

СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ 2D- И 3D-УЗИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРА И КОЛИЧЕСТВА НОВООБРАЗОВАНИЙ У ЖЕНЩИН С ПЛОТНОЙ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗОЙ

А.Э. Гаранина^{1,2*}, А.В. Холин¹

¹ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова», Санкт-Петербург

² Клиника СМТ АО «Поликлинический комплекс», Санкт-Петербург

COMPARISON OF 2D AND 3D ULTRASOUND POTENTIALS TO DETERMINE THE SIZE AND NUMBER OF NEOPLASMS IN WOMEN WITH A DENSE BREAST

A.E. Garanina^{1,2*}, A.V. Kholin¹

¹ I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, St.-Petersburg, Russia

² SMT Clinic JSC Polyclinic Complex, St. Petersburg, Russia

*E-mail: anna.garanina.90@mail.ru

Аннотация

В сочетании с маммографией (ММГ) ультразвуковое исследование (УЗИ) молочных желез (МЖ) получило широкое признание в качестве диагностического инструмента для оценки и характеристики пальпируемых и непальпируемых образований МЖ. Автоматизированное УЗИ молочной железы (3D-УЗИ) позволяет стандартизировать сканирование и снижает зависимость от оператора по сравнению с традиционным ультразвуковым исследованием (2D-УЗИ). **Цель исследования** – провести сравнительное исследование определения локализации и размера образований методами 2D- и 3D-УЗИ у женщин с плотной МЖ. **Материалы и методы.** С февраля 2019 по май 2023 г. проводилось ретро-проспективное клиническое исследование, в котором приняли участие 628 пациенток до 40 лет и 655 пациенток 40 лет и старше. Всем пациенткам выполнялось 2D-УЗИ и автоматизированное 3D-УЗИ. Пациенткам 40 лет и старше также выполняли ММГ. Проводили сравнение количества и размеров выявленных образований. **Результаты.** В группе пациенток до 40 лет статистически значимой разницы по показателю «размер узлов» не было выявлено. В сравнении методов 2D-УЗИ и 3D-УЗИ в группе 40 лет и старше также не было выявлено разницы ни по количеству узлов, ни по размерам узлов. В то же время при сравнении методов 2D-УЗИ/3D-УЗИ и ММГ выявлена статистически значимая разница в пользу УЗИ в выявлении размеров 0.5–1.0 см, 1.1–1.5 см, 2.5–3.0 см и в пользу ММГ при размерах более 3 см ($p = 0.023$). Также найдена разница в пользу всех методов УЗИ при обнаружении одного или двух узлов и нахождении узлов в целом по сравнению с ММГ. **Заключение.** Размер и количество узлов, выявленных с помощью 3D-УЗИ, сопоставимы с 2D-УЗИ. При применении этих методов отмечен больший процент выявления образований менее 2 см в сравнении с применением ММГ. Метод 3D-УЗИ имеет улучшенную визуализацию мультицентричных и мультифокальных очагов, может использоваться для оперативного планирования, имеет улучшенную визуализацию участков нарушения архитектоники благодаря уникальному коронарному срезу, позволяет более четко определить размеры образований, проводить повторный анализ данных благодаря возможности архивного хранения и возможности сопоставлять размеры очагов при динамическом наблюдении и на фоне неoadъювантного лечения.

Ключевые слова: рак молочной железы, ультразвуковое исследование, автоматизированное объемное сканирование молочных желез, размер узлов, количество узлов.

Abstract

Breast ultrasound in combination with mammography (MMG) has gained a wide recognition as a diagnostic tool for the assessment of palpable and nonpalpable breast neoplasms. Automated breast ultrasound (3D ultrasound) allows to standardize scanning and to reduce operator's involvement comparing to traditional ultrasound (2D ultrasound). **Purpose.** To make a comparative study on determining localization and size of neoplasms in women with a dense breast using 2D and 3D ultrasound examinations. **Materials and methods.** From February 2019 to May 2023, a retro-prospective clinical study was conducted. 628 patients under 40 and 655 patients older than 40 were enrolled in it. All patients were examined with 2D ultrasound and automated 3D ultrasound. MMG was also made to patients aged 40 and older. Findings of the formation number and size were compared. **Results.** In patients under 40, no statistically significant difference on parameter "size of formation" was registered. In patients aged 40 and older, no difference was also registered on nodule number and size when comparing findings of 2D and 3D ultrasound examination. At the same time, when comparing 2D ultrasound/3D ultrasound and MMG, a statistically significant difference was revealed in favor of ultrasound in identifying size 0.5–1.0 cm, 1.1–1.5 cm, 2.5–3.0 cm, and in favor of MMG in size greater than 3 cm ($p = 0.023$). All ultrasound techniques reveal better one formation and two formations; and, as a whole, they reveal nodules better, if to compare to MMG. **Conclusion.** Detection of nodule size and number by 3D ultrasound and 2D ultrasound is at the similar level, while detection of formations less than 2 cm with ultrasound is much better, if to compare to MMG. 3D ultrasound technique has improved visualization of multicentric and multifocal nodules; it also can be used for surgery planning. It has an improved visualization of architectonics impairments due to the unique coronary section. It defines nodule size more accurate;

it also allows to made a repeated analysis of findings as well as to compare nodule size during dynamic observation and under neoadjuvant treatment due to the archival storage.

Keywords: breast cancer, ultrasound, automated volumetric breast scanning, nodule size, number of nodules.

Ссылка для цитирования: Гаранина А.Э., Холин А.В. Сравнение возможностей 2D- и 3D-УЗИ для определения размера и количества новообразований у женщин с плотной молочной железой. *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2024; 4: 39–43.

Введение

В сочетании с маммографией (ММГ) ультразвуковое исследование (УЗИ) молочных желез (МЖ) получило широкое признание в качестве диагностического инструмента для оценки и характеристики пальпируемых и непальпируемых образований МЖ [1–4]. Поскольку ММГ имеет ограничения в выявлении злокачественных новообразований, скрытых в плотной фиброзно-железистой ткани, возникает необходимость в дополнительном скрининговом исследовании, которое может быть автоматизированным, удобным в использовании, приемлемым для пациента, воспроизводимым и надежным [5]. Результаты некоторых исследований [6] указывают, что использование скринингового 2D-УЗИ МЖ у женщин с плотной тканью молочной железы было эффективно. Однако эти результаты имеют недостаточную воспроизводимость в отношении характеристик обнаруженного образования, особенно для небольших по размеру образований [7].

Недавние исследования 3D-УЗИ показали, что использование 3D-УЗИ в дополнение к ММГ повышает точность обнаружения рака молочной железы [8, 9]. Современные аппараты 3D-УЗИ обладают такими преимуществами, как воспроизводимость, практичность с точки зрения обследования больших участков молочной железы и снижение зависимости от оператора [10]. Известно, что 2D-УЗИ молочной железы используются для мониторинга размера опухоли после неoadъювантной химиотерапии [11], современные установки 3D-УЗИ также могут быть полезны у пациентов, получающих неoadъювантную химиотерапию. Ожидается высокая воспроизводимость точной характеристики поражения с помощью 3D-УЗИ [12].

Следует изучить различные возможности 3D-УЗИ, преимущественно в сравнении со стандартным методом 2D-УЗИ, особенно с точки зрения потенциальной воспроизводимости результатов. В настоящем исследовании было решено провести сравнительное исследование 2D-УЗИ и 3D-УЗИ в определении размера и локализации образований МЖ.

Цель исследования – провести сравнительное исследование определения локализации и размера образований методами 2D- и 3D-УЗИ у женщин с плотной МЖ.

Материалы и методы

С февраля 2019 по май 2023 г. было проведено ретро-проспективное клиническое исследование. Среди исследуемых диагностических методик рассматривались 2D-УЗИ и автоматизированное 3D-УЗИ. Исследование проводили среди женщин моложе 40 лет (группа А) и женщин 40 лет и старше (группа Б). Диагностическая маммография была обязательным исследованием для пациенток 40 лет и старше. Протокол настоящего исследования был одобрен на заседании локального этического комитета Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова № 9 от 12.10.2022 г.

Описание выборки и групп

В исследовании приняли участие 628 пациенток до 40 лет с медианой возраста 35 [Q1–Q3: 32; 37] лет; (минимальный возраст пациенток составил 20 лет), а также 655 пациенток в возрасте 40 лет и старше с медианой возраста 49 [Q1–Q3: 45; 56.5] лет (максимальный возраст составил 69 лет). Основные характеристики пациенток, прошедших исследование, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные характеристики пациенток, прошедших исследование (процентная доля [95%-ный доверительный интервал])

Показатель	Группа А		Группа Б	
Репродуктивный статус				
Менопауза более пяти лет	23.885% (150/628)	[0.21; 0.27]	25.954% (170/655)	[0.23; 0.3]
Менопауза до пяти лет	21.975% (138/628)	[0.19; 0.25]	15.115% (99/655)	[0.13; 0.18]
Оперативная менопауза	0.637% (4/628)	[0; 0.02]	0% (0/655)	[0; 0.01]
Пременопауза	32.006% (201/628)	[0.28; 0.36]	35.725% (234/655)	[0.32; 0.4]
Репродуктивный возраст	21.497% (135/628)	[0.18; 0.25]	23.206% (152/655)	[0.2; 0.27]
Операции на МЖ				
Были операции	1.752% (11/628)	[0.01; 0.03]	0% (0/655)	[0; 0.01]
Не было операций	98.248% (617/628)	[0.97; 0.99]	100% (655/655)	[0.99; 1]
Прием гормональных препаратов				
Да	22.611% (142/628)	[0.19; 0.26]	18.779% (123/655)	[0.16; 0.22]
Нет	77.389% (486/628)	[0.74; 0.81]	81.221% (532/655)	[0.78; 0.84]
Наследственная предрасположенность				
Есть	39.65% (249/628)	[0.36; 0.44]	33.282% (218/655)	[0.3; 0.37]
Нет	60.35% (379/628)	[0.56; 0.64]	66.718% (437/655)	[0.63; 0.7]

Таблица 2

Результаты определения размера и количества узлов в группе пациенток до 40 лет (процентная доля [95%-ный доверительный интервал])

Показатель	2D-УЗИ	3D-УЗИ	p
Размеры узлов			
0.5–1.0 см	10.912% (79/724) [0.09; 0.13]	13.398% (97/724) [0.11; 0.16]	0.1716
1.1–1.5 см	14.641% (106/724) [0.12; 0.17]	14.503% (105/724) [0.12; 0.17]	1
1.5–2.0 см	2.762% (20/724) [0.02; 0.04]	4.282% (31/724) [0.03; 0.06]	0.154
2.1–2.5 см	0.829% (6/724) [0; 0.02]	0% (0/724) [0; 0.01]	0.04081
2.5–3.0 см	2.624% (19/724) [0.02; 0.04]	3.453% (25/724) [0.02; 0.05]	0.444
Нет	68.232% (494/724) [0.65; 0.72]	64.365% (466/724) [0.61; 0.68]	0.1333
Количество узлов			
Один	22.79% (165/724) [0.2; 0.26]	27.072% (196/724) [0.24; 0.3]	0.0484
Два	3.453% (25/724) [0.02; 0.05]	3.453% (25/724) [0.02; 0.05]	1
Три	1.867% (15/724) [0.01; 0.03]	1.657% (12/724) [0.01; 0.03]	1
Множественные	3.453% (25/724) [0.02; 0.05]	3.453% (25/724) [0.02; 0.05]	1
Не определяют	68.232% (494/724) [0.65; 0.72]	64.365% (466/724) [0.61; 0.68]	0.09484

Примечание. Жирным шрифтом выделены статистически достоверные различия.

Описание 3D-УЗИ

В настоящем исследовании использовали трехмерную автоматизированную ультразвуковую систему Invenia (3D-УЗИ), производитель GE Healthcare (Саннивейл, Калифорния, США), 2018 года выпуска. Сканирование 3D-УЗИ было непрерывным и автоматизированным. В течение исследования женщин попросили не двигаться, не разговаривать и дышать ровно. Выполнял исследование сертифицированный персонал со средним медицинским образованием.

После завершения сбора данных ультразвуковой системой весь массив передавался на специальную рабочую станцию для интерпретации. Оценка изображений 3D-УЗИ выполнял врач ультразвуковой диагностики со стажем работы более семи лет. Фиксировалось общее время, необходимое для подготовки пациента и получения 3D-УЗИ.

Описание маммографии

Пациентки прошли двухпроекционную цифровую маммографию (в медиолатеральной косой и краниокаудальной проекции) обеих МЖ. Маммографию также выполняли женщинам моложе 40 лет в случае положительного семейного или личного анамнеза (рак молочной железы) с использованием оборудования Plannet Clarity 3D с функцией томосинтеза (Финляндия). Оценка изображений проводил рентгенолог со стажем работы более 10 лет.

Описание УЗИ

УЗИ выполняли два врача ультразвуковой диагностики со стажем работы более семи лет с использованием устройств для проведения 2D-УЗИ: GE LOGIQS 8 (GE Medical Systems, Милуоки, Висконсин, США), Toshiba Aplio 300 (Canon, Япония) – ультразвуковые системы экспертного класса.

Статистический анализ

Статистическую обработку проводили с помощью программы Statistics 12 (StatSoft Inc., США). Для определения числа наблюдений при каждом типе воздействия в каждой группе производили расчет мощности пропорций при уровне значимости 95%. Для описания количественных показателей проводили оценку на нормальность распределения, в качестве метода использовали критерий Шапиро – Уилка. Пере-

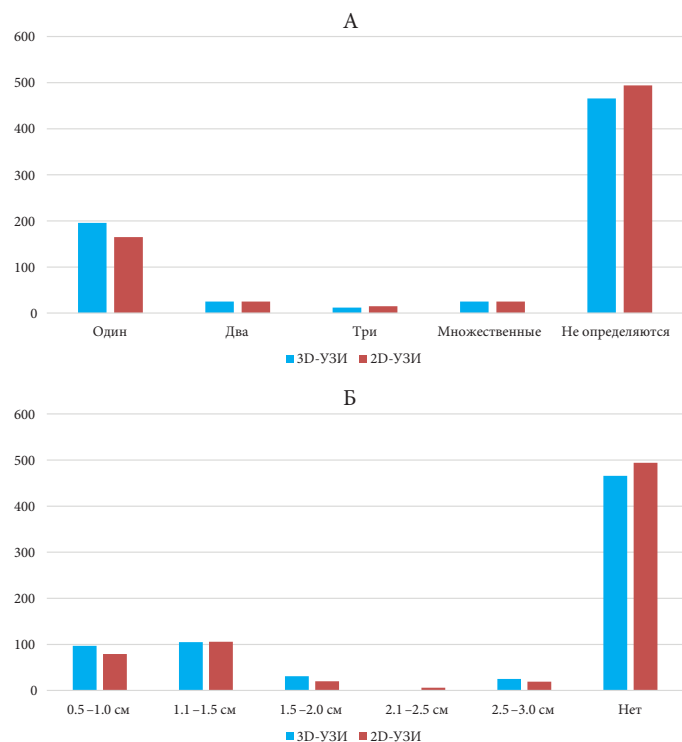


Рис. 1. Результаты определения размера (А) и количества узлов (Б) в группе пациенток до 40 лет

менные, имеющие нормальное распределение, описывали как среднее $\pm$ стандартное отклонение ($M \pm SD$). Переменные, распределение которых отличалось от нормального, описывались при помощи значений медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей ($Q1$ – $Q3$).

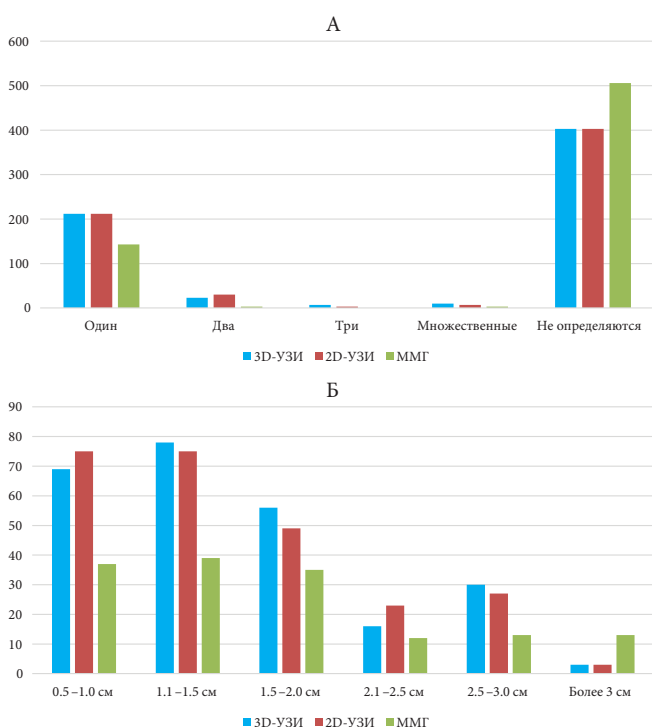
Результаты

Группа пациенток до 40 лет

Основные результаты исследования в группе пациенток до 40 лет представлены в табл. 2 и на рис. 1. По показателю «размер узлов» статистически значимой разницы не было

Результаты определения размера и количества узлов в группе пациенток 40 лет и старше (процентная доля [95%-ный доверительный интервал])

Показатель	2D-УЗИ		ММГ		3D-УЗИ	
Размеры узлов						
0.5–1.0 см	11.45% (75/655)	[0.09; 0.14]	5.649% (37/655)	[0.04; 0.08]	10.534% (69/655)	[0.08; 0.13]
1.1–1.5 см	11.45% (75/655)	[0.09; 0.14]	5.954% (39/655)	[0.04; 0.08]	11.908% (78/655)	[0.1; 0.15]
1.5–2.0 см	7.481% (49/655)	[0.06; 0.1]	5.344% (35/655)	[0.04; 0.07]	8.55% (56/655)	[0.07; 0.11]
2.1–2.5 см	3.511% (23/655)	[0.02; 0.05]	1.832% (12/655)	[0.01; 0.03]	2.443% (16/655)	[0.01; 0.04]
2.5–3.0 см	4.122% (27/655)	[0.03; 0.06]	1.985% (13/655)	[0.01; 0.03]	4.58% (30/655)	[0.03; 0.07]
Более 3 см	0.458% (3/655)	[0; 0.01]	1.985% (13/655)	[0.01; 0.03]	0.458% (3/655)	[0; 0.01]
Количество узлов						
Один	31.756% (212/655)	[0.28; 0.35]	21.570% (143/655)	[0.18; 0.25]	32.018% (212/655)	[0.28; 0.35]
Два	4.58% (30/655)	[0.03; 0.07]	0.458% (3/655)	[0; 0.01]	3.511% (23/655)	[0.02; 0.05]
Три	0.458% (3/655)	[0; 0.01]	0% (0/655)	[0; 0.01]	1.069% (7/655)	[0; 0.02]
Множественные	1.069% (7/655)	[0; 0.02]	0.458% (3/655)	[0; 0.01]	1.527% (10/655)	[0.01; 0.03]
Не определяются	61.527% (403/655)	[0.59; 0.66]	77.252% (506/655)	[0.74; 0.81]	61.527% (403/655)	[0.58; 0.66]

**Рис. 2. Результаты определения размера (А) и количества узлов (Б) в группе пациенток 40 лет и старше**

выявлено, кроме размера 2.1–2.5 см ($p = 0.04081$), только при применении метода 2D-УЗИ были обнаружены узлы указанных размеров. По показателю «количество узлов» выявлена статистически значимая разница по одиночным узлам в пользу метода 3D-УЗИ ($p = 0.0484$).

Группа пациенток 40 лет и старше

При сравнении методов 2D-УЗИ и 3D-УЗИ в возрастной категории 40 лет и старше не было выявлено разницы ни по количеству узлов, ни по размерам узлов.

При сравнении методов 2D-УЗИ и ММГ выявлена статистически значимая разница в пользу УЗИ в выявлении

размеров 0.5–1.0 см ($p = 0.00025$), 1.1–1.5 см ($p = 0.0006$), 2.5–3.0 см ($p = 0.036$) и в пользу ММГ при размерах более 3 см ($p = 0.023$). Найдена разница при сравнении этих методов в пользу 2D-УЗИ при обнаружении одного узла ($p < 0.0001$), двух узлов ($p < 0.0001$) и нахождении узлов в целом ($p < 0.0001$).

При сравнении методов 3D-УЗИ и ММГ выявлена статистически значимая разница в пользу УЗИ в выявлении размеров 0.5–1.0 см ($p = 0.001685$), 1.1–1.5 см ($p = 0.000232$), 1.5–2.0 см ($p = 0.02975$), 2.5–3.0 см ($p = 0.0131$) и в пользу ММГ при размерах более 3 см ($p = 0.02358$).

Также найдена разница при сравнении этих методов в пользу 3D-УЗИ при обнаружении одного узла ($p = 0.00016$), двух узлов ($p < 0.0001$), трех узлов ($p = 0.02297$) и нахождении узлов в целом ($p < 0.0001$).

Результаты исследования в группе пациенток 40 лет и старше представлены в табл. 3 и на рис. 2.

Обсуждение

На сегодняшний день 3D-УЗИ рассматривается как дополнительный инструмент скрининга с изучением его возможностей по сравнению с 2D-УЗИ [13]. Конечной целью успешной программы скрининга является раннее выявление рака молочной железы [14].

3D-УЗИ имеет потенциал использования в качестве рутинной скрининговой методики. Кроме того, описание доброкачественных образований не менее важно. В нашем исследовании мы обнаружили высокую надежность определения размеров и количества образований. Результаты некоторых исследований свидетельствуют о том, что 3D-УЗИ обеспечивает воспроизводимые изображения, а последующее наблюдение пациенток как с доброкачественными, так и со злокачественными образованиями эффективно с помощью данной методики [15].

Н. Chen и коллеги в 2021 г. [16] выявили соответствие между 3D-УЗИ и 2D-УЗИ в случаях злокачественных поражений молочной железы. 3D-УЗИ может служить эффективным инструментом для оценки распространенности опухоли при раке молочной железы со степенью точности, аналогичной 2D-УЗИ и большей, чем

ММГ, что в целом совпадает с полученной нами картиной, однако в исследовании Н. Chen рассматривались злокачественные образования.

Результаты нашего исследования продемонстрировали, что методы УЗИ эффективны и сопоставимы между собой для определения малых размеров образований, что согласуется с результатами других исследований [17, 18].

Дальнейшие исследования с использованием этого метода должны попадать в системные программы скрининга с охватом большего количества центров и специалистов, предоставляя информацию об эффективности метода и экономической выгоде от его использования на рутинной основе.

Выводы

1. Изучаемые методы 3D-УЗИ и 2D-УЗИ лучше выявляют образования менее 2 см в сравнении с ММГ, в то время как в сравнении между собой УЗ-методы не имеют разницы в определении размера и количества очагов.
2. Метод 3D-УЗИ имеет улучшенную визуализацию мультицентричных и мультифокальных очагов, участков нарушения архитектоники, а также возможность более точного оперативного планирования благодаря уникальному коронарному срезу.
3. При использовании метода 3D-УЗИ в сравнении с 2D-УЗИ более четко визуализируются размеры и локализация образований благодаря автоматическому определению расстояния от соска и от кожи.
4. Метод 3D-УЗИ позволяет проводить повторный анализ данных благодаря возможности архивного хранения и возможности сопоставлять размеры очагов при динамическом наблюдении и на фоне неoadъювантного лечения.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Barba D. et al. Breast cancer, screening and diagnostic tools: All you need to know // Critical reviews in oncology/hematology. – 2021. – V. 157. – P. 103174.
2. Alshehri A. et al. Breast Cancer diagnosis using artificial intelligence approaches: a systematic literature review // Intelligent Automation & Soft Computing. – 2023. – V. 37. – No 1. – P. 939 – 970. DOI: 10.32604/iasc.2023.037096.
3. Joshi P. et al. Performance evaluation of digital mammography, digital breast tomosynthesis and ultrasound in the detection of breast cancer using pathology as gold standard: an institutional experience // Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine. – 2022. – V. 53. – P. 1–11.
4. Holm J. et al. Risk factors and tumor characteristics of interval cancers by mammographic density. – 2020.
5. Vourtsis A. et al. Breast density implications and supplemental screening // European radiology. – 2019. – V. 29. – P. 1762–1777.
6. Dileep G. et al. Artificial intelligence in breast cancer screening and diagnosis // Cureus. – 2022. – V. 14. – No 10.
7. Iranmakani S. et al. A review of various modalities in breast imaging: technical aspects and clinical outcomes // Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine. – 2020. – V. 51. – P. 1–22.
8. Гаранина А.Э. и др. Современные методы визуализации образований молочных желез (обзорная статья) // Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. – 2023. – Т. 6. – № 3. – С. 41–48. [Garanina A.E. et al. Modern methods of imaging of breast neoplasms (literature review) // Journal of oncology: diagnostic radiology and radiotherapy. – 2023. – V. 6. – No 3. – P. 41–48. In Russian]. DOI: 10.37174/2587-7593-2023-6-3-41-48.
9. Литвинова С.П. и др. Поиск новых решений ультразвуковой диагностики рака молочной железы // Сибирское медицинское обозрение. – 2020. – № 4 (124). – С. 20–28. [Litvinova S.P. et al. New solutions search for mammary gland cancer ultrasonic diagnostics // Siberian Medical Review. – 2020. – No 4 (124). – P. 20–28. In Russian]
10. Vourtsis A. Three-dimensional automated breast ultrasound: technical aspects and first results // Diagnostic and interventional imaging. – 2019. – V. 100. – No 10. – P. 579–592.
11. Zheng D. et al. Overview of artificial intelligence in breast cancer medical imaging // Journal of Clinical Medicine. – 2023. – V. 12. – No 2. – P. 419.
12. Villa-Camacho J.C. et al. Artificial intelligence for breast US // Journal of Breast Imaging. – 2023. – V. 5. – No 1. – P. 11–20.
13. Autier P. et al. Effect of screening mammography on the risk of breast cancer death and of all-cause death: A systematic review with meta-analysis of cohort studies // Journal of Clinical Epidemiology. – 2024. – P. 111426.
14. Dan Q. et al. Ultrasound for breast cancer screening in resource-limited settings: current practice and future directions // Cancers. – 2023. – V. 15. – No 7. – C. 2112.
15. Boca I. et al. Pros and cons for automated breast ultrasound (ABUS): a narrative review // Journal of Personalized Medicine. – 2021. – V. 11. – No 8. – P. 703.
16. Chen H. et al. Dependability of automated breast ultrasound (ABUS) in assessing breast imaging reporting and data system (BI-RADS) category and size of malignant breast lesions compared with handheld ultrasound (HHUS) and mammography (MG) // International Journal of General Medicine. – 2021. – P. 9193–9202.
17. Mostafa A.A.E. et al. Automated breast ultrasound (ABUS) as a screening tool: initial experience // Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine. – 2019. – V. 50. – P. 1–6.
18. Dar R.A. et al. Breast cancer detection using deep learning: Datasets, methods, and challenges ahead // Computers in biology and medicine. – 2022. – V. 149. – P. 106073.