ($\kappa = 0,63$). По данным недавней публикации М. Golatta и соавт., где анализировали 84 сонотомографических исследования молочных желез у 42 женщин шестью экспертами по лучевой диагностике, коэффициент согласованности заключений по классификации BIRADS составил всего $\kappa = 0,35$ [17]. А в публикации S. Wojcinski и соавт. этот коэффициент составил всего 0,27 [11].

Несмотря на очевидные преимущества СТГ, к сожалению, метод имеет свои ограничения. Многими исследователями отмечена невозможность с помощью СТГ осмотреть аксиллярную область в объемном режиме [19]. Это ограничивает возможности использования СТГ при скрининге. Известно, что в ряде случаев одним из проявлений РМЖ на сонограмме является увеличенный или измененный лимфатический узел в аксиллярной области, кроме того, встречается рак в добавочных долях молочной железы, располагающихся в аксиллярных областях. Поэтому в ряде работ рекомендовано при подозрении на рак на основании данных СТГ дополнительно провести сканирование аксиллярных областей [12, 13, 19]. Мы встретились со случаем ложноотрицательной диагностики мультифокального РМЖ, который локализовался в аксиллярном отростке. При ретроспективном просмотре всего сохраненного массива ультразвуковых данных опухоль находилась вне сканирующего поля вследствие невозможности полного охвата аксиллярного отростка при объемном сканировании. При этом стандартная схема осмотра 2D-УЗИ с ультразвуковой ангиографией, соноэластографией и осмотром аксиллярных областей позволила четко выявить мультифокальный рост опухоли. Избежать таких ложноотрицательных случаев поможет осмотр пациента первоначально по стандартной схеме: 2D-УЗИ и осмотр аксиллярных областей – на первом этапе при поиске РМЖ и СТГ – на втором этапе.

Кроме того, в работе S. Isobe и соавт. (2011) указывалось на определенные трудности при сканировании ретроареолярной области и при макромастии, несмотря на технические усовершенствования при СТГ. Поэтому часть областей железы, например боковые отделы, не получают должной визуализации и полноты охвата при СТГ. Это снижает диагностические возможности СТГ при сравнении с обычным 2D-УЗИ [20].

Технология СТГ, несмотря на высокую чувствительность, обладает низкой специфичностью с высоким числом ложноположительных заключений. Для снижения числа ложноположительных заключений мы рекомендуем использовать полный диагностический ультразвуковой комплекс. Как уже отмечалось, это 2D-УЗИ на первом этапе с дополнительными опциями анализа кровоснабжения опухоли и оценки его плотности, а на втором этапе – СТГ для выявления микрокальцинатов и эффекта “лучистости”. Это в свою очередь немного увеличивает продолжительность УЗИ молочных желез, но при этом повышается специфичность исследования. В плане будущего широкого клинического применения методики СТГ для диагностики рака груди обнадеживает относительно малое число ложноотрицательных случаев, о чем свидетельствуют многочисленные работы [12–19].

Заключение

Основным показанием к проведению СТГ, на наш взгляд, должна стать плотная железистая ткань (тип C и D), выявленная при маммографии. Кроме того, метод СТГ следует применять в дополнение к маммографии в неясных диагностических случаях или при выявленных при маммографии уплотнениях, сгруппированных микрокальцинатах. При этом проводится топографическая диагностика, когда выявленные изменения при маммографии в соответствующих проекциях находят на сонотомографических срезах. И наоборот, выявленные изменения при СТГ проецируют на маммограмму, определяя рентгенографические характеристики образований. С учетом автоматизации и стандартизации СТГ метод предоставляет неограниченные возможности при мониторинге доброкачественных изменений. За счет минимального сжатия груди во время исследования обеспечивается более высокий уровень комфорта для пациентов в сравнении с традиционными маммографическими системами при имплантах молочных желез. Одним из несомненных преимуществ методики СТГ перед другими лучевыми методами: маммографией и МРТ является то, что снимки при СТГ получают в положении пациентки лежа на спине, при котором и проводятся операции на молочных железах. Поэтому фронтальные срезы можно использовать при планировании операций. Эти снимки наиболее понятны для интерпретации не только рентгенологам, но и хирургам. Автоматизация, применяемая при СТГ, позволяет объективизировать данные УЗИ и сокращает время обследования пациентов. Это может обеспечить значительные преимущества и возможности экономии, особенно в программах скринин-



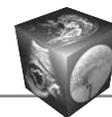
гового обследования, при которых необходимо осмотреть значительный поток пациентов.

Список литературы

1. Аксель Е.М. Злокачественные новообразования молочной железы: состояние онкологической помощи, заболеваемость и смертность. Маммология. 2006; 1: 9–13.
2. Злокачественные новообразования в России в 2012 году (заболеваемость и смертность). Сборник; Под ред. В.И. Чиссова, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена Минздравсоцразвития России, 2012. 256 с.
3. Чиссов В.И., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России (Заболеваемость и смертность). М.: Центр информ. техн. и эпидемиол. исследований в области онкологии, 2012. 262 с.
4. Рожкова Н.И. Лучевая диагностика в маммологии: Руководство для врачей. М.: СпецИздат, 2014. 128 р.
5. Корженкова Г.П. Комплексная рентгено-сонографическая диагностика заболеваний молочной железы. М.: СТРОМ, 2004. 123 с.
6. Якобс О.Э., Рожкова Н.И., Мазо М.Л. и др. Опыт использования виртуальной сонографии молочной железы. Вестник рентгенологии и радиологии. 2014; 1: 23–32.
7. Гажонова В.Е., Бачурина Е.М., Хлюстина Е.М. и др. Автоматическая сонотомография молочных желез (3D ABVS). Часть 1. Интеграция УЗ-метода в радиологические стандарты томографии. Поликлиника. 2014; 3: 42–48.
8. Гажонова В.Е., Бачурина Е.М., Хлюстина Е.М. и др. Автоматическая сонотомография молочных желез (3D ABVS). Часть 2. Клиническое применение сонотомографии в диагностике рака молочных желез. Поликлиника. 2014; 5 (2): 33–41.
9. Matur V.G., Zusmer N.R., Gilson A.J., et al. Ultrasound of the whole breast utilizing a dedicated automated breast scanner. Radiology. 1980; 137: 457–463.
10. Tozaki M., Isobe S., Yamaguchi M. et al. Optimal scanning technique to cover the whole breast using an automated breast volume scanner. Jap. J. Radiol. 2010; 28: 325–328.
11. Wojcinski S., Farrokh A., Hille U. et al. The automated breast volume scanner (ABVS): initial experiences in lesion detection compared with conventional handheld B-mode ultrasound: a pilot study of 50 cases. Int. J. Women's Health. 2011; 13: 337–346.
12. Shin H.J., Kim H.H., Cha J.H. et al. Automated ultrasound of the breast for diagnosis: interobserver agreement on lesion detection and characterization. Am. J. Roentgenol. 2011; 13 (3): 747–754.
13. Lin X., Wang J., Han F. et al. Analysis of eighty-one cases with breast lesions using automated breast volume scanner and comparison with handheld ultrasound. Eur. J. Radiol. 2012; 13 (5): 873–878.
14. Wang H.Y., Jiang Y.X., Zhu Q.L. et al. Differentiation of benign and malignant breast lesions: a comparison between automatically generated breast volume scans and handheld ultrasound examinations. Eur. J. Radiol. 2012; 13 (11): 3190–3200.
15. Wang Z.L., Xu J.H., Li J.L. et al. Erratum to: comparison of automated breast volume scanning to hand-held ultrasound and mammography. Radiol. Med. 2012; 13 (8): 1443.
16. Wang Z.L., Xw J.H., Li J.L. et al. Comparison of automated breast volume scanning to hand-held ultrasound and mammography. Radiol. Med. 2012; 13 (8): 1287–1293.
17. Golatta M., Franz D., Harcos A. et al. Interobserver reliability of automated breast volume scanner (ABVS) interpretation and agreement of ABVS findings with hand held breast ultrasound (HHUS), mammography and pathology results. Eur. J. Radiol. 2013; 13 (8): 332–336.
18. Corsetti J., Ferrari A., Ghirardi M. et al. Role of ultrasonography in detecting mammographically occult breast carcinoma in women with dense breasts. Eur. J. Cancer. 2008; 44: 539–544.
19. Tozaki M., Fukuma E. Accuracy of determining preoperative cancer extent measured by automated breast ultrasonography. Jap. J. Radiol. 2010; 13 (10): 771–773.
20. Isobe S., Tozaki M., Yamaguchi M. et al. Detectability of breast lesions under the nipple using an automated breast volume scanner: comparison with handheld ultrasonography. Jap. J. Radiol. 2011; 13 (5): 361–365.

References

1. Axel E.M. Malignant lesions of the breast: position of the oncological department, incidence and death rates. Mammology. 2006; 1: 9–13. (In Russian)
2. Malignant lesions in Russian Federation in 2012 (incidence and death rates). M.: "MNIIOI" P.A. Gertsena Minzdravsocrazvitia RF, 2012. 256 p. (In Russian)
3. Chisov V.I., Starinsky V.V., Petrova G.V. Malignant lesions in Russian Federation (incidence and death rates). M.: Center of information technical and epidemiological research in oncology, 2012. 262 p. (In Russian)
4. Rozhkova N.I. Radiology of the breast. Practical guide for doctors. M.: Speclzdat, 2014. 128 p. (In Russian)
5. Korzhenkova G.P. Complex X-ray and ultrasound diagnostics of breast diseases. M.: STROM. 2004. 23 p. (In Russian)
6. Yakobs O.E., Rozhkova N.I., Mazo M.L. et al. Practical use of virtual sonography of the breast. Vestnik rentgenologii and radiologii. 2014; 1: 23–32. (In Russian)
7. Gazhonova V.Ye., Bachurina E.M., Khlyustina E.M. et al. Automated breast sonotomography (3D ABVS). Part1. Integration of the US-method in radiological standards of tomography. Poliklinika. 2014; 3: 42–48. (In Russian)
8. Gazhonova V.Ye., Bachurina E.M., Khlyustina E.M. et al. Automated breast sonotomography (3D ABVS). Part 2. Clinical implementation of sonotomography in the diagnosis of breast cancer. Poliklinika. 2014; 5 (2): 33–41. (In Russian)
9. Matur V.G., Zusmer N.R., Gilson A.J., et al. Ultrasound of the whole breast utilizing a dedicated automated breast scanner. Radiology. 1980; 137: 457–463.
10. Tozaki M., Isobe S., Yamaguchi M. et al. Optimal scanning technique to cover the whole breast using an automated breast volume scanner. Jap. J. Radiol. 2010; 28: 325–328.
11. Wojcinski S., Farrokh A., Hille U. et al. The automated breast volume scanner (ABVS): initial experiences in lesion detection compared with conventional handheld B-mode ultrasound: a pilot study of 50 cases. Int. J. Women's Health. 2011; 13: 337–346.



12. Shin H.J., Kim H.H., Cha J.H. et al. Automated ultrasound of the breast for diagnosis: interobserver agreement on lesion detection and characterization. *Am. J. Roentgenol.* 2011; 13 (3): 747–754.
13. Lin X., Wang J., Han F. et al. Analysis of eighty-one cases with breast lesions using automated breast volume scanner and comparison with handheld ultrasound. *Eur. J. Radiol.* 2012; 13 (5): 873–878.
14. Wang H.Y., Jiang Y.X., Zhu Q.L. et al. Differentiation of benign and malignant breast lesions: a comparison between automatically generated breast volume scans and handheld ultrasound examinations. *Eur. J. Radiol.* 2012; 13 (11): 3190–3200.
15. Wang Z.L., Xu J.H., Li J.L. et al. Erratum to: comparison of automated breast volume scanning to hand-held ultrasound and mammography. *Radiol. Med.* 2012; 13 (8): 1443.
16. Wang Z.L., Xw J.H., Li J.L. et al. Comparison of automated breast volume scanning to hand-held ultrasound and mammography. *Radiol. Med.* 2012; 13 (8): 1287–1293.
17. Golatta M., Franz D., Harcos A. et al. Interobserver reliability of automated breast volume scanner (ABVS) interpretation and agreement of ABVS findings with hand held breast ultrasound (HHUS), mammography and pathology results. *Eur. J. Radiol.* 2013; 13 (8): 332–336.
18. Corsetti J., Ferrari A., Ghirardi M. et al. Role of ultrasonography in detecting mammographically occult breast carcinoma in women with dense breasts. *Eur. J. Cancer.* 2008; 44: 539–544.
19. Tozaki M., Fukuma E. Accuracy of determining preoperative cancer extent measured by automated breast ultrasonography. *Jap. J. Radiol.* 2010; 13 (10): 771–773.
20. Isobe S., Tozaki M., Yamaguchi M. et al. Detectability of breast lesions under the nipple using an automated breast volume scanner: comparison with handheld ultrasonography. *Jap. J. Radiol.* 2011; 13 (5): 361–365.