

Молочная железа | Breast

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1456>

Сравнение диагностической эффективности 2D- и 3D-ультразвукового исследования у женщин, не достигших возраста маммографического скрининга

© Гаранина А.Э.^{1, 2*}, Холин А.В.¹

¹ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России; 191015 Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41, Российская Федерация

² Клиника СМТ АО Поликлинический комплекс; 190013 Санкт-Петербург, Московский просп., д. 22, лит. а, Российская Федерация

Рак молочной железы является наиболее распространенным раком среди женщин во всем мире. Молодые женщины чаще, чем женщины старшего возраста, имеют агрессивные молекулярные подтипы и позднюю стадию заболевания. Маммография имеет меньшую чувствительность в выявлении рака молочной железы у женщин с плотной молочной железой, а 2D-ультразвуковое исследование (2D-УЗИ) имеет ограничения, такие как высокий уровень навыков и опыта специалиста, затраты времени на проведение исследования. На сегодняшний день есть новая методика – автоматизированное объемное ультразвуковое сканирование молочных желез (3D-УЗИ), позволяющая получать изображения с высоким разрешением.

Цель исследования: сравнительный анализ диагностической эффективности УЗИ в 2D- и 3D-режимах у женщин в возрастной группе до 40 лет с высокой плотностью тканей молочной железы.

Материал и методы. Проведено ретроспективное клиническое одноцентровое исследование. С февраля 2019 г. по май 2023 г. было исследовано 1511 пациенток в возрасте до 40 лет. Пациентки были разделены на 2 группы. Пациентки, попавшие в группу А, проходили 2D-УЗИ, результаты исследования оценивались по классификации BI-RADS. Пациентки, попавшие в группу В, в дополнение к 2D-УЗИ, проходили 3D-УЗИ также с выставлением категории BI-RADS. По итогам исследования определялись положительная и отрицательная прогностическая ценность, чувствительность, специфичность и точность, а также составление предсказательной модели метода.

Результаты. Метод УЗИ в группе А показал чувствительность 0,8, специфичность 1, отбалансированную точность 0,9 и площадь под кривой предсказательной модели 0,947, УЗИ в группе В 0,89, 0,98, 0,94 и 0,903 соответственно, УЗИ по всей выборке 0,87, 0,99, 0,93 и 0,916 соответственно. Метод 3D-УЗИ в группе В показал чувствительность 0,95, специфичность 0,99 и отбалансированную точность 0,97 и площадь под кривой предсказательной модели 0,968.

Выводы. Диагностическая эффективность автоматизированного УЗИ молочных желез у пациенток до 40 лет сопоставима по показателю специфичности и лучше по показателю точности, чувствительности и обладает более высокой прогностической ценностью по сравнению с УЗИ в 2D-режиме. Метод 3D-УЗИ имеет преимущества в сравнении с 2D-УЗИ, а именно: воспроизводимость, операторонезависимость метода, сокращенное время проведения исследования, получение визуализации всего органа, улучшенная визуализация при мультицентричных и мультифокальных процессах, возможность оперативного планирования, возможность «двойного чтения» результатов.

Ключевые слова: рак молочной железы; ультразвуковое исследование; автоматизированное объемное сканирование молочных желез; молодые женщины

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Гаранина А.Э., Холин А.В. Сравнение диагностической эффективности 2D- и 3D-ультразвукового исследования у женщин, не достигших возраста маммографического скрининга. *Медицинская визуализация*. 2024; 28 (4): 79–91. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1456>

Поступила в редакцию: 15.02.2024. Принята к печати: 11.07.2024. Опубликовано online: 25.07.2024.



Comparison of diagnostic efficacy of 2D and 3D ultrasound in women under the age of mammography screening

© Anna E. Garanina^{1, 2*}, Aleksandr V. Kholin¹

¹ I.I. Mechnikov NorthWestern State Medical University; 41, Kirochnaya str., St.-Petersburg 191015, Russian Federation

² SMT Clinic JSC Polyclinic Complex; 22- a, Moskovsky ave., St.-Petersburg 190013, Russian Federation

Breast cancer is the most common cancer among women worldwide. Younger women are more likely than older women to have aggressive molecular subtypes and late-stage disease. Mammography has less sensitivity in detecting breast cancer in women with a dense breast, and 2D ultrasound (2D US) has limitations, such as the specialists high level of skill and experience and the time it takes to perform the examination. Nowadays, there is a new technique – automated volumetric ultrasound scanning of the breast (3D US), which allows you to obtain high-resolution images.

Aim. To perform a comparative analysis of the diagnostic efficacy of 2D US and 3D US among women under 40 years of age with high breast tissue density.

Methods. A retro-prospective clinical single-center study. From February 2019 to May 2023, 1511 patients under the age of 40 were examined. The patients were divided into two groups. Patients in group A underwent 2D ultrasound, the results of the study were evaluated according to the BI-RADS classification. In addition to 2D ultrasound, the patients who were placed in group B underwent 3D US also with the BI-RADS category. Based on the results of the study, the positive and negative predictive value, sensitivity, specificity and accuracy, as well as the compilation of a predictive model of the method were determined.

Results. The 2D US in group A showed sensitivity of 0.8, specificity 1, balanced accuracy of 0.9, and area under the predictive model curve of 0.947, US in group B 0.89, 0.98, 0.94, and 0.903, respectively, and US of the entire sample of 0.87, 0.99, 0.93, and 0.916, respectively. The 3D US in group B showed a sensitivity of 0.95, specificity of 0.99 and a balanced accuracy of 0.97 and an area under the predictive model curve of 0.968.

Conclusion. The diagnostic efficiency of 3D US of the mammary glands in patients under 40 years of age is comparable in terms of specificity and is better in terms of accuracy, sensitivity and a better prognostic model of the method compared to US examination in 2D mode. The 3D US method has advantages in comparison with 2D US examination, namely reproducibility, operator independence of the method, reduced examination time, obtaining visualization of the entire organ, improved visualization in multicentric and multifocal processes, the possibility of operational planning, the possibility of “double reading” of the results.

Keywords: breast cancer; ultrasound; automated breast volumetric scan; young women

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Garanina A.E., Kholin A.V. Comparison of diagnostic efficacy of 2D and 3D ultrasound in women under the age of mammography screening. *Medical Visualization*. 2024; 28 (4): 79–91. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1456>

Received: 15.02.2024.

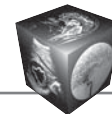
Accepted for publication: 11.07.2024.

Published online: 25.07.2024.

Введение

Рак молочной железы является наиболее распространенным среди женщин во всем мире [1–4]. В США у одной из 196 женщин диагностируется рак молочной железы в возрасте до 40 лет. В западной литературе принято использовать термин “подростки и молодые женщины”, то есть пациентки в возрасте 15–39 лет [5]. В нашем исследовании будем пользоваться термином “молодые женщины”, которые чаще, чем женщины старшего возраста, имеют агрессивные молекулярные подтипы и позднюю стадию заболевания, и при постановке диагноза они часто требуют системного определения стадии [5]. Риск смерти от рака молоч-

ной железы увеличивается на 5% на каждый год снижения возраста на момент постановки диагноза, что отражает более агрессивные фенотипы, чем рак молочной железы, возникающий в более позднем возрасте [6]. Поскольку рак молочной железы среди молодых женщин коррелирует с плохой выживаемостью [6], раннее выявление потенциально может улучшить выживаемость, повлиять на эффективность лечения и задать более высокое качество жизни. Потенциально это снижает бремя болезни и затраты на лечение. Однако к вопросам скрининга у молодых женщин нужно относиться осторожно. Маммография (ММГ) остается “золотым стандартом” скрининга рака



молочной железы. Однако метод имеет меньшую чувствительность при выявлении рака молочной железы у женщин с плотной молочной железой, особенно если речь идет о молодых женщинах [7]. Согласно исследованиям, скрининг с помощью 2D-ультразвукового исследования (2D-УЗИ) в дополнение к ММГ у женщин с плотной грудью продемонстрировал увеличение показателей выявления рака молочной железы, которые варьировали от 1,8 до 4,6 случая рака на 1000 обследованных женщин в зависимости от стратификации населения по риску [7, 8]. Однако исследования программ скрининга в Дании у молодых женщин [9] с включением ММГ показали снижение смертности, объясняется это изменениями факторов риска и улучшением лечения, а не скрининговой ММГ. Однако УЗИ имеет ограничения, а именно: отсутствие стандартизации метода, требуемый высокий уровень навыков и опыта, затраты времени [10]. Поэтому для скрининга рака молочной железы было разработана новая методика – автоматизированное объемное сканирование молочных желез (3D-УЗИ). Новое поколение 3D-УЗИ предлагает автоматическое сканирование молочной железы с помощью датчика с большим полем обзора, позволяющего получать изображения с высоким разрешением. Форма датчика специально разработана с учетом нормальной кривизны молочной железы, сводя к минимуму индуцированные артефакты на периферии [11, 12]. На сегодняшний день 3D-УЗИ является потенциалом в направлении развития скрининга рака молочной железы, в частности у молодых женщин.

Цель исследования: провести сравнительный анализ диагностической эффективности (чувствительности, специфичности и точности) 2D- и 3D-УЗИ и комбинации этих методик у женщин в возрастной группе до 40 лет с высокой плотностью тканей молочной железы.

Материал и методы

Объектом исследования являлись новообразования молочной железы, регистрируемые при диагностике с использованием 2D- и 3D-УЗИ. Предметом исследования было изучение диагностической эффективности автоматизированного объемного 2D-УЗИ-сканирования молочных желез, а также анализ наиболее важных факторов как на преддиагностическом этапе, так и при выполнении конкретного диагностического метода, в частности при выполнении автоматизированного объемного 2D-УЗИ-сканирования молочных желез. Дизайн исследования можно охарактеризовать как ретропроспективное клиническое исследование. Протокол настоящего исследова-

ния был одобрен на заседании локального этического комитета СЗГМУ имени И.И. Мечникова №9 от 12.10.2022.

Последовательность проведения диагностики

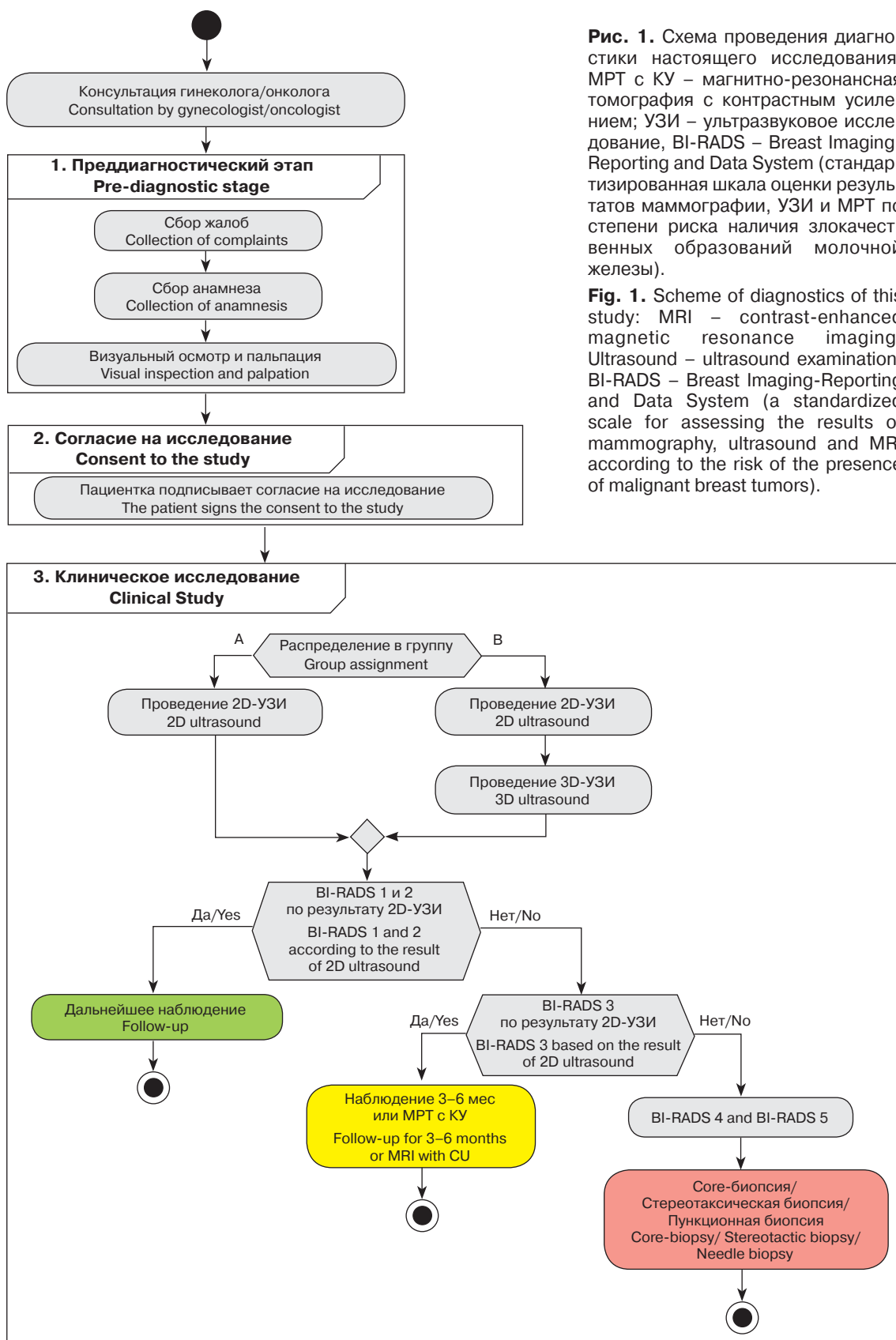
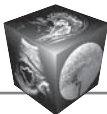
При обращении пациентки к гинекологу или онкологу проводился сбор жалоб, анамнеза и осмотр, полученные данные регистрировались в карте пациентки. Далее пациентке предлагалось пройти обследование в рамках настоящего исследования и после получения согласия проводилось распределение по группам в случайном порядке. Пациенткам, попавшим в группу А, выполнялось 2D-УЗИ, результаты исследования оценивались по классификации BI-RADS. Пациентки, попавшие в группу В, в дополнение проходили 3D-УЗИ также с выставлением категории BI-RADS по УЗИ (рис. 1).

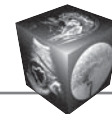
Пациенткам, которым по результатам УЗИ были выставлены категории BI-RADS 1 и BI-RADS 2, было рекомендовано дальнейшее наблюдение. При выставлении категории BI-RADS 3 был рекомендован короткий период наблюдения в течение 3–6 мес или МРТ с контрастным усилением. При категории BI-RADS 4 и BI-RADS 5 выполнялась core-биопсия и/или пункционная биопсия (при наличии жидкостного компонента). Все данные регистрировались для дальнейшего анализа.

Описание выборки и групп

С февраля 2019 г. по май 2023 г. было исследовано 1511 пациенток в возрасте до 40 лет. Медиана возраста пациенток в выборке до 40 лет составила 35 [Q1–Q3: 32;37] лет, минимальный возраст – 20 лет, максимальный возраст – 39 лет. Медиана роста пациенток в выборке до 40 лет составила 167 [Q1–Q3: 164;170] см, медиана массы тела – 59 [Q1–Q3: 55;65] кг. Все пациентки были разделены на 2 группы А и В. В группу А вошло 724 пациентки, и в этой группе скрининг проводился с использованием 2D-УЗИ-диагностики и автоматизированного объемного ультразвукового сканирования молочных желез (исследуемая группа). В группу В вошло 787 пациенток, и в этой группе скрининг проходил только с использованием ручной ультразвуковой диагностики (контрольная группа). У всех пациенток проводился сбор жалоб, анамнеза и осмотр. Основные описательные данные групп представлены в табл. 1.

Группы распределены равномерно по показателям “репродуктивный статус” (р-уровень = 0,57), “наследственная предрасположенность” (р-уровень = 0,89), “прием гормональных препаратов” (р-уровень = 0,19) и “тип структуры ACR” (р-уровень = 0,11).



**Таблица 1.** Основные характеристики пациенток, прошедших исследование**Table 1.** Main characteristics of the patients included in the study

	Группа А / Group A		Группа В / Group B	
Жалобы / Complaints				
Без жалоб / No complaints	86.785% (683/787)	[0.84; 0.89]	82.873% (600/724)	[0.8; 0.86]
Боль / Pain	4.828% (38/787)	[0.03; 0.07]	5.249% (38/724)	[0.04; 0.07]
Выделения из соска / Nipple discharge	0.381% (3/787)	[0; 0.01]	0.967% (7/724)	[0; 0.02]
Уплотнение / Compaction	8.005% (63/787)	[0.06; 0.1]	10.912% (79/724)	
Репродуктивный статус / Reproductive status				
Репродуктивный возраст / Reproductive age	96.696% (761/787)	[0.95; 0.98]	97.238% (704/724)	[0.96; 0.98]
Пременопауза / Premenopause	3.304% (26/787)	[0.02; 0.05]	2.762% (20/724)	[0.02; 0.04]
Операции на молочной железе / Breast surgery				
Не было операций / No surgeries	98.475% (775/787)	[0.97; 0.99]	98.343% (712/724)	[0.97; 0.99]
Были операции / Were surgeries	1.525% (12/787)	[0.01; 0.03]	1.657% (12/724)	[0.01; 0.03]
Прием гормональных препаратов / Taking hormonal drugs				
Да / Yes	19.695% (155/787)	[0.17; 0.23]	21.409% (155/724)	[0.19; 0.25]
Нет / No	80.305% (632/787)	[0.77; 0.83]	78.591% (569/724)	[0.75; 0.81]
Наследственная предрасположенность / Hereditary predisposition				
Есть / Yes	31.004% (244/787)	[0.28; 0.34]	31.077% (225/724)	[0.28; 0.35]
Нет / No	68.996% (543/787)	[0.66; 0.72]	68.923% (499/724)	[0.65; 0.72]
Мутация BRCA / BRCA mutation				
BRCA1 / BRCA1	100% (6/6)	[0.52; 1]	0% (0/18)	[0; 0.22]
Мутаций не выявлено / No mutations	0% (0/6)	[0; 0.48]	100% (18/18)	[0.78; 1]
Симптом втягивания соска / Symptom of nipple retraction				
Да / Yes	0% (0/787)	[0; 0.01]	2.486% (18/724)	[0.02; 0.04]
Нет / No	100% (787/787)	[0.99; 1]	97.514% (706/724)	[0.96; 0.98]
Симптом выделения из соска / Symptom of nipple discharge				
Нет / No	99.111% (780/787)	[0.98; 1]	100% (724/724)	[0.99; 1]
Кровянистые / Bloody	0.889% (7/787)	[0; 0.02]	0% (0/724)	[0; 0.01]
Тип структуры ACR / ACR Structure Type				
C	72.935% (574/787)	[0.7; 0.76]	67.818% (491/724)	[0.64; 0.71]
D	27.065%	(213/787)	[0.24; 0.3]	32.182% (233/724)

Описание 3D-УЗИ

3D-автоматизированная ультразвуковая система Invenia (3D-УЗИ) производства GE Healthcare (Саннивейл, Калифорния, США) 2018 года выпуска – это компьютерная система для оценки плотной молочной железы. Каждая молочная железа была визуализирована в трех проекциях: боковой (LAT), переднезадней (AP) и медиальной (MED) с автоматическим датчиком с линейной матрицей от 6 до 14 МГц, прикрепленным к жесткой компрессионной пластине (площадь 15,4 × 17,0 × 5,0 см).

После завершения сбора данных ультразвуковой системой весь массив передавался на специальную рабочую станцию для интерпретации. Оценка изображений 3D-УЗИ выполнял один врач ультразвуковой диагностики со стажем работы более 7 лет.

Описание УЗИ

УЗИ выполняли два врача ультразвуковой диагностики со стажем работы более 7 лет. Исследование проводилось в положении лежа с руками за головой, с последовательным сканированием



каждого квадранта обеих молочных желез в сагиттальной и аксиальной плоскостях, с исследованием ретроареолярной области и аксиллярных областей с двух сторон. Устройства, используемые для проведения 2D-УЗИ, включали GE LOGIQS 8 (GE Medical Systems, Милуоки, Висконсин, США), Toshiba Aplio 300 (Canon Япония) – ультразвуковые системы экспертного класса.

Интервенционные вмешательства

При выявлении изменений, оцененных категорией BI-RADS 4–5, выполнялась core-биопсия под ультразвуковым наведением с помощью специальной системы для биопсии Bard-Magnum, полуавтоматическое устройство и игл 14 G или 12 G, полученные образцы оправляли на гистологическое и иммуногистохимическое исследование.

Статистический анализ

Статистическая обработка выполнялась с помощью языка программирования R. Для определения числа наблюдений при каждом типе воздействия в каждой группе производился расчет мощности пропорций при уровне значимости 95% и мощностью 0,8 с предварительным расчетом величины эффекта. Данные, необходимые для расчета величины эффекта, были взяты из исследования Y. Xip и соавт. (2021) [10]. Для описания количественных показателей проводилась оценка на нормальность распределения, в качестве метода использовался критерий Шапиро–Уилка. Опре-

делялась чувствительность, специфичность и точность. Для построения предсказательной модели на основании данных использовалась логистическая регрессия.

Результаты исследования

По результатам выполнения УЗИ был поставлен диагноз злокачественного образования в группе А в 1,91% (15), в группе В в 6,49% (47). При выполнении 3D-УЗИ был поставлен диагноз злокачественного образования в группе В в 6,077% (44). На рис. 2а представлено распределение пациенток по системе BI-RADS. Пациенткам, которым была определена категория BI-RADS 3, выполняли MPT-исследование и по его результатам была определена категория BI-RADS 2 в 196 и BI-RADS 4a в 33 случаях (рис. 2б).

Основные результаты гистологического и иммуногистохимического исследований по результатам проведенной биопсии представлены в табл. 2, основные результаты определения точности, чувствительности и специфичности – в табл. 3. Согласно полученным результатам, 3D-УЗИ показало лучшие результаты по показателю отбалансированной точности и чувствительности и сопоставимые результаты по показателю специфичности, чем УЗИ в 2D-режиме.

Основные результаты представлены на рис. 3 и в табл. 4. Следует отметить, что прогностическая модель также показывает лучшую эффективность 3D-, чем 2D-УЗИ.

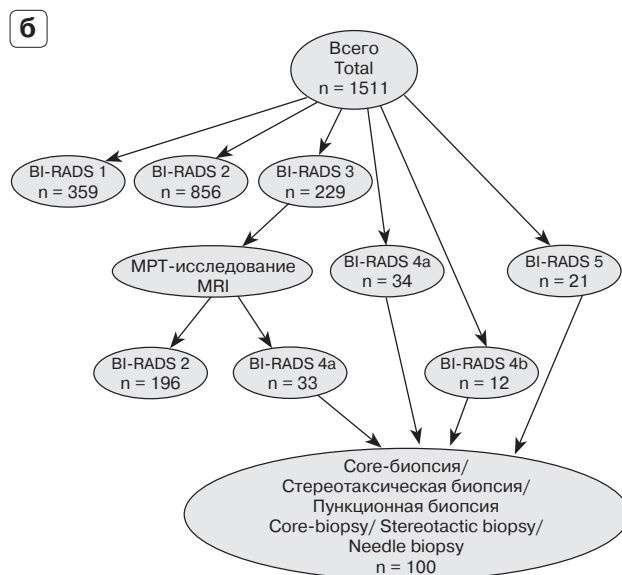
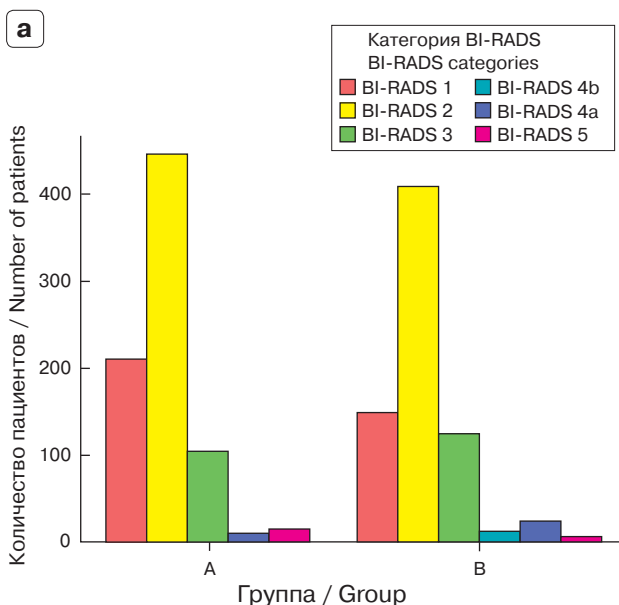


Рис. 2. Распределение поставленных категорий BI-RADS после выполнения УЗИ (а) и количество пациентов, которым была выполнена биопсия (б).

Fig. 2. Distribution of BI-RADS categories after ultrasound (a) and number of patients who passed biopsy (б).

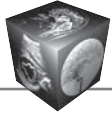


Таблица 2. Результаты гистологического и иммуногистохимического исследований

Table 2. Results of histological and immunohistochemical study

Показатель Metric	Процентная доля Percentage	95% ДИ 95% CI	Процентная доля Percentage	95% ДИ 95% CI
	Группа А		Группа Б	
Гистологическое исследование / Histological examination				
Инвазивный дольковый рак Invasive lobular carcinoma	13.333% (2/15)	[0.02; 0.42]	0% (0/37)	[0;0.12]
Инвазивный рак неспециального типа Invasive non-special type cancer	60% (9/15)	[0.33; 0.83]	67.568% (25/37)	[0.5;0.81]
Протоковый рак <i>in situ</i> Ductal carcinoma <i>in situ</i>	26.667% (4/15)	[0.09; 0.55]	32.432% (12/37)	[0.19;0.5]
Иммуногистохимическое исследование / Immunohistochemical study				
Негатив / negative	60% (9/15)	[0.33; 0.83]	10.811% (4/37)	[0.04;0.26]
Her-2_neu / Her2/neu	0% (0/15)	[0; 0.25]	16.216% (6/37)	[0.07;0.33]
РЭ+РП +Her-2_neu ER+PR + Her2/neu	0% (0/15)	[0; 0.25]	16.216% (6/37)	[0.07;0.33]
РЭ+РП +Her-2_neu негатив ER+PR+ Her2/neu negative	40% (6/15)	[0.17; 0.67]	56.757% (21/37)	[0.4;0.72]
Степень злокачественности / Malignancy				
II (умеренная 6–7 баллов) II (moderate 6–7 points)	40% (6/15)	[0.17; 0.67]	51.351% (19/37)	[0.35;0.68]
III (высокая 8–9 баллов) / III (high 8–9 points)	60% (9/15)	[0.33; 0.83]	48.649% (18/37)	[0.32;0.65]

Определение чувствительности, специфичности и точности методов.

Determination of sensitivity, specificity and accuracy of methods.

Таблица 3. Результаты статистического анализа в группах А и В

Table 3. Results of statistical analyses in groups A and B

Метод	Т А	р	КК КС	ТМ МТ	ППЦ PPV	ОПЦ NPV	Ч S	Сп Sp	ОТ BT
УЗИ в группе А Ultrasound in group A	0.99 [95% ДИ: 0.98, 1]	0.01	0.8	1	0.8	1	0.8	1	0.9
УЗИ в группе В Ultrasound in group B	0.98 [95% ДИ: 0.96, 0.99]	0	0.77	0.03	0.7	0.99	0.89	0.98	0.94
3D-УЗИ в группе В 3D Ultrasound in group B	0.98 [95% ДИ: 0.97, 0.99]	0	0.86	0.07	0.8	1	0.95	0.99	0.97
УЗИ в выборке пациенток до 40 лет Ultrasound in a sample before of 40 years	0.98 [95% ДИ: 0.98, 0.99]	0	0.78	0.07	0.73	1	0.87	0.99	0.93

Прогностическая оценка методов / Predictive evaluation of methods.

Примечание. Т – точность, р – p-value, КК – коэффициент каппа, ТМ – тест Макнемара, ППЦ – положительная прогностическая ценность, ОПЦ – отрицательная прогностическая ценность, Ч – чувствительность, Сп – специфичность, ОТ – отбалансированная точность.

Note. A – Accuracy, p – p-value, КС – Kappa Coefficient, МТ – McNemar Test, PPV – Positive Predictive Value, NPV – Negative Predictive Value, S – Sensitivity, Sp – Specificity, BT – Balanced Accuracy.

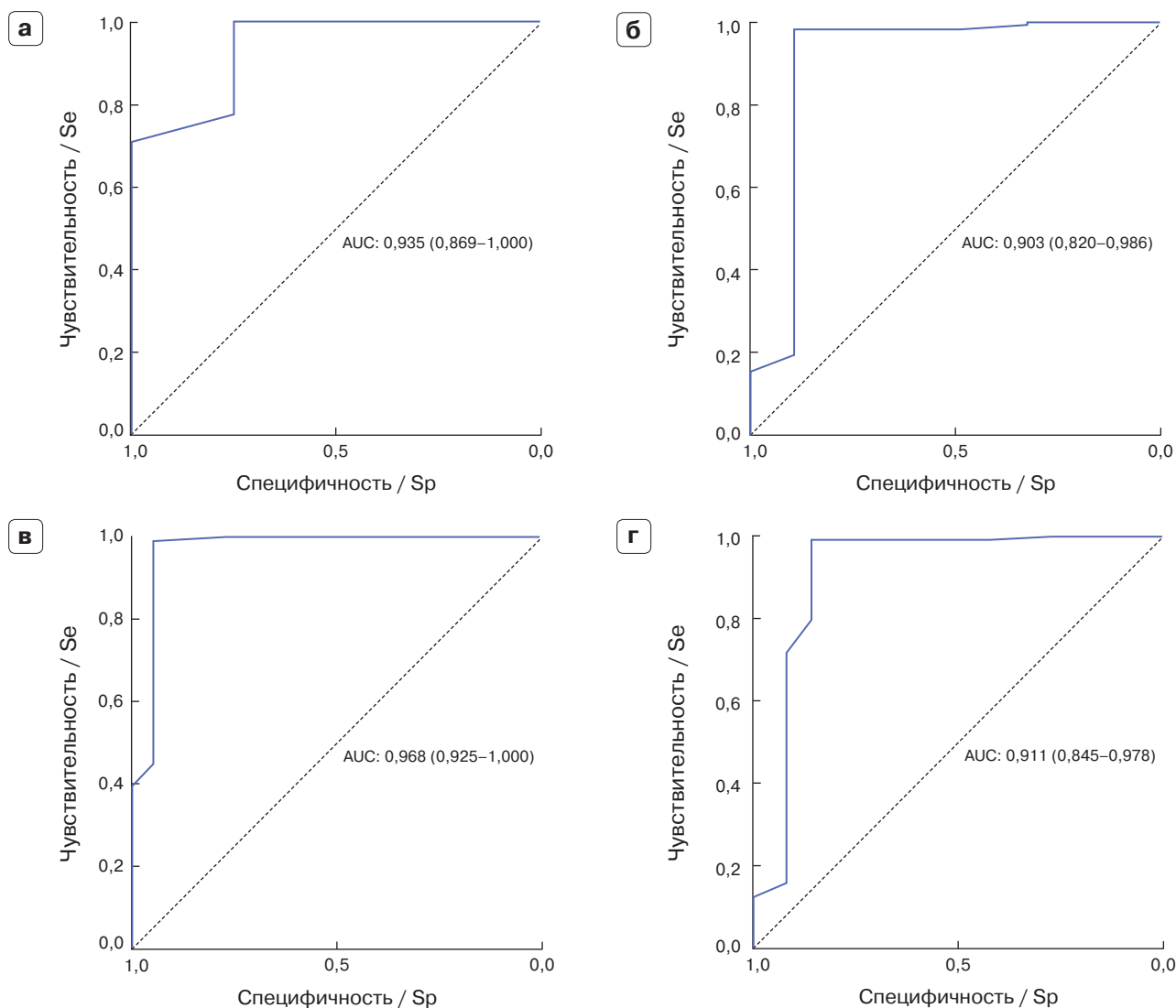
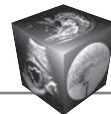


Рис. 3. а – ROC-кривая предсказательной модели для метода УЗИ по данным, полученным в группе А; б – ROC-кривая предсказательной модели для метода УЗИ по данным, полученным в группе В; в – ROC-кривая предсказательной модели для метода 3D-УЗИ по данным, полученным в группе В; г – ROC-кривая предсказательной модели для метода УЗИ по данным, полученным в выборке пациенток до 40 лет.

Fig. 3. а – ROC curve of the predictive model for the ultrasound method, according to the data obtained in group A; б – ROC curve of the predictive model for the ultrasound method, according to the data obtained in the group B; в – ROC curve of the predictive model for the 3D ultrasound method, according to the data obtained in group B; г – ROC curve of the predictive model for the ultrasound method, according to the data obtained in a sample of patients under 40 years old.

Таблица 4. Определение площади под кривой представленных предсказательных моделей метода в группах А и В
Table 4. Determination of the area under the curve of the presented predictive models of the method in groups A and B

Метод / Method	Площадь под кривой Area Under Curve
УЗИ в группе А / Ultrasound in group A	0.947 95% CI: 0.894–1
УЗИ в группе В / Ultrasound in group B	0.903 95% CI: 0.82–0.986
УЗИ в выборке пациенток до 40 лет / Ultrasound in a sample before of 40 years	0.916 95% CI: 0.853–0.979
ABUS в группе В / ABUS in group B	0.968 95% CI: 0.925–1



Клиническое наблюдение

Пациентка М., 32 года. Показание к исследованию: уплотнение в левой молочной железе около 1 мес, болезненность в обеих молочных железах. Анамнез не отягощен, в том числе семейный. В верхнем внутреннем квадранте (ВВК) левой молочной железы пальпируется узловое образование до 1,2 см в диаметре, в нижнем наружном квадранте (ННК) – до 1,5 см в диаметре, без четких контуров, плотное, не спаяно с окружающими тканями.

Автоматизированное 3D-ультразвуковое сканирование молочных желез представлено на рис. 4. Мульти-

центричный рак левой молочной железы. MD BI-RADS 2, MS BI-RADS 4C.

Результаты УЗИ представлены на рис. 5. Ультразвуковые признаки выраженного диффузного фиброаденоматоза обеих молочных желез с преобладанием железистого компонента (аденоз). Ультразвуковая оценка BI-RADS справа 2/слева 4C. Гистологически выявлен инвазивный рак неспециального типа на фоне протокового G 3. Иммуногистохимическое исследование: ER – 8 баллов, PR – 8 баллов, HER2/neu – 2+, Ki-67 – 70%. Пациентке показано оперативное лечение.

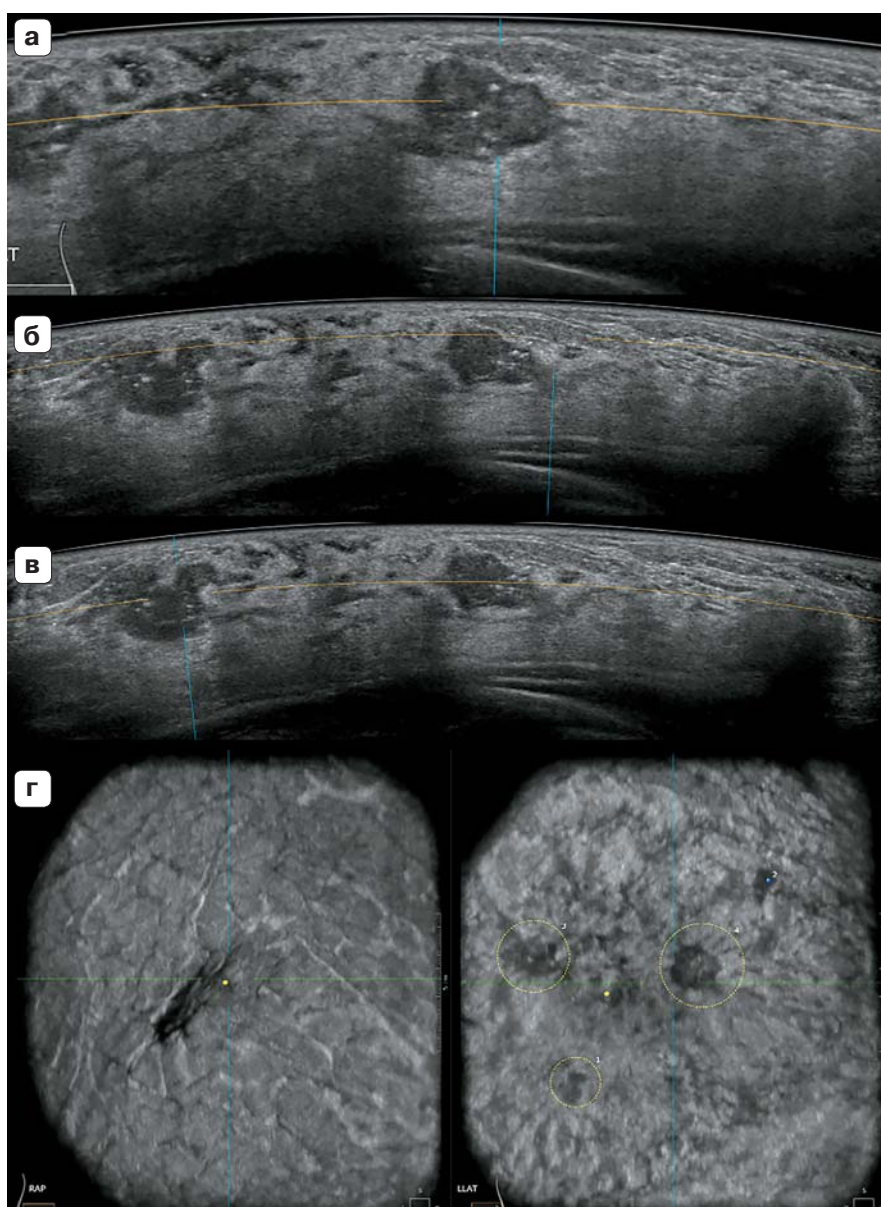


Рис. 4. Система 3D-УЗИ. Анализ 3D-данных на ультразвуковом аппарате (а–г).

Fig. 4. 3D ultrasound system. Analysis of 3D data on an ultrasound machine (a–g).

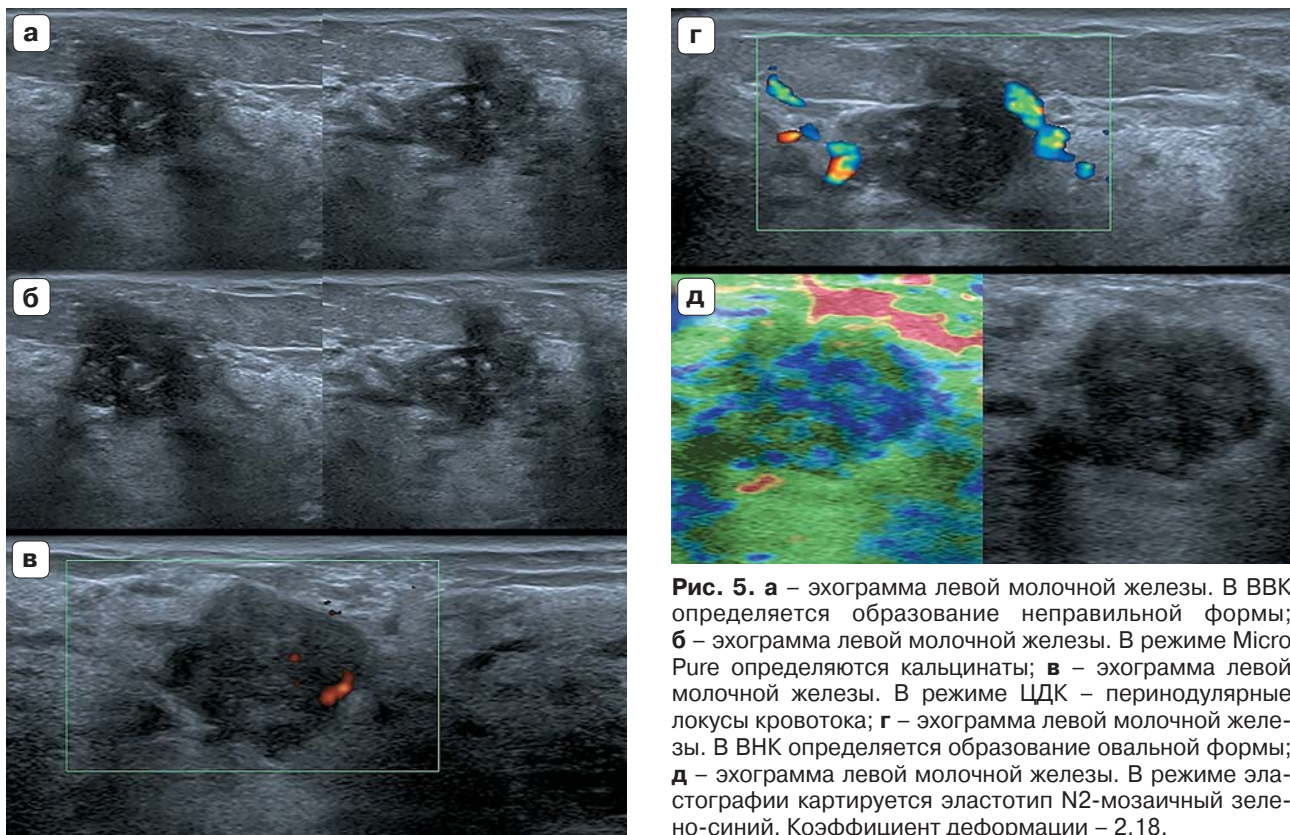


Рис. 5. а – эхограмма левой молочной железы. В ВВК определяется образование неправильной формы; б – эхограмма левой молочной железы. В режиме Micro Pure определяются кальцинаты; в – эхограмма левой молочной железы. В режиме ЦДК – перинодулярные локусы кровотока; г – эхограмма левой молочной железы. В ВНК определяется образование овальной формы; д – эхограмма левой молочной железы. В режиме эластографии картируется эластотип N2-мозаичный зелено-синий. Коэффициент деформации – 2,18.

Fig. 5. а – echogram of the left mammary gland. An irregular shape is determined by the upper inner quadrant; б – echogram of the left breast. In the Micro Pure mode, calcifications are determined; в – echogram of the left breast. In the CD mapping mode, there are perinodular loci of blood flow; г – echogram of the left breast. In the upper outer quadrant, an oval-shaped formation is determined; д – echogram of the left breast. In the elastography mode, the N2-mosaic green-blue elastotype is mapped. The strain coefficient is 2.18.

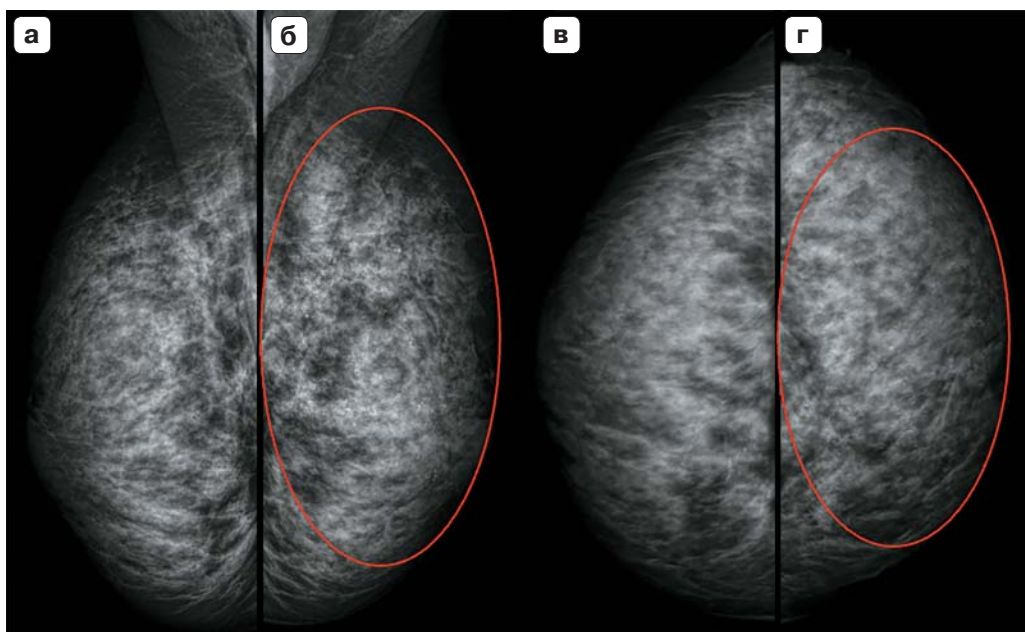
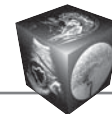


Рис. 6. Цифровая маммография обеих молочных желез. а, б – косая медиолатеральная проекция; в, г – краниокаудальная проекция.

Fig. 6. Digital mammography of both breasts. а, б – oblique mediolateral projection; в, г – craniocaudal projection.



Далее была выполнена диагностическая ММГ (рис. 6), так как выявлено подозрительное новообразование при 2D- и 3D-УЗИ.

Кальцинаты: слева в ВВК определяются в структуре диффузно множественные полиморфные микрокальцинаты. Инфильтративная форма образования левой молочной железы? нелактационный мастит? Тип С по ACR. MD BI-RADS 2, MS BI-RADS 4A.

Обсуждение

Проблема раннего выявления рака молочной железы у молодых женщин является актуальной и рассматривать ее следует с точки зрения не только эффективности метода, но и выживаемости пациенток.

Раннее выявление снижает смертность среди женщин с раком молочной железы [13]. В настоящее время ACR рекомендует ежегодно маммографический скрининг, начиная с 40 лет, для женщины со средним риском развития рака молочной железы [13]. Женщины с дополнительными факторами, такими как семейный анамнез, генетический фактор мутации, эндогенные гормональные факторы и гормонозаместительная терапия, имеют риск выше среднего развития рака молочной железы, и это требует дальнейшего рассмотрения более раннего и/или более интенсивного скрининга [13].

На сегодняшний день существуют исследования, которые продемонстрировали аналогичную диагностическую эффективность 3D-УЗИ по сравнению с 2D-УЗИ, но в целом общие результаты были противоречивыми. В некоторых исследованиях сообщалось, что 3D-УЗИ имеет более высокую чувствительность – от 95 до 100% и более низкую специфичность – от 58 до 95% [14–16]. Напротив, в других исследованиях УЗИ продемонстрировало превосходную чувствительность, в то время как 3D-УЗИ – несколько более высокую специфичность [17, 18].

Авторы указывают две причины более низкой чувствительности 3D-УЗИ. Во-первых, у рентгенологов было мало опыта интерпретации изображений 3D-УЗИ [19, 20]. Одно исследование также показало, что все пропущенные раки можно было продемонстрировать в ретроспективном анализе [21]. Во-вторых, 3D-УЗИ могло пропустить поражения из-за плохого качества изображения [21]. В нашем Центре качество изображений получено на высоком уровне. Средний медицинский персонал, работающий с системой 3D-УЗИ, прошел достаточную подготовку, чтобы гарантировать качество получения изображений, специалисты ультразвуковой диагностики имеют высокий квалификационный уровень для интерпретации изображений. Также стоит обратить внимание на

то, что требуется более короткий срок обучения для того, чтобы рутинно выполнять 3D-УЗИ, при этом метод имеет сопоставимую диагностическую эффективность в сравнении с выполнением УЗИ [10]. Это подчеркивает преимущества 3D-УЗИ перед УЗИ: 3D-УЗИ менее зависит от оператора и может снизить рабочую нагрузку на специалистов за счет обучения квалифицированных специалистов со средним медицинским образованием.

Выводы

1. 3D-УЗИ представляется перспективным методом, дополняющим программы скрининга, в особенности у женщин с плотной молочной железой. Представленная методика повышает частоту выявления рака.

2. Согласно проведенному нами исследованию, диагностическая эффективность автоматизированного УЗИ молочных желез у пациенток до 40 лет сопоставима по показателю специфичности и лучше по показателю точности, чувствительности, лучше прогностическая модель метода по сравнению с ультразвуковым исследованием в 2D-режиме.

3. Однако 2D-УЗИ имеет ограничения, в частности зависимость от оператора, небольшое поле обзора, которые ограничивают его широкое внедрение. В то же время 3D-УЗИ имеет преимущества в сравнении с 2D-УЗИ, а именно: воспроизводимость, независимость от оператора, быстрое получение изображения, время интерпретации изображения около 3–5 мин на одно исследование, возможность “двойного чтения” результатов.

4. Таким образом, 3D-УЗИ становится многообещающим методом для интеграции в клиническую практику у женщин всех возрастных групп, в том числе репродуктивного возраста, с учетом персонализированного подхода к программам скрининга.

Участие авторов

Гаранина А.Э. – концепция и дизайн исследования, проведение исследования, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста и статистическая обработка данных.

Холин А.В. – концепция и дизайн исследования, подготовка и редактирование текста, утверждение окончательного варианта статьи.

Authors' participation

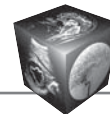
Garanina A.E. – concept and design of the study, conducting research, analysis and interpretation of the data, text writing and data processing.

Kholin A.V. – concept and design of the study, preparation and editing of the text and approval of the final version of the article.



Список литературы [References]

1. Shapira N. The potential contribution of dietary factors to breast cancer prevention. *Eur. J. Cancer Prevent.* 2017; 26 (5): 385–395. <http://doi.org/10.1097/cej.0000000000000406>
2. Global Burden of Disease 2019 Cancer Collaboration; Kocarnik J.M., Compton K., Dean F.E. et al. Cancer incidence, mortality, years of life lost, years lived with disability, and disability-adjusted life years for 29 cancer groups from 2010 to 2019: a systematic analysis for the global burden of disease study 2019. *JAMA Oncol.* 2022; 8 (3): 420–444. <http://doi.org/10.1001/jamaoncol.2021.6987>
3. Мерабишвили В., Семиглазов В., Комяхов А., Семиглазова Т., Криворотько П., Беляев А. Состояние онкологической помощи в России: Рак молочной железы. Эпидемиология и выживаемость больных. Влияние эпидемии бета-варианта коронавируса SARS-CoV-2 (клинико-популяционное исследование). *Опухоли женской репродуктивной системы.* 2023; 19 (3): 16–24. <https://orcid.org/10.17650/1994-4098-2023-19-3-16-24> Merabishvili V.M., Semiglazov V.F., Komiakhov A.V. et al. The state of cancer care in Russia: breast cancer. Epidemiology and survival of patients. The impact of the SARS-CoV-2-beta-coronavirus epidemic (clinical and population study). *Tumors of Female Reproductive System.* 2023; 19 (3): 16–24. <https://orcid.org/10.17650/1994-4098-2023-19-3-16-24> (In Russian)
4. Мерабишвили В.М. Состояние онкологической помощи в России: Рак молочной железы среди мужского населения, распространенность и выживаемость больных (популяционное исследование на уровне федерального округа). *Вопросы онкологии.* 2022; 68 (3): 303–312. <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2022-68-3-286-293> Merabishvili V.M. The state of cancer care In Russia: breast cancer among the male population. Prevalence and survival of patients (Population study at the federal district level). *Voprosy Onkologii.* 2022; 68 (3): 303–312. <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2022-68-3-286-293> (In Russian)
5. Cathcart-Rake E.J., Ruddy K.J., Bleyer A., Johnson R.H. Breast Cancer in Adolescent and Young Adult Women Under the Age of 40 Years. *JCO Oncol. Pract.* 2021; 17 (6): 305–313. <http://doi.org/10.1200/op.20.00793>
6. Desreux J.A.C. Breast cancer screening in young women. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2018; 230: 208–211. <http://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2018.05.018>
7. Nazari S.S., Mukherjee P. An overview of mammographic density and its association with breast cancer. *Breast Cancer.* 2018; 25 (3): 259–267. <http://doi.org/10.1007/s12282-018-0857-5>
8. Scheel J.R., Lee J.M., Sprague B.L. et al. Screening ultrasound as an adjunct to mammography in women with mammographically dense breasts. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2015; 212 (1): 9–17. <http://doi.org/10.1016/j.ajog.2014.06.048>
9. Jorgensen K.J., Zahl P.-H., Gotzsche P.C. Breast cancer mortality in organised mammography screening in Denmark: comparative study. *BMJ.* 2010; 340 (mar. 23, 1): c1241–c1241. <http://doi.org/10.1136/bmj.c1241>
10. Rebolj M., Assi V., Brentnall A. et al. Addition of ultrasound to mammography in the case of dense breast tissue: systematic review and meta-analysis. *Br. J. Cancer.* 2018; 118 (12): 1559–1570. <http://doi.org/10.1038/s41416-018-0080-3>
11. 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.* 2017; 28 (2): 592–601. <http://doi.org/10.1007/s00330-017-5011-9>
12. Xin Y., Zhang X., Yang Y. et al. A multicenter, hospital-based and non-inferiority study for diagnostic efficacy of automated whole breast ultrasound for breast cancer in China. *Sci. Reports.* 2021; 11 (1): 13902. <http://doi.org/10.1038/s41598-021-93350-1>
13. Monticciolo D.L., Newell M.S., Moy L. et al. Breast Cancer Screening in Women at Higher-Than-Average Risk: Recommendations From the ACR. *J. Am. Coll. Radiol.* 2018; 15 (3): 408–414. <http://doi.org/10.1016/j.jacr.2017.11.034>
14. 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; 81 (5): 873–878. <http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2011.02.038>
15. 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; 81 (11): 3190–3200. <http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2012.01.034>
16. Kotsianos-Hermle D., Wirth S., Fischer T. et al. First clinical use of a standardized three-dimensional ultrasound for breast imaging. *Eur. J. Radiol.* 2009; 71 (1): 102–108. <http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2008.04.002>
17. Kim S.H., Kang B.J., Choi B.G. et al. Radiologists' Performance for Detecting Lesions and the Interobserver Variability of Automated Whole Breast Ultrasound. *Korean J. Radiol.* 2013; 14 (2): 154. <http://doi.org/10.3348/kjr.2013.14.2.154>
18. Prosch H., Halbwachs C., Strobl C. et al. Automatisierter Brustultraschall vs. handgeführter Brustultraschall: BI-RADS-Einstufung, Untersuchungsdauer und Ergebnisqualität der Untersuchung. *Ultraschall Med. – Eur. J. Ultrasound.* 2011; 32 (05): 504–510. <http://doi.org/10.1055/s-0031-1273414>
19. Skaane P., Gullien R., Eben E.B. et al. Interpretation of automated breast ultrasound (ABUS) with and without knowledge of mammography: a reader performance study. *Acta Radiol.* 2015; 56 (4): 404–412. <http://doi.org/10.1177/0284185114528835>
20. Chen L., Chen Y., Diao X.H. et al. Comparative Study of Automated Breast 3-D Ultrasound and Handheld B-Mode Ultrasound for Differentiation of Benign and Malignant Breast Masses. *Ultrasound Med. Biol.* 2013; 39 (10): 1735–1742. <http://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2013.04.003>
21. Lin X., Jia M., Zhou X. et al. The diagnostic performance of automated versus handheld breast ultrasound and mammography in symptomatic outpatient women: a multicenter, cross-sectional study in China. *Eur. Radiol.* 2020; 31 (2): 947–957. <http://doi.org/10.1007/s00330-020-07197-7>



Для корреспонденции*: Гаранина Анна Эдуардовна – e-mail: anna.garanina.90@mail.ru

Гаранина Анна Эдуардовна – аспирант кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО “Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова”; врач ультразвуковой диагностики Клиники СМТ АО Поликлинический комплекс, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0009-0001-8193-6657>

Холин Александр Васильевич – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики ФГБОУ ВО “Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0001-8227-1530>.

Contact*: Anna E. Garanina – e-mail: anna.garanina.90@mail.ru

Anna E. Garanina – PhD student at the Department of Radiation Diagnostics, I.I. Mechnikov NorthWestern State Medical University; ultrasound diagnostic doctor of SMT Clinic JSC Polyclinic Complex, St.-Petersburg. <https://orcid.org/0009-0001-8193-6657>

Aleksandr V. Kholin – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Radiation Diagnostics of I.I. Mechnikov NorthWestern State Medical University, St.-Petersburg. <https://orcid.org/0000-0001-8227-1530>
