

# Возможности сонотографии (автоматического объемного сканирования молочных желез) в оценке железистого типа строения молочных желез как фактора риска возникновения рака молочной железы

**В.Е. Гажонова**<sup>1, 2</sup>, д. м. н., профессор кафедры лучевой диагностики, заведующая кабинетом ультразвуковой ангиографии;

**М.П. Ефремова**<sup>1, 2</sup>, врач ультразвуковой диагностики, хирург, аспирант;

**Е.М. Бачурина**<sup>1</sup>, заведующая отделением рентгеновской лучевой диагностики;

**Е.М. Хлюстина**<sup>1</sup>, к. м. н., заведующая хирургическим отделением;

**С.Б. Поткин**<sup>2</sup>, ст. лаборант

<sup>1</sup> ФГБУ «Объединенная больница с поликлиникой» Управления делами Президента РФ, Мичуринский пр-т, 6, Москва, 119330, Российская Федерация;

<sup>2</sup> ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ, ул. Маршала Тимошенко, 19, стр. 1а, Москва, 121359, Российская Федерация

## 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

**V.E. Gazhonova**<sup>1, 2</sup>, MD, PhD, DSc, Professor of Radiology Chair, Head of Cabinet of Ultrasound Angiography;

**M.P. Efremova**<sup>1, 2</sup>, Doctor of Ultrasonic Diagnostics, Surgeon, Postgraduate;

**E.M. Bachurina**<sup>1</sup>, Head of Department of X-ray Radiation Diagnosis;

**E.M. Khlyustina**<sup>1</sup>, MD, PhD, Head of Surgical Department;

**S.B. Potkin**<sup>2</sup>, Senior Laboratory Assistant

<sup>1</sup> United Hospital and Polyclinic, Management Department of the President of Russian Federation, Michurinskiy prospect, 6, Moscow, 119330, Russian Federation;

<sup>2</sup> Central State Medical Academy, Management Department of the President of Russian Federation, ul. Marshala Timoshenko, 19, stroenie 1a, Moscow, 121359, Russian Federation

**Цель исследования** – изучить возможности методики сонотографии (СТГ) в сопоставлении с рентгеновской маммографией (РМГ) у пациенток разных возрастных групп с различными рентгенологическими типами строения молочных желез (МЖ). Оценить диагностические возможности методик СТГ и РМГ в выявлении рака у пациенток с рентгенологически плотным железистым фоном.

**Материал и методы.** В исследование были включены 143 пациентки в возрасте от 38 до 77 лет, которым была проведена СТГ после первично выполненной РМГ. Особое внимание уделялось методологическому подходу для оптимизации выполнения СТГ у пациенток разных возрастных групп с различным рентгенологическим типом строения молочных желез, в различные физиологические периоды. Для стандартизации выявленных образований молочных желез использовалась международная шкала BIRADS.

**Результаты.** Из 143 пациенток у 102 были выявлены объемные образования, из них у 16 верифицирован рак МЖ. На этапе компьютерной обработки 3D-сканов на рабочей станции было подтверждено полное поквadrантное совпадение железистого типа строения молочных желез при СТГ и РМГ. Выявлена более высокая частота патологических образований молочных желез по мере возрастания процентного соотношения железистой ткани в МЖ. Показана роль СТГ как метода дообследования пациенток всех возрастных групп с рентгенологически плотным типом МЖ для выявления рака в связи с более высокой чувствительностью (100%) и специфичностью (96%).

**Заключение.** Методика СТГ показала высокий процент сопоставимости заключений о типе строения молочных желез у пациенток в сравнении с РМГ. В связи с возможностью сопо-

**Objective:** to study the capabilities of a procedure for sonotomography (STG) versus that of X-ray mammography (MG) in patients from different age groups who have different radiological types of the breast structure and to estimate the diagnostic possibilities of the STG and X-ray MG procedures in detecting cancer in patients with the X-ray dense background.

**Material and methods.** The investigation enrolled 143 patients aged 38 to 77 years who had undergone STG after primary X-ray MG. Particular emphasis was placed on a methodological approach to optimizing STG in patients from different age groups with a varying radiological type of the breast structure in different physiological periods. The international breast imaging and reporting data system was used to standardize detected breast masses.

**Results.** Out of the 143 patients, 102 persons, including 16 patients with verified breast cancer (BC), were found to have space-occupying lesions. During the performed investigation, computed processing of 3D scans at the working station confirmed the entire quadrant-by-quadrant consentaneity of the glandular structure of the breast at STG and X-ray MG. There were a higher proportion of abnormal breast masses with the increased percentage ratio of glandular tissue in the breast. Emphasis was laid on the role of STG as an additional examination technique in patients from all age groups with the radiologically dense breast in

### Ключевые слова:

сонотография, автоматическое объемное сканирование молочных желез, маммография, рак молочной железы, плотный тип строения молочных желез

### Index terms:

sonotomography, automated breast volume sonography, mammography, breast cancer, dense structure of the breast

ставления снимков, полученных при СТГ, со стандартными проекциями при маммографии методика СТГ должна занять прочные позиции в алгоритме обследования МЖ у женщин с рентгенологически плотным типом их строения.

## Введение

Рак молочной железы (РМЖ) по частоте встречаемости занимает 1-е место среди злокачественных новообразований у женщин в РФ. При этом число больных увеличивается до 40 тыс. в год, а уровень смертности составляет 50%. По сравнению с 1980 г. смертность от РМЖ в России возросла на 72% и достигла в 2001 г. 19,6 тыс. случаев, а в 2012 г. – 17,4 тыс. [1].

Прогноз и эффективность лечения напрямую зависят от стадии заболевания. В связи с этим диагностирование рака молочной железы на ранних стадиях, а также раннее обнаружение рецидива заболевания являются залогом успешного и эффективного лечения. Одним из основных факторов риска возникновения РМЖ является рентгенологически плотный тип строения молочных желез. Маммография считается скрининговой методикой исследования МЖ у женщин после 40 лет, однако ее чувствительность в выявлении рака значительно снижается при рентгенологически плотной железистой ткани [2, 3].

В силу того, что за последние 10 лет РМЖ существенно «помолодел», а частота применения заместительной гормонотерапии, которая отодвигает наступление фиброзно-жировой инволюции тканей молочных желез, возрастает – поиск наиболее оптимального метода раннего выявления рака не теряет своей актуальности. В настоящее время на помощь стандартному ультразвуковому методу пришла новая технология трехмерного автоматического ультразвукового сканирования – 3D ABVS, или сонотомография (СТГ), сочетающая в себе высокое разрешение и чувствитель-

order to detect cancer due to a high sensitivity of 100% and a specificity of 96%.

**Conclusion.** The procedure of STG versus that of X-ray MS showed a high degree of compatibility of opinions as to the type of the breast structure in the patients. Due to the fact that standard-projection STG scans can be compared, during mammography the procedure of STG must hold a firm place in the examination algorithm of the breast in women with its X-ray dense structure.

ность ультразвукового метода с высокой воспроизводимостью и оператор-независимостью томографического исследования. Тенденция к внедрению автоматической СТГ в качестве скринингового метода при исследовании молочных желез наблюдается во многих европейских странах и Америке [4–7]. Современный метод сонотомографии благодаря отсутствию лучевой нагрузки, возможности полно-размерного захвата ткани молочной железы с последующей трехмерной реконструкцией, высокой воспроизводимостью может стать альтернативной методикой скрининга РМЖ у молодых пациенток или у женщин с плотным железистым фоном [8, 9]. К настоящему времени опыт применения данной методики из-за ее малой распространенности невелик, однако первые результаты клинического использования этого метода обнадеживают [10–13].

Цель нашей работы – изучение возможностей методики сонотомографии в определении типа строения молочных желез в сопоставлении с рентгеновской маммографией (РМГ) у пациенток разных возрастных групп с различной маммологической патологией; оценить диагностические возможности методик СТГ и РМГ в выявлении рака у пациенток с рентгенологически плотным железистым фоном.

## Материал и методы

За период с октября 2013 г. по октябрь 2014 г. на кафедре лучевой диагностики Учебно-научного медицинского центра на базе Объединенной больницы с поликлиникой УД Президента РФ были обследованы 143 пациентки в возрасте от 38 до 77 лет (средний возраст  $48,4 \pm 6,7$  года).

Все пациентки были условно разделены на следующие возрастные группы: до 30 лет (5% больных), 31–40 лет (17% пациенток), 41–50 лет (34%), 51–60 лет (24%), 61–70 лет (15% больных) и старше 71 года (5%). Всем пациенткам выполнялась РМГ на аппарате Mammomat 3000 Siemens в стандартных проекциях. Сонотомография проводилась на аппарате ACUSON S2000 ABVS со специальным датчиком для автоматического сканирования, укрепленным на стойке с подвижной рукояткой. Датчик 14L5BV Siemens имел следующие характеристики: средняя частота сканирования 10 МГц, длина поля сканирования 16,8 см. Продолжительность одного автоматического сканирования составляла 55–65 с, что позволяло получить около 300 срезов высокого разрешения для последующей компьютерной обработки. В среднем на каждую пациентку приходилось 6–8 трехмерных сканов (3–4 среза каждой железы). По усовершенствованной технике сбора информации и укладкам для сонотомографии проводились корональный, латеромедиальный и верхне-нижний срезы, которые обеспечивали сопоставимость с данными рентгеновской маммографии и позволяли наиболее полно охватить всю железу. Технические параметры сканирования были подробно описаны нами в предыдущей статье [14].

Собранная информация представлялась на экране в виде массива срезов, которые можно было просмотреть послойно для контроля качества информации и ее полноты. После завершения сбора трехмерной информации все данные пересылались на рабочую станцию (Breast ultrasound review workstation) для более уг-

лубленного изучения и формирования окончательного протокола. Собранный объем обрабатывался в любых произвольных плоскостях и срезах, создавались сопоставимые с рентгеновскими маммограммами сонотограммы молочных желез, проводились топографические измерения в автоматическом режиме, с установкой курсора на интересующем объекте.

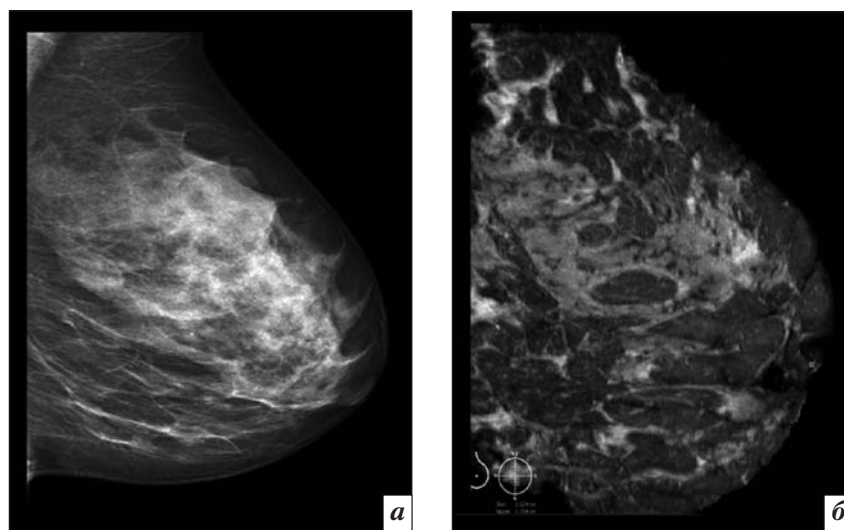
Интерпретация результатов любого маммологического исследования завершалась классификацией образований или выявленных изменений по BIRADS и морфологической верификацией для групп 3–5. Компьютерный анализ на рабочей станции включал оценку железистого типа, преимущественной локализации железистой ткани (где 1 – верхненаружные квадранты, 2 – нижненаружные, 3 – нижневнутренние, 4 – верхневнутренние). Тип железы оценивался в зависимости от содержания железистой ткани по классификации BIRADS (А – 100% жировая ткань, В – до 25% железистой ткани, С – до 50% железистой ткани, D – до 100% железистой ткани). Определялось наличие плотных патологических образований в молочных железах, их локализация (по квадрантам), характеристики по классификации BIRADS. Сохраненные наиболее информативные СТГ-срезы сравнивались со срезами, полученными 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.). Соизмерялись изображения, полученные с помощью двух разных технологий, по верхнему и нижнему контурам груди, при этом сосок использовался как первая реперная точка или ориентир, а наиболее крупное теневое образование на РМГ – как вторая точка. Оценивалась чувствительность СТГ в определении железистого типа по сравнению с РМГ, в определе-

нии локализации образований, поквadrантно выявленных при РМГ и при 3D ABVS. Изучалась частота выявленной патологии в зависимости от железистого типа. Рассчитывалась чувствительность СТГ и РМГ в выявлении рака молочной железы в совокупной выборке и в зависимости от железистого типа.

### Результаты

Наиболее многочисленную группу составили пациентки в возрасте от 41 года до 60 лет – 58%. Это наиболее социально значимая группа женщин, в которой по статистике чаще всего встречаются рак и фиброзно-кистозная болезнь (ФКБ) молочной железы. В нашем исследовании из 143 пациенток тип А по данным РМГ встречался в 18 (12%), тип В – в 61 (43%), тип С – в 50 (35%), тип D – в 14 (10%) случаях. В постменопаузе находились 82 (57%) пациентки. При этом у 26 (32%) из них определялся железистый тип С и D, из этих больных у 6 (23%) выявлен рак, у 19 (73%) – ФКБ. Как при РМГ, так и при СТГ наиболее частая локализация железистой ткани отмечалась в верхненаружных квадрантах – 67% случаев (рис. 1). У всех 143 пациенток совпал тип железы при СТГ по

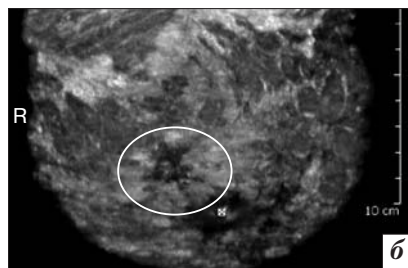
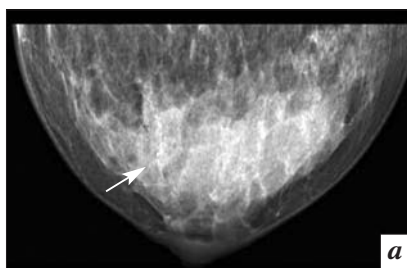
классификации BIRADS с данными РМГ. Наличие патологических образований отмечалось чаще в подгруппах с типом железы С и D, чем в подгруппах с типом А и В, – 92 и 80% случаев соответственно. Частота случаев рака молочных желез в целом по подгруппам А–D составила 16, 33, 39 и 12% соответственно, при этом частота РМЖ в подгруппах А и В была примерно равна частоте его встречаемости в подгруппах С и D – 49 и 51% случаев. В половине случаев (53 из 102) выявленные образования были классифицированы как BIRADS 3, 4, 5 по данным СТГ (см. таблицу). В 53% случаев патологические образования были выявлены именно у женщин с рентгенологически плотными железами типа С и D. Частота случаев рака среди образований BIRADS 3–5 у женщин с плотными железами типа С и D по данным СТГ составила 64%. Образования BIRADS 5 диагностированы в 14 случаях (рис. 2). В 2 случаях по данным СТГ рак был ошибочно классифицирован как образование BIRADS 2. Это были женщины с типом желез А, жировой инволюцией и макромастией. При этом по данным РМГ образование однозначно отнесено к BIRADS 5 и впоследствии



**Рис. 1.** Железистый тип С по классификации BIRADS. Изображение правой молочной железы: а – рентгеновская маммография, прямая проекция, тип железы С, железистая ткань проецируется в области верхних квадрантов; б – сонотомография, прямая проекция, железистая ткань более высокой эхогенности проецируется в тех же отделах.

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

Классификация	Тип железы				
	A	B	C	D	Всего
BIRADS 3	0	11	13	4	28
BIRADS 4	4	5	2	0	11
BIRADS 5	1	4	7	2	14
Итого, <i>n</i>	5	20	22	6	53
Итого, <i>n</i> (%)	25 (47%)		28 (53%)		53 (100%)



**Рис. 2.** Пациентка Е., 35 лет. Инвазивный протоковый рак правой молочной железы. Люминальный тип А: *а* – рентгеновская маммография, прямая проекция, трудноразличимы мелкие сгруппированные микрокальцинаты, располагающиеся в толще плотной железистой ткани (стрелка); *б* – сономография, прямая проекция, на фоне повышенной эхогенности за счет выраженной железистой ткани четко различим гипозоногенный опухолевый узел с полициклическими контурами (обозначен овалом).

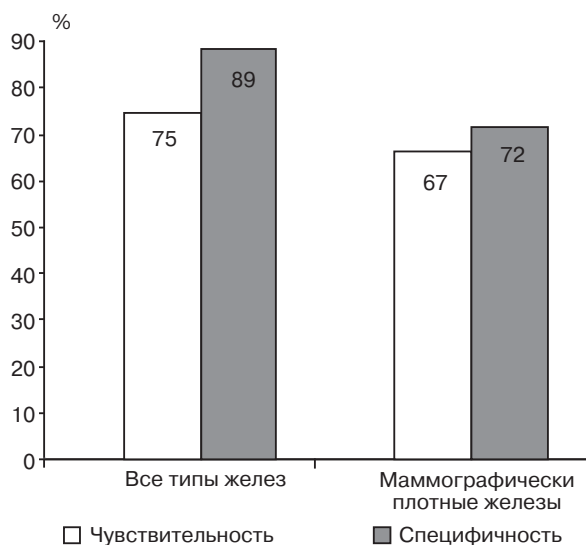
**Обсуждение**

Высокая плотность железистой ткани является фактором риска развития рака молочной железы. У женщин с рентгенологически плотным железистым фоном рак груди возникает в 3–5 раз чаще, чем при фиброзно-жировой инволюции молочных желез. Традиционно «золотым стандартом» определения плотности МЖ является маммография. Американскими биофизиками было предложено измерять среднюю объемную скорость распространения ультразвуковых волн в заданном объеме тканей молочной железы для определения плотности железистой ткани. Выявленный показатель достоверно коррелировал с процентным содержанием железистой ткани по данным маммографии. Эта работа доказала, что УЗИ может использоваться для оценки плотности молочных желез

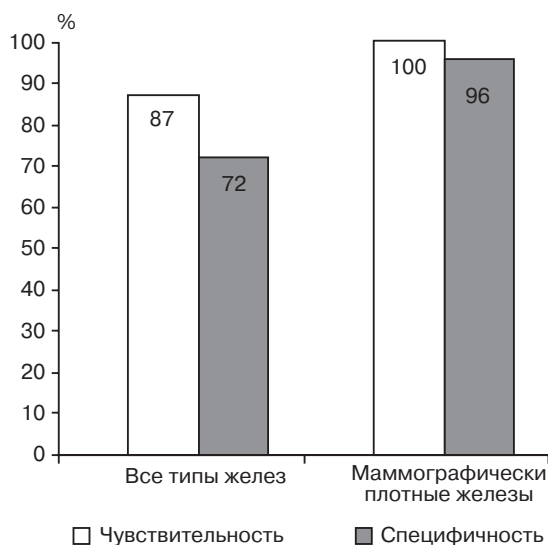
верифицировано как рак. В то же время при РМГ 5 случаев рака классифицированы как образования BIRADS 3 (*n*=2) и BIRADS 4 (*n*=3). Во всех этих случаях рак был у пациенток с железистыми типами В, С, D.

В совокупности чувствительность РМГ в выявлении РМЖ составила 75%, специфичность –

89%, чувствительность и специфичность СТГ – 87 и 72% соответственно (рис. 3, 4). В отдельно взятой подгруппе больных с рентгенологически плотным типом молочных желез С и D чувствительность РМГ снизилась до 67%, специфичность – до 72%, при этом чувствительность СТГ возросла до 100%, а специфичность – до 96%.



**Рис. 3.** Информативность РМГ в выявлении РМЖ в зависимости от плотности железистой ткани.



**Рис. 4.** Информативность СТГ в выявлении РМЖ в зависимости от плотности железистой ткани.

наравне с маммографией [15, 16]. В основе нового метода – СТГ – лежат физические волновые характеристики ультразвукового метода и объективные данные, получаемые за счет автоматизации и создания трехмерного объема, как при томографии. В своей работе мы оценивали количество и локализацию сохраненной железистой ткани у 143 больных и наличие остаточной железистой ткани у 82 пациенток в постменопаузе с помощью методики сонотомографии, сопоставляя данные с РМГ.

Анализ полученного материала показал, что треть (32%) пациенток в постменопаузе имеют плотный железистый фон, при котором частота развития ФКБ составила 73%, а частота РМЖ – 23%. В нашей работе использовались специальные укладки при проведении СТГ, которые обеспечили возможность сопоставления полученных снимков со стандартными проекциями при маммографии. Методика СТГ показала высокий процент сопоставимости заключений о типе строения молочных желез у пациенток в сравнении с РМГ. В 100% случаев тип желез при СТГ по классификации BIRADS совпал с данными РМГ.

На период перименопаузальных изменений приходится наиболее высокая частота заболеваемости РМЖ, так как имеет место гормональная перестройка организма. В отличие от СТГ чувствительность РМЖ снижается при плотном железистом фоне [8]. Методика ABVS, как свидетельствуют многие публикации, обладает высокой чувствительностью в выявлении РМЖ – 83–100% [4, 6, 7]. Вероятность пропуска раковой опухоли при этом методе очень низкая. В нашей работе новый метод автоматического сканирования молочных желез продемонстрировал высокую чувствительность в выявлении РМЖ – 87%. Еще более высокие значения чувствительности СТГ были показаны в нашей работе у жен-

щин с рентгенологически плотным железистым фоном – 100%. Однако специфичность СТГ в выявлении рака низкая и составляет, по разным данным, 51–68% [5, 7, 10]. В нашей работе мы также получили относительно низкие значения специфичности метода – 72% при расчете показателя совокупно для всех типов желез (А, В, С, D). В то же время у пациенток с плотным железистым фоном (тип желез С и D) значения специфичности резко возрастали – до 96%. Руководствуясь этими данными, мы рекомендуем метод СТГ к применению именно у группы пациенток с плотным железистым фоном, чтобы получить наиболее точную диагностическую информацию.

### Заключение

Исходя из полученных данных, мы рекомендуем использовать методику 3D СТГ в алгоритме инструментального обследования молочных желез у пациенток в период перименопаузы и постменопаузы с рентгенологически плотными молочными железами. Сонотомография может быть рекомендована для повышения информативности диагностики рака при скрининге у женщин с плотным железистым фоном.

### Литература

1. Чиссов В.И., Старинский В.В., Петрова Г.В. (ред.) Злокачественные новообразования в России (заболеваемость и смертность). М.; 2012.
2. Рожкова Н.И. Лучевая диагностика в маммологии. Руководство для врачей. М.: СпецИздат. 2014.
3. Boyd N.F., Guo H., Martin L.J. et al. Mammographic density and the risk and detection of breast cancer. *N. Engl. J. Med.* 2007; 356: 227–36.
4. Tozaki M., Isobe S., Yamaguchi M. et al. Optimal scanning technique to cover the whole breast using an automated breast volume scanner. *Jpn J. Radiol.* 2010; 28: 325–8.
5. Wojcinski S., Farrokhi A., Hille U., Wiskirchen J., Gyapong S., Solomon A.A. 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. *Intern. J. Women's Health.* 2011; 13: 337–46.

6. Shin H.J., Kim H.H., Cha J.H., Park J.H., Lee K.E., Kim J.H. Automated ultrasound of the breast for diagnosis: interobserver agreement on lesion detection and characterization. *Am. J. Roentgenol.* 2011; 13 (3): 747–54. DOI: 10.2214/AJR.10.5841.
7. Golatta M., Franz D., Harcos A., Junkermann H., Rauch G., Scharf 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): 332–6.
8. Kelly K.M., Dean J., Comulada W.S., Lee S.J. Breast cancer detection using automated whole breast ultrasound and mammography in radiographically dense breasts. *Eur. Radiology.* 2010; 20: 734–42.
9. Kelly K.M., Dean J., Lee S.J., Comulada W.S. Breast cancer detection: radiologists' performance using mammography with and without automated whole-breast ultrasound. *Eur. Radiology.* 2010; 20: 2557–64.
10. Zhang J., Lai X.J., Zhu Q.L., Wang H.Y., Jiang Y.X., Liu H. et al. Interobserver agreement for sonograms of breast lesions obtained by an automated breast volume scanner. *Eur. J. Radiol.* 2012; 13 (9): 2179–83.
11. Wenkel E., Heckmann M., Heinrich M. et al. Automated breast ultrasound: lesion detection and BI-RADS classification – a pilot study. *Rofo.* 2008; 180: 804–8.
12. Berg W.A., Blume J.D., Cormack J.B. et al. Combined screening with ultrasound and mammography vs mammography alone in women at elevated risk of breast cancer. *JAMA.* 2008; 299: 2151–63.
13. Якобс О.Э., Рожкова Н.И., Мазо М.Л. Опыт использования виртуальной сонографии молочной железы. *Вестник рентгенологии и радиологии.* 2014; 1: 23–32.
14. Гажонова В.Е., Бачурина Е.М., Хлюстина Е.М. Автоматическая сонотомография молочных желез

(3D ABVS). Часть 1. Интеграция УЗ-метода в радиологические стандарты томографии. *Поликлиника*. 2014; 3: 42–8.

15. Boyd N.F. Quantitative classification of mammographic densities and breast cancer risk: results from the Canadian National Breast Screening Study. *J. Nat'l. Cancer Institute*. 1995; 87 (9): 670–5.
16. Sak M., Duric N., Boyd N., Littrup P., Myc L. et al. Relationship between breast sound speed and mammographic percent density. Proc. SPIE 7968, Medical Imaging 2011: Ultrasonic Imaging, Tomography, and Therapy, 79680N (March 25, 2011); DOI:10.1117/12.878934; <http://dx.doi.org/10.1117/12/878934>.

### References

1. Chissov V.I., Starinskiy V.V., Petrova G.V. (eds). Malignant lesions in Russian Federation (incidence and death rates). Moscow; 2012 (in Russian).
2. Rozhkova N.I. Radiology of the breast. Practical guide for doctors. Moscow: SpetsIzdat; 2014 (in Russian).
3. Boyd N.F., Guo H., Martin L.J. et al. Mammographic density and the risk and detection of breast cancer. *N. Engl. J. Med.* 2007; 356: 227–36.
4. Tozaki M., Isobe S., Yamaguchi M. et al. Optimal scanning technique to cover the whole breast using an automated breast volume scanner. *Jpn J. Radiol.* 2010; 28: 325–8.
5. Wojcinski S., Farrokh A., Hille U., Wiskirchen J., Gyapong S., Soliman A.A. 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. *Intern. J. Women's Health*. 2011; 13: 337–46.
6. Shin H.J., Kim H.H., Cha J.H., Park J.H., Lee K.E., Kim J.H. Automated ultrasound of the breast for diagnosis: interobserver agreement on lesion detection and characterization. *Am. J. Roentgenol.* 2011; 13 (3): 747–54. DOI: 10.2214/AJR.10.5841.
7. Golatta M., Franz D., Harcos A., Junkermann H., Rauch G., Scharf 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): 332–6.
8. Kelly K.M., Dean J., Comulada W.S., Lee S.J. Breast cancer detection using automated whole breast ultrasound and mammography in radiographically dense breasts. *Eur. Radiology*. 2010; 20: 734–42.
9. Kelly K.M., Dean J., Lee S.J., Comulada W.S. Breast cancer detection: radiologists' performance using mammography with and without automated whole-breast ultrasound. *Eur. Radiology*. 2010; 20: 2557–64.
10. Zhang J., Lai X.J., Zhu Q.L., Wang H.Y., Jiang Y.X., Liu H. et al. Interobserver agreement for sonograms of breast lesions obtained by an automated breast volume scanner. *Eur. J. Radiol.* 2012; 13 (9): 2179–83.
11. Wenkel E., Heckmann M., Heinrich M. et al. Automated breast ultrasound: lesion detection and BI-RADS classification – a pilot study. *Rofo*. 2008; 180: 804–8.
12. Berg W.A., Blume J.D., Cormack J.B. et al. Combined screening with ultrasound and mammography vs mammography alone in women at elevated risk of breast cancer. *JAMA*. 2008; 299: 2151–63.
13. Yakobs O.E., Rozhkova N.I., Mazo M.L. Practical use of virtual sonography of the breast. *Vestnik rentgenologii i radiologii*. 2014; 1: 23–32 (in Russian).
14. Gazhonova V.E., Bachurina E.M., Khlyustina E.M. Automated breast sonotomography (3D ABVS). Part 1. Integration of the US-method in radiological standards of tomography. *Poliklinika*. 2014; 3: 42–8 (in Russian).
15. Boyd N.F. Quantitative classification of mammographic densities and breast cancer risk: results from the Canadian National Breast Screening Study. *J. Nat'l. Cancer Institute*. 1995; 87 (9): 670–5.
16. Sak M., Duric N., Boyd N., Littrup P., Myc L. et al. Relationship between breast sound speed and mammographic percent density. Proc. SPIE 7968, Medical Imaging 2011: Ultrasonic Imaging, Tomography, and Therapy, 79680N (March 25, 2011); DOI:10.1117/12.878934; <http://dx.doi.org/10.1117/12/878934>.

Поступила 28.03.2015