

Молочная железа. Специальная сессия под редакцией профессора С.С. Багненко
Breast. Special session edited by professor S.S. Bagnenko

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1165>

Методика фьюжн-биопсии, или виртуальной сонографии в режиме реального времени (RVS), – первый опыт верификации зон контрастирования молочной железы под совмещенным УЗ/МР-контролем

© Бусько Е.А.^{1,2*}, Шагал М.А.¹, Васильев А.В.¹, Аполлонова В.С.¹, Целуйко А.И.¹, Табагуа Т. Т.^{1,4}, Тятьков С.А.¹, Кулиш А.В.¹, Багненко С.С.^{1,3}, Шевкунов Л.Н.¹

¹ ФГБУ “Национальный медицинский центр онкологии им. Н.Н. Петрова”; 197758 Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО “Санкт-Петербургский государственный университет”; 199034 Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО “Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет”; 194100 Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2, Российская Федерация

⁴ ФГБОУ ВО “Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова” Минздрава России; 197022 Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8, Российская Федерация

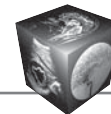
К актуальным проблемам современной онкологии относится ранняя диагностика рака молочной железы. Однако сложности возникают не только на этапе диагностики, но и при верификации процесса. Взятие материала путем чрескожной трепанобиопсии под контролем медицинской визуализации является “золотым стандартом” верификации непальпируемых образований молочной железы, ключевым моментом является выбор метода визуального контроля. Однако на данный момент нет универсальной методики, обладающей всеми требованиями: хорошей визуализацией очага, удобством и доступностью выполнения биопсии. Фьюжн-биопсия, или виртуальная сонография в режиме реального времени, смогла совместить диагностические преимущества МРТ и доступность метода УЗИ.

Цель исследования: оптимизировать методику фьюжн-биопсии под совмещенным УЗ/МР-контролем для верификации патологических образований молочной железы, выявленных по результатам МРТ и оккультных при УЗИ и МГ.

Материал и методы. В исследование вошли данные 30 пациенток с отягощенным онкологическим анамнезом и выявленными патологическими очагами в молочных железах по результатам МРТ с динамическим контрастным усилением (ДКУ) (категория BI-RADS 4, 5) и оккультными при МГ УЗИ. Всем пациентам выполняли предбиопсийную МР-разметку, сопоставление изображений МРТ и УЗИ в режиме реального времени, трепанобиопсию патологического очага или эксцизионную биопсию с последующим морфологическим исследованием.

Результаты. Методика проведения фьюжн-биопсии молочной железы была отработана на основании научных публикаций и оптимизирована с учетом технологического оснащения НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова. Был разработан алгоритм выполнения процедуры, включающий следующие этапы: оценка “диагностической” МРТ молочной железы с ДКУ (в prone-позиции) для оценки изменений молочных желез, выявления патологического очага; подготовительный этап – предбиопсийная МР-разметка (в позиции супинации) с МР-контрастными метками; сопоставление на ультразвуковом аппарате изображений МРТ и УЗИ; выполнение трепанобиопсии; гистологическое исследование.

Заключение. Фьюжн-биопсия является перспективной методикой забора гистологического материала, которая может получить широкое распространение в диагностике патологических образований молочной железы. Данная методика объединяет в себе простоту использования УЗИ как метода визуального контроля при выполнении биопсии патологических изменений и высокую чувствительность МРТ при диагностике патологии молочных желез.



Ключевые слова: МРТ, УЗИ, биопсия молочной железы, рак молочной железы, фьюжн-биопсия, виртуальная сонография в режиме реального времени

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Бусько Е.А., Шагал М.А., Васильев А.В., Аполлонова В.С., Целуйко А.И., Табагуа Т.Т., Тятков С.А., Кулиш А.В., Багненко С.С., Шевкунов Л.Н. Методика фьюжн-биопсии, или виртуальной сонографии в режиме реального времени (RVS), – первый опыт верификации зон контрастирования молочной железы под совместным УЗ/МР-контролем. *Медицинская визуализация*. 2023; 27 (1): 46–56. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1165>

Fusion biopsy or real time virtual sonography (RVS) technique – the first experience in verification of hypervascular breast lesions under combined US/MR control

© Ekaterina A. Busko^{1,2*}, Maria A. Shagal¹, Alexander V. Vasiliev¹, Vera S. Apollonova¹, Andrey I. Tseluiko¹, Tengiz T. Tabagua^{1,4}, Stanislav A. Tiatkov¹, Anna V. Kulish¹, Sergey S. Bagnenko^{1,3}, Lev N. Shevkunov¹

¹ N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology; 68, Leningradskaya str., Pesochny, St. Petersburg, 197758, Russian Federation

² Saint-Petersburg State University; 7/9, Universitetskaya emb., St. Petersburg 199034, Russian Federation

³ Saint-Petersburg State Pediatric Medical University; 2, Litovskaya str., St. Petersburg 194100, Russian Federation

⁴ Pavlov First Saint Petersburg State Medical University; 6-8, Lev Tolstoy str., St. Petersburg 197022, Russian Federation

One of the actual problems of oncology is the early diagnosis of breast cancer. However, there are some difficulties not only in diagnostic but also in the verification of lesions. Image-guided cor-biopsy nowadays became the gold standard for verification of non-palpable breast lesions. The main issue is to choose the method of visualization. According to up-to-date recommendations, there is no universal method with all requirements (high visualization quality, convenience, and accessibility for biopsy). Fusion-biopsy or virtual real-time sonography can combine MRI diagnostic potential and facility of US

Aim: to leverage the technique of fusion biopsy under combined ultrasound/MR control for verification of breast lesions identified only on MRI and occult on MG and US.

Methods. 30 high-risk patients, who had pathological breast lesions detected by diagnostic CE-MRI, classified as BI-RADS 4, 5 yet occult on the other visualization methods were enrolled in the study. All patients underwent supine MRI prebiopsy examination, real-time virtual sonography of the lesions, image-guided biopsy or excisional biopsy, histopathologic examination.

Results. The breast fusion-biopsy method was developed based on up-to-date scientific publications and optimized for the technical equipment of N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology. According to the designed protocol of examination, there were the following steps: interpretation of breast CE-MRI in the standard prone position for breast lesion detection, prebiopsy CE-MRI performed in the supine position, real-time virtual sonography for comparison of breast MRI and US, histopathologic examination.

Conclusion. being one of the perspectives methodic of morphological verification Fusion-biopsy might become a more common procedure in breast lesions diagnostics. The simplicity of US-guided biopsy and high MRI breast diagnostic sensitivity are combined in fusion-biopsy technology.

Keywords: MRI, ultrasound, breast biopsy, breast cancer, fusion biopsy, real-time virtual sonography

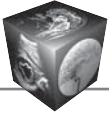
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Busko E.A., Shagal M.A., Vasiliev A.V., Apollonova V.S., Tseluiko A.I., Tabagua T.T., Tiatkov S.A., Kulish A.V., Bagnenko S.S., Shevkunov L.N. Fusion biopsy or real time virtual sonography (RVS) technique – the first experience in verification of hypervascular breast lesions under combined US/MR control. *Medical Visualization*. 2023; 27 (1): 46–56. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1165>

Received: 31.03.2022.

Accepted for publication: 11.11.2022.

Published online: 28.12.2022.



Введение

Одной из актуальных проблем современной онкологии является ранняя диагностика рака молочной железы (РМЖ). Однако сложности возникают не только на этапе диагностики, но и на этапе верификации процесса, особенно непальпируемых образований, требующих обязательной визуальной навигации при биопсии [1, 2].

В соответствии с актуальными рекомендациями, опубликованными в 2010 г. Европейским обществом визуализации молочной железы EUSOBI [3], все выявленные новообразования, подозрительные на злокачественные, требуют гистологической верификации перед дальнейшим оперативным или химиотерапевтическим лечением.

Взятие материала путем чрескожной трепанобиопсии под контролем медицинской визуализации практически полностью заменяет диагностические хирургические вмешательства [2]. Для верификации РМЖ ключевое значение имеет адекватное взятие гистологического материала с дальнейшим гистологическим и иммуногистологическим исследованием для определения рецепторного статуса опухоли [4].

Для наведения трепан-иглы может быть использован ультразвуковой, маммографический и магнитно-резонансный контроль [5].

Наиболее часто используемым и широкодоступным методом визуального контроля является ультразвуковое исследование (УЗИ). Взятие материала под ультразвуковым контролем возможно исключительно при хорошей визуализации изменений в молочной железе по УЗИ. Проведение данной методики занимает минимальное время, не требует специального оборудования и достаточно легко переносится пациентками [5].

Биопсия под контролем маммографии (МГ) (маммотест) проводится реже, так как визуализация патологических изменений по результатам МГ возможна в случае низкой плотности ткани молочной железы (типы А и В по классификации АСР), в то время как в случае высокой плотности ткани молочной железы (типы С и D) визуализация патологических изменений крайне затруднена. Процедура сопряжена с наличием лучевой нагрузки, связанной с выполнением серии снимков не только для четкой визуализации патологических изменений, но и последующим контролем правильности выполнения биопсии, требует дополнительного оборудования, такого как специализированная приставка, проведение процедуры возможно исключительно в кабинете маммографии, занимает больше времени, чем выполнение биоп-

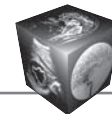
сии под контролем ультразвука. Основное показание к проведению маммотеста является верификация зон скопления микрокальцинатов [6].

Несомненно, магнитно-резонансная томография (МРТ) молочных желез с динамическим контрастным усилением (ДКУ) является одной из наиболее чувствительных методик с диагностической эффективностью 86–100% [7–10]. Однако биопсия под контролем МРТ крайне редко применяется для визуального контроля при заборе материала, что связано с техническими сложностями, длительностью процедуры, необходимостью дополнительного приобретения специального оборудования (приставка для биопсии, магнитные биопсийные иглы), высокой стоимостью процедуры, неудобным для пациента положением лежа на животе [11, 12].

Начиная с 2012 г. появилась техническая возможность совмещения на базе ультразвукового аппарата изображений, полученных при помощи МРТ, с результатами УЗИ в реальном времени. Изначально методика разрабатывалась для диагностики образований печени [13], однако получила наиболее широкое применение в области онкоурологии для диагностики патологических образований предстательной железы, на данный момент широко применяется в большинстве онкологических медицинских учреждений, носит название фьюжн-биопсии, или виртуальной сонографии в режиме реального времени – real time virtual sonography – RVS [14].

Методика основана на распознавании положения УЗ-датчика в пространстве с помощью магнитного поля, генерируемого специальным устройством. Программное обеспечение устроено таким образом, что при изменении положения датчика соответственно меняется УЗ-изображение на мониторе, а также синхронизированное с ним изображение выбранной модальности [15]. Данная методика позволяет совместить изображения и выполнить фьюжн-биопсию образования, выявленного по данным МРТ и не визуализируемого при УЗИ в режиме реального времени [16].

На данный момент опыт применения фьюжн-биопсии образований молочной железы достаточно мало освещен в зарубежных публикациях, отечественных работ на эту тему в научной литературе не представлено, что и определило цель нашего исследования: оптимизировать методику фьюжн-биопсии под совмещенным УЗ/МР-контролем для верификации патологических образований молочной железы, выявленных по результатам МРТ и оккультных при УЗИ и МГ.



Материал и методы

Исследование проводилось на базе «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» с 2019 по 2021 г. В исследуемую группу были включены данные 30 женщин с отягощенным онкологическим анамнезом: в 46,7% случаев наблюдался семейный РМЖ и/или яичников; у 13,3% пациенток были выявлены различные генные мутации; у 40% пациенток в анамнезе отмечались онкологические заболевания различных локализаций; 13,3% составили пациентки с предшествующим комбинированным лечением по поводу РМЖ. Средний возраст составил 44 (от 29 до 64) года. В группе превалировал тип С строения молочных желез – распределение типов плотности по классификации ACR составило: А-тип – 6,67%, В-тип – 33,3%, С-тип – 53,3%, D-тип – 6,67%. Критерии включения пациенток в исследование: наличие патологических изменений в молочной железе по результатам МРТ, классифицируемых как категория BI-RADS 4 или 5 и оккультных по данным МГ и УЗИ. МРТ выполнялась с использованием стандартного протокола сканирования с ДКУ с гадолиний-содержащим контрастным препаратом с болюсным способом введения контрастного вещества с помощью инжектора на аппаратах с индукцией магнитного поля не менее 1,5 Тл с использованием body-катушки (Magnetom Aero, Siemens, Германия).

В 71% случаев пациенткам была выполнена рентгеновская МГ на цифровом маммографе Sonographe DS (GE, США) по стандартной методике в краниокаудальной и медиолатеральных проекциях.

УЗИ с эластографией и RVS проводились на УЗ-сканере экспертного класса Hitachi HI-VISION Ascendus с использованием высокочастотного линейного датчика с частотой 6–15 МГц.

Трепанобиопсия выполнялась при помощи автоматической биопсийной системы многократно использования Bard Magnum с иглами для мультифокальной биопсии G14 L16 см. Для получения информативного материала для гистологического и иммуногистохимического анализа производился забор 3–5 столбиков.

Две пациентки ранее уже подвергались попыткам взятия материала без визуальной навигации из проекции определяемых по данным МРТ патологических изменений молочных желез, при гистологическом исследовании была получена ткань молочной железы, что было расценено как неудовлетворительный результат.

В результате было выполнено 30 предбиопсийных МР-разметок, 29 чрескожных трепанобиопсий и в 1 случае после маркировки патологического

очага была выполнена хирургическая эксцизионная биопсия молочной железы.

Результаты

По данным диагностической МРТ наблюдалось следующее распределение зон патологического контрастирования, которые были отнесены к категории BI-RADS 4 или 5: регионарные – 4 (13,3%), линейные – 13 (43,35%), фокальные – 13 (43,35%) (рис. 1–3). Средняя протяженность изменений составила 14,1 (от 6 до 25) мм, в большинстве случаев выявлялись единичные гипervasкулярные очаги (86,7%), в 4 (13,3%) случаях наблюдались множественные участки. По данным МГ и УЗИ патологических образований в проекции выявляемых при МРТ зон контрастирования определено не было.

По данным гистологического исследования: в 2 (6,7%) случаях был выявлен дольковый инвазивный РМЖ (в 1 случае мультицентрическая форма), также в 2 (6,7%) случаях – дуктальная карцинома *in situ*, в 2 (6,7%) случаях – внутрипротоковая цистаденопапиллома, в 12 (40%) случаях – доброкачественные изменения протоков молочной железы, в 4 (13,3%) случаях – участки аденоза, 8 (26,6%) случаев составили фиброзные изменения стромы железы.

Методика проведения фьюжн-биопсии была нами отработана на основании научных публикаций и оптимизирована с учетом технологического оснащения НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова. Разработанный алгоритм включал несколько этапов:

- оценка «диагностической» МРТ молочной железы с ДКУ (в пронпозиции) с использованием катушки для визуализации молочных желез для оценки изменений в молочных железах, выявления зоны интереса;
- подготовительный этап – предбиопсийная МР-разметка (в позиции супинации) с использованием body-катушки;
- сопоставление и слияние на УЗ-аппарате изображений МРТ и УЗИ;
- выполнение трепанобиопсии под совмещенным МР/УЗ-контролем;
- гистологическое исследование.

Предбиопсийная МР-разметка имела следующие особенности проведения – выполнялась в положении пациентки лежа на спине, рука со стороны исследуемой молочной железы была заведена за голову. Всем пациенткам проводилась МР-разметка – на кожу исследуемой молочной железы устанавливались четыре МР-контрастные метки, расположенные на 12, 3, 6, 9 часах условного циферблата (рис. 4). Далее выполнялось стандарт-

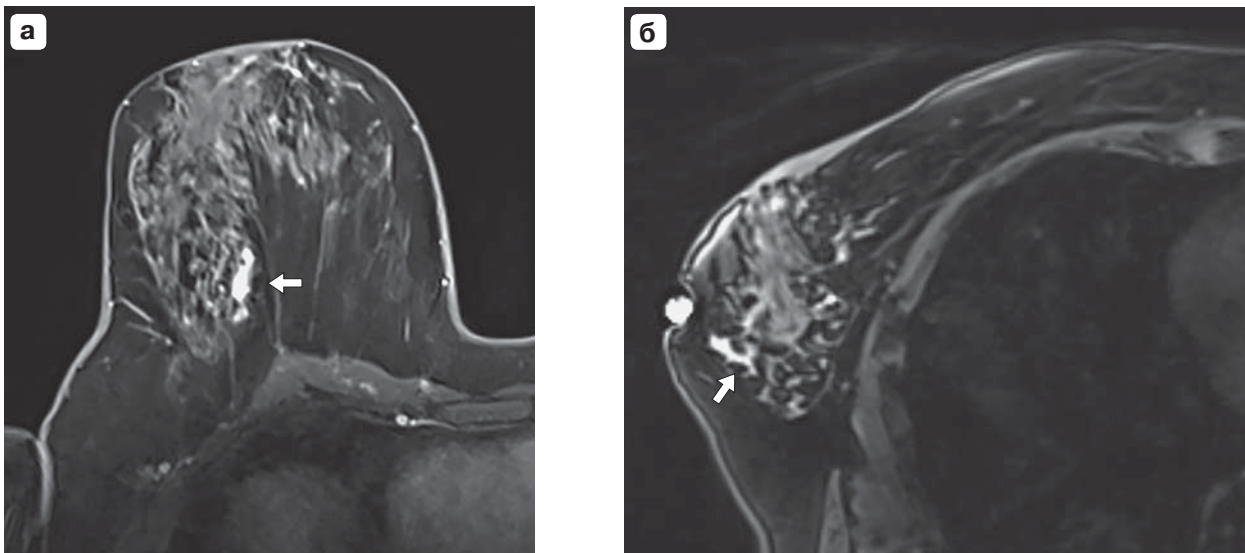
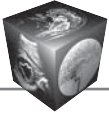


Рис. 1. Линейный гиперваскулярный участок вдоль протоков (BI-RADS 4) в правой молочной железе (**а**) при МРТ молочных желез с ДКУ с использованием катушки для визуализации молочных желез в пронпозиции, T1-взвешенные изображения с жироподавлением; **б** – при предбиопсийной МР-разметке железы с ДКУ молочной железы в аксиальной проекции с использованием body-катушки в позиции супинации. Гистологическое заключение: инвазивная дольковая карцинома правой молочной железы.

Fig. 1. Linear hypervascular non-mass enhancement (NME) along the ducts (BI-RADS 4) in the right breast (**a**) dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) with a breast-coil in the pron-position, T1-weighted, fat-suppressed; **b** – pre-biopsy MR-marking of the breast DCE-MRI in the axial projection using the body-coil in the supine position. Histological result: Invasive lobular carcinomas of the right breast.

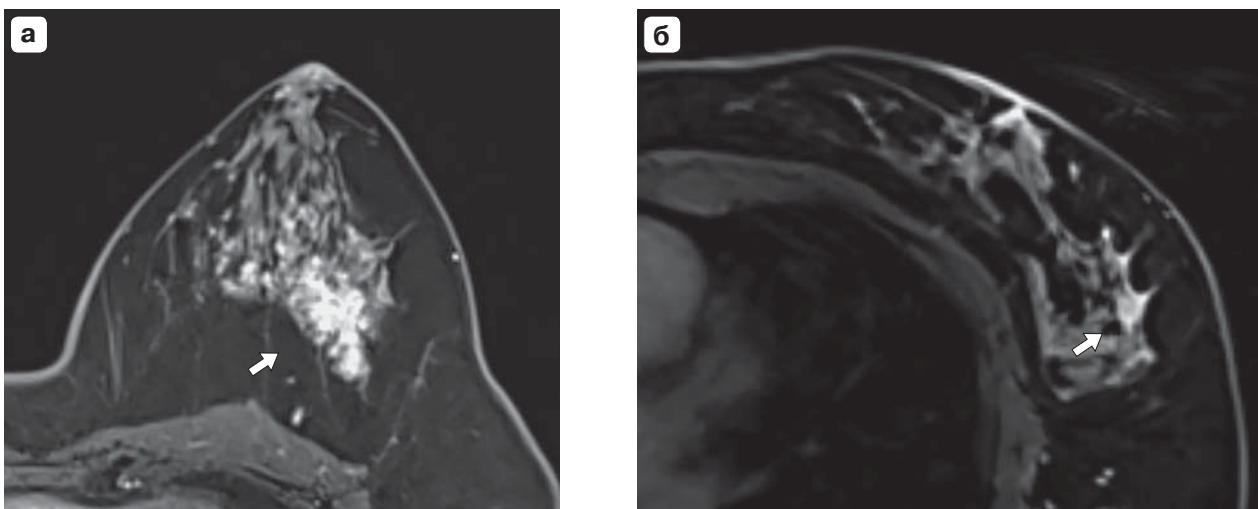


Рис. 2. Региональная зона контрастирования (BI-RADS 4) в левой молочной железе (**а**) при МРТ молочных желез с ДКУ с использованием катушки для визуализации молочных желез в пронпозиции, T1-взвешенные изображения с жироподавлением; **б** – при предбиопсийной МР-разметке железы с ДКУ молочной железы в аксиальной проекции с использованием body-катушки в позиции супинации. Гистологическое заключение: внутрипротоковая папиллома на фоне явления протоковой гиперплазии.

Fig. 2. Regional NME (BI-RADS 4) in the left breast (**a**) DCE-MRI with a breast-coil in the pron-position, T1-weighted, fat-suppressed; **b** – pre-biopsy MR-marking of the breast DCE-MRI in the axial projection using the body-coil in the supine position. Histological result: Intraductal papilloma of the breast against the background of ductal hyperplasia.

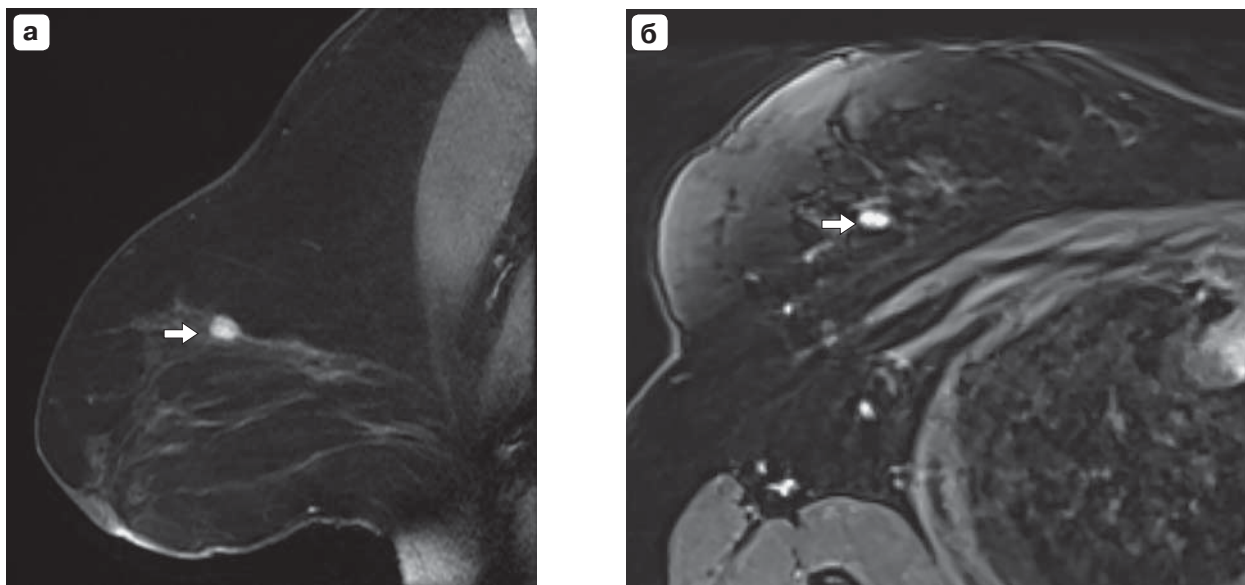


Рис. 3. Фокальный гипervasкулярный очаг (BI-RADS 4) в правой молочной железе (**а**) при МРТ молочных желез с ДКУ с использованием катушки для визуализации молочных желез в пронпозиции, T1-взвешенные изображения с жироподавлением в сагиттальной проекции; **б** – при предбиопсийной МР-разметке железы с ДКУ молочной железы в аксиальной проекции с использованием body-катушки в позиции супинации. Гистологическое заключение: фиброаденома правой молочной железы.

Fig. 3. Focal hypervascular lesion (BI-RADS 4) in the right breast (**a**) DCE-MRI with a breast-coil in the pron-position, T1-weighted, fat-suppressed; **b** – pre-biopsy MR-marking of the breast DCE-MRI in the axial projection using the body-coil in the supine position. Histological result: fibroadenoma of the right breast.

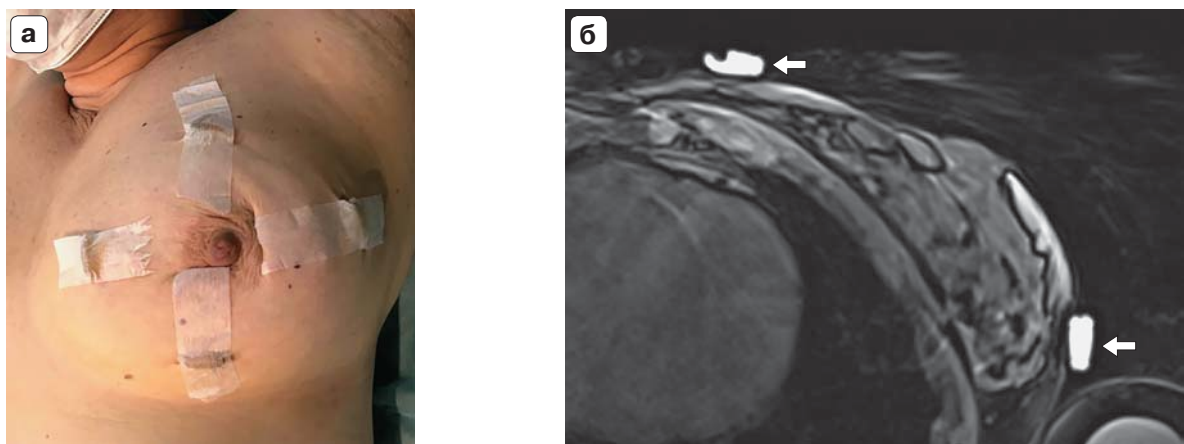


Рис. 4. Предбиопсийная МР-разметка. **а** – положение МР-контрастных меток на коже; **б** – визуализация МР-контрастных меток при предбиопсийном МР-сканировании.

Fig. 4. Pre-biopsy MR-marking of the breast. **a** – position of MR contrast marks on the skin; **b** – visualization of MR-contrast marks during pre-biopsy MR scanning.

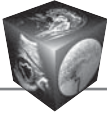


Рис. 5. Совмещение меток на МР- и УЗ-изображениях.

Fig. 5. Superposition of marks on MR and US images.

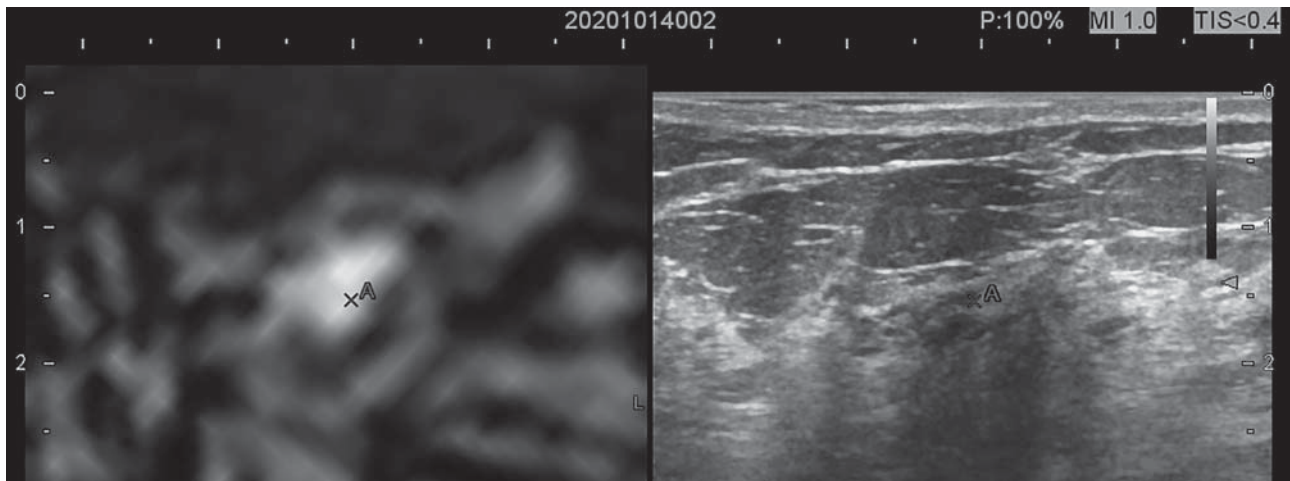


Рис. 6. Поиск зоны интереса и синхронизация МР- и УЗ-изображений на УЗ-аппарате. Метка А, установленная на МР-изображении, синхронизируется с зоной интереса на УЗИ.

Fig. 6. Searching for a region of interest (ROI) and synchronization of MR and US images on an ultrasound scanner. Mark A, is placed on the MR image and synchronized with the ROI on the ultrasound.

ное сканирование с динамическим контрастным усилением с болюсным введением гадолиний-содержащего контрастного препарата (Гадовист) с использованием body-катушки.

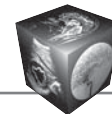
После сканирования исследование записывалось на цифровой носитель в формате DICOM и экспортировалось в базу данных УЗ-сканера, на котором в дальнейшем производились слияние данных, поиск зоны интереса и взятие гистологического материала.

Пациентка укладывалась на кушетку в позицию, аналогичной предбиопсийной МР-разметке. Генератор магнитного поля устанавливался максимально близко к области проведения биопсии,

после чего все движения пациентки были исключены. На УЗ-датчик фиксировались сенсоры положения, которые обеспечивали синхронизацию УЗ-картины с МР-срезами [17]. Далее производилось совмещение ранее установленных меток на МР-данных и при УЗИ (рис. 5).

После “привязки” изображений при перемещении УЗ-датчика синхронно менялись МР-срезы и производился поиск зоны интереса (рис. 6).

После локализации зоны интереса она оценивалась при мультипараметрическом УЗИ с применением ЦДК и эластографии, производился анализ полученной информации, в 60% случаев даже при локализации зоны интереса патологи-



ческие изменения при УЗИ отсутствовали. Далее производилась трепанобиопсия под местной анестезией.

Обсуждение

Полученные собственные результаты и опыт зарубежных коллег демонстрируют высокий потенциал применения фьюжн-биопсии для верификации патологических очагов молочной железы. Васкуляризированные изменения молочных желез, определяемые при МРТ, не всегда коррелируют с МГ и УЗИ [18]. По данным исследования E.P. Pons и соавт., проведенного в 2016 г., частота выявления патологических очагов, классифицируемых как категории BI-RADS 4–5, по данным совмещенного МРТ и УЗИ в режиме реального времени (90,7%) была существенно выше, чем при УЗИ в В-режиме (43%) [19].

Таким образом, технология слияния МР- и УЗ-данных позволяет улучшить обнаружение оккультных для УЗИ изменений и произвести точный забор гистологического материала. Собственный опыт использования фьюжн-биопсии подтверждает литературные данные – технология фьюжн может использоваться как альтернатива биопсии под МР-контролем, так как она обладает сопоставимой высокой точностью и является менее “тяжелой” для пациентки. Однако процедура является высокотехнологичной и для точного попадания в цель и адекватного забора гистологического материала необходимо строго соблюдать методику исследования.

Исследователи из Южной Кореи А.У. Park и В.К. Seo в 2016 г. продемонстрировали возможности и подробно описали методику выполнения фьюжн-биопсии васкуляризированных образований молочной железы. Исследование показало перспективные возможности методики не только для молочной железы, но и аксиллярных лимфатических узлов, а также простоту и удобство его использования [15].

По результатам собственного исследования определяемые по данным МРТ подозрительные на рак зоны контрастирования только в 13% случаев были верифицированы как злокачественный процесс, что подтверждает литературные данные о высокой чувствительности и низкой специфичности МРТ.

По данным M. Goto и соавт., опубликованным в 2022 г., совмещение МРТ и УЗИ в режиме реального времени являлось методикой “second-look”. В данном исследовании было выполнено МР-исследование молочных желез у 20 пациенток, в результате при МРТ выявлен 21 патологический очаг, не определяемый по результатам УЗИ. При сопо-

ставлении изображений МРТ с УЗИ в режиме реального времени 18 очагов были определены при УЗИ. После морфологической верификации 50% случаев были расценены как доброкачественные изменения, в 50% был подтвержден злокачественный рост (из них 22% – инвазивная карцинома, 78% – внутритротоковая карцинома) [20].

Таким образом, фьюжн-биопсия путем технологической и когнитивной корреляции данных МРТ и УЗИ способствует накоплению знаний, что в будущем позволит уменьшить количество неоправданных биопсий.

Внедренная в клиническую практику НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова методика фьюжн-биопсии может быть воспроизводима в условиях медицинского учреждения, оснащенного МР-томографом и УЗ-сканером с модулем виртуальной сонографии – RVS.

Заключение

Фьюжн-биопсия является перспективной методикой забора гистологического материала, которая может получить широкое распространение в диагностике патологических образований молочной железы. Данная методика объединяет в себе простоту использования УЗИ как метода визуального контроля при выполнении биопсии патологических изменений и высокую чувствительность МРТ при диагностике патологии молочных желез.

Участие авторов

Бусько Е.А. – концепция и дизайн исследования, проведение исследования, сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста, утверждение окончательного варианта статьи.

Шагал М.А. – проведение исследования, сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста.

Васильев А.В. – проведение исследования, сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных.

Аполлонова В.С. – проведение исследования, сбор и обработка данных.

Целуйко А.И. – проведение исследования, сбор и обработка данных.

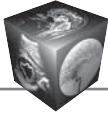
Табагуа Т.Т. – проведение исследования, сбор и обработка данных.

Тягьков С.А. – анализ и интерпретация полученных данных.

Кулиш А.В. – анализ и интерпретация полученных данных.

Багненко С.С. – написание текста, утверждение окончательного варианта статьи.

Шевкунов Л.Н. – написание текста, утверждение окончательного варианта статьи.



Authors' participation

Busko E.A. – concept and design of the study, conducting research, collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data, writing text, participation in scientific design, approval of the final version of the article.

Shagal M.A. – conducting research, collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data, writing text.

Vasiliev A.V. – conducting research, collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data.

Apollonova V.S. – conducting research, collection and analysis of data.

Tseluiko A.I. – conducting research, collection and analysis of data.

Tabagua T.T. – conducting research, collection and analysis of data.

Tiatkov S.A. – analysis and interpretation of the obtained data.

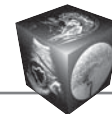
Kulish A.V. – analysis and interpretation of the obtained data.

Bagenko S.S. – writing text, participation in scientific design, approval of the final version of the article.

Shevkunov L.N. – writing text, participation in scientific design, approval of the final version of the article.

Список литературы

1. Атаев А.Г., Багненко С.С., Бойков И.В. и др. Лучевая диагностика: Учебник для студентов медицинских вузов / Под ред. Г.Е. Труфанова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 416 с.
2. Семиглазов В.Ф., Семиглазов В.В. Скрининг рака молочной железы. *Практическая онкология*. 2010; 11 (2): 61–62.
3. Evans A. Breast ultrasound: recommendations for information to women and referring physicians by the European Society of Breast Imaging. *Insights Imaging*. 2018; Vol 9: 449–461. <https://doi.org/10.1007/s13244-018-0636-z>.
4. Мазо М.Л., Рожкова Н.И., Прокопенко С.П., Бурдина И.И., Запирова С.Б., Якобс О.Э. Инвазивная лучевая диагностика рака молочной железы. Тонкоигольная биопсия или трепан-биопсия? *Медицинская визуализация*. 2015; 4: 79–86.
5. Бусько Е.А., Семиглазов В.В., Аполлонова В.С. и др. Интервенционные технологии в онкомаммологии. СПб.: ФГБУ НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова Минздрава России, 2020. 84 с.
6. Ульянова Р.Х., Чёрная А.В., Криворотко П.В., Новиков С.Н., Канаев С.В., Артемьева А.С., Шевкунов Л.Н., Тятков С.А., Данилов В.В. Дифференциальная диагностика патологии молочной железы с помощью типов накопления контрастного препарата при контрастной спектральной двухэнергетической маммографии. *Вопросы онкологии*. 2020; 66 (3): 252–261. <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2020-66-3-252-261>
7. Jung I., Han K., Kim M.J. et al. Annual Trends in Ultrasonography-Guided 14-Gauge Core Needle Biopsy for Breast Lesions. *Korean J. Radiol.* 2020; 21 (3): 259–267. <https://doi.org/10.3348/kjr.2019.0695>
8. Серебрякова С.В., Труфанов Г.Е., Фокин В.А., Юхно Е.А. Магнитно-резонансная томография с контрастным усилением в дифференциальной диагностике узловых образований молочных желез. *Трансляционная медицина*. 2016; 3 (5): 82–94. <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2016-3-5-82-94>
9. Дитцель М., Мазо М.Л., Рожкова Н.И., Хоружик С.А., Куплевацкая Д.И., Бусько Е.А., Ходикян Г.К., Балтцер П.А.Т. Как использовать шкалу кайзера для принятия диагностических решений при мультипараметрической МРТ молочной железы. *REJR*. 2020; 10 (3): 58–76. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2020-10-3-58-76>
10. Шумакова Т.А., Савелло В.Е. Комплексная лучевая диагностика рака молочной железы у женщин после увеличивающей маммопластики силиконовыми гелевыми имплантатами. *Опухоли женской репродуктивной системы*. 2014; 3: 36–46. <https://doi.org/10.17650/1994-4098-2014-0-3-36-46>
11. Papalouka V., Kilburn-Toppin F., Gaskarth M., Gilbert F. MRI-guided breast biopsy: a review of technique, indications, and radiological-pathological correlations. *Clin. Radiol.* 2018; 73 (10): 908.e17–908.e25. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2018.05.029>
12. Мазо М.Л., Якобс О.Э., Пучкова О.С., Фельдшеров М.В., Кондратьев Е.В. Первый опыт применения вакуумной аспирационной биопсии молочной железы под МТР-наведением. *Медицинский алфавит*. 2020; 29: 25–31. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-29-25-31>
13. Jung E.M., Friedrich C., Hoffstetter P. et al. Volume navigation with contrast enhanced ultrasound and image fusion for percutaneous interventions: first results. *PLoS One*. 2012; 7 (3): e33956. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033956>
14. Kuru T.H., Tulea C., Simpfendorfer T. et al. MRT-navigierte stereotaktische Prostatabiopsie : Echtzeitfusion von MRT und transrektalem Ultraschall zu perinealen Prostatastanzbiopsien [MRI navigated stereotactic prostate biopsy: fusion of MRI and real-time transrectal ultrasound images for perineal prostate biopsies]. *Urologe A*. 2012; 51 (1): 50–56. <https://doi.org/10.1007/s00120-011-2707-3>
15. Park A.Y., Seo B.K. Real-Time MRI Navigated Ultrasound for Preoperative Tumor Evaluation in Breast Cancer Patients: Technique and Clinical Implementation. *Korean J. Radiol.* 2016; 17 (5): 695–705. <https://doi.org/10.3348/kjr.2016.17.5.695>
16. Nakashima K., Uematsu T., Harada T.L. et al. MRI-detected breast lesions: clinical implications and evaluation based on MRI/ultrasonography fusion technology. *Jpn J. Radiol.* 2019; 37: 685–693. <https://doi.org/10.1007/s11604-019-00866-8>
17. Тухбатуллин М.Г. Fusion технологии в многопрофильной клинике. *Практическая медицина*. 2018; 1 (112): 65–68.
18. Fausto A., Fanizzi A., Volterrani L. et al. Feasibility, Image Quality and Clinical Evaluation of Contrast-Enhanced Breast MRI Performed in a Supine Position Compared to the Standard Prone Position. *Cancers*. 2020; 12 (9): 2364. <https://doi.org/10.3390/cancers12092364>
19. Pons E.P., Azcón F.M., Casas M.C. et al. Real-time MRI navigated US: role in diagnosis and guided biopsy of incidental breast lesions and axillary lymph nodes



detected on breast MRI but not on second look US. *Eur. J. Radiol.* 2014; 83 (6): 942–950. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2014.03.006>

20. Goto M., Nakano S., Saito M. et al. Evaluation of an MRI/US fusion technique for the detection of non-mass enhancement of breast lesions detected by MRI yet occult on conventional B-mode second-look US. *J. Med. Ultrason.* 2022; 49 (2): 269–278. <https://doi.org/10.1007/s10396-021-01175-2>

References

1. Ataev A.G., Bagnenko S.S., Boikov I.V. et al. Radiation diagnostics: a textbook for students of medical universities. / Ed. G.E. Trufanov. M.: GEOTAR-Media, 2009. 416 p. (In Russian)
2. Semiglazov V.F., Semiglazov V.V. Screening for breast cancer. *Practical Oncology.* 2010; 11 (2): 61–62. (In Russian)
3. Evans A. Breast ultrasound: recommendations for information to women and referring physicians by the European Society of Breast Imaging. *Insights Imaging.* 2018; Vol 9: 449–461. <https://doi.org/10.1007/s13244-018-0636-z>.
4. Mazo M.L., Rozhkova N.I., Prokopenko S.P., Burdina I.I., Zapirova S.B., Yakobs O.E. Diagnostics of Breast Lesions. A Fine-Needle Aspiration Biopsy or a Core-Biopsy? *Medical Visualization.* 2015; 4:79–86. (In Russian)
5. Busko E.A., Semiglazov V.V., Apollonova V.S. et al. Intervention technologies in oncomammology. SPb.: N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Health of Russia, 2020. 84 p. (In Russian)
6. Ulyanova R.Kh., Chernaya A.V., Krivorotko P.V., Novikov S.N., Kanaev S.V., Artem'eva A.S., Shevkunov L.N., Tyatkov S.A., Danilov V.V. Differential diagnosis of breast pathology using types of contrast agent accumulation in contrast spectral dual-energy mammography. *Issues of Oncology.* 2020; 66 (3): 252–261. <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2020-66-3-252-261> (In Russian)
7. Jung I., Han K., Kim M.J. et al. Annual Trends in Ultrasonography-Guided 14-Gauge Core Needle Biopsy for Breast Lesions. *Korean J. Radiol.* 2020; 21 (3): 259–267. <https://doi.org/10.3348/kjr.2019.0695>
8. Serebryakova S.V., Trufanov G.E., Fokin V.A., Yukhno E.A. The magnetic resonance mammography with dynamic contrast enhancement in the differential diagnostics of breast nodes. *Translational Medicine.* 2016; 3 (5): 82–94. <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2016-3-5-82-94> (In Russian)
9. Dietzel M., Mazo M.L., Rozhkova N.V., Kharuzhyk S.A., Kuplevatskaya D.I., Busko E.A., Hodikan G.K., Baltzer P.A.T. How to use the kaiser score as a clinical decision rule for diagnosis in multiparametric breast MRI. *REJR.* 2020; 10 (3): 58–76. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2020-10-3-58-76> (In Russian)
10. Shumakova T.A., Savello V.Y. Complex radiological diagnosis of a breast cancer at women after augmentation

mammoplasty of silicone gel implants. *Tumors of Female Reproductive System.* 2014; 3: 36–46. <https://doi.org/10.17650/1994-4098-2014-0-3-36-46> (In Russian)

11. Papalouka V., Kilburn-Toppin F., Gaskarth M., Gilbert F. MRI-guided breast biopsy: a review of technique, indications, and radiological-pathological correlations. *Clin. Radiol.* 2018; 73 (10): 908.e17–908.e25. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2018.05.029>
12. Mazo M.L., Jacobs O.E., Puchkova O.S., Feldsherov M.V., Kondratyev E.V. First experience with MRI-guided vacuum aspirated breast biopsy. *Medical Alphabet.* 2020; 29: 25–31. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-29-25-31> (In Russian)
13. Jung E.M., Friedrich C., Hoffstetter P. et al. Volume navigation with contrast enhanced ultrasound and image fusion for percutaneous interventions: first results. *PLoS One.* 2012; 7 (3): e33956. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033956>
14. Kuru T.H., Tulea C., Simpfendorfer T. et al. MRT-navigierte stereotaktische Prostatabiopsie : Echtzeitfusion von MRT und transrektalem Ultraschall zu perinealen Prostatastanzbiopsien [MRI navigated stereotactic prostate biopsy: fusion of MRI and real-time transrectal ultrasound images for perineal prostate biopsies]. *Urologe A.* 2012; 51 (1): 50–56. <https://doi.org/10.1007/s00120-011-2707-3>
15. Park A.Y., Seo B.K. Real-Time MRI Navigated Ultrasound for Preoperative Tumor Evaluation in Breast Cancer Patients: Technique and Clinical Implementation. *Korean J. Radiol.* 2016; 17 (5): 695–705. <https://doi.org/10.3348/kjr.2016.17.5.695>
16. Nakashima K., Uematsu T., Harada T.L. et al. MRI-detected breast lesions: clinical implications and evaluation based on MRI/ultrasonography fusion technology. *Jpn J. Radiol.* 2019; 37: 685–693. <https://doi.org/10.1007/s11604-019-00866-8>
17. Tukhbatullin M.G. Fusion technology in a multidisciplinary clinic. *Practical Medicine.* 2018; 1 (112): 65–68. (In Russian)
18. Fausto A., Fanizzi A., Volterrani L. et al. Feasibility, Image Quality and Clinical Evaluation of Contrast-Enhanced Breast MRI Performed in a Supine Position Compared to the Standard Prone Position. *Cancers.* 2020; 12 (9): 2364. <https://doi.org/10.3390/cancers12092364>
19. Pons E.P., Azcón F.M., Casas M.C. et al. Real-time MRI navigated US: role in diagnosis and guided biopsy of incidental breast lesions and axillary lymph nodes detected on breast MRI but not on second look US. *Eur. J. Radiol.* 2014; 83 (6): 942–950. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2014.03.006>
20. Goto M., Nakano S., Saito M. et al. Evaluation of an MRI/US fusion technique for the detection of non-mass enhancement of breast lesions detected by MRI yet occult on conventional B-mode second-look US. *J. Med. Ultrason.* 2022; 49 (2): 269–278. <https://doi.org/10.1007/s10396-021-01175-2>



Для корреспонденции*: Бусько Екатерина Александровна – 197758 Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68, Российская Федерация. Тел.: +7-921-906-72-83. E-mail: katrn@mail.ru

Бусько Екатерина Александровна – доктор мед. наук, доцент, ведущий научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”; доцент НК и ОЦ “Лучевая диагностика и ядерная медицина”, ФГБОУ ВО “СПбГУ”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-0940-6491>. E-mail: katrn@mail.ru

Шагал Мария Алексеевна – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-2856-4516>. E-mail: dr.shagal978@gmail.com

Васильев Александр Викторович – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-8692-1489>. E-mail: 24vav42@gmail.com

Аполлонова Вера Сергеевна – врач-онколог клинко-диагностического отделения ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-8196-9766>. E-mail: vsapollonova@mail.ru

Целуйко Андрей Игоревич – врач-онколог клинко-диагностического отделения ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0001-8384-5786>. E-mail: tselalex@rambler.ru

Табagua Тенгиз Тенгизович – канд. мед. наук, заведующий отделением, научный сотрудник отделения опухолей молочной железы ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”. Ассистент кафедры онкологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова. <https://orcid.org/0000-0003-1471-9473>. E-mail: tedo8308@mail.ru

Тятков Станислав Александрович – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-1877-8852>. E-mail: dr.Stan80@gmail.com

Кулиш Анна Васильевна – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0001-8274-4967>. E-mail: anka24@inbox.ru

Багненко Сергей Сергеевич – доктор мед. наук, доцент, заведующий – ведущий научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”; профессор кафедры современных методов диагностики и радиолучевой терапии ФГБОУ ВО “СПбГПМУ”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-4131-6293>. E-mail: bagnenko_ss@mail.ru

Шевкунов Лев Николаевич – канд. мед. наук, заведующий отделением лучевой диагностики, старший научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0003-4533-1658>. E-mail: levka1978@mail.ru

Contact*: Ekaterina A. Busko – 68, Leningradsкая str., Pesochny, Saint-Petersburg 197758, Russian Federation. Phone: + 7-921-906-72-83. E-mail: katrn@mail.ru

Ekaterina A. Busko – Doct. of Sci. (Med.), Leading Researcher of Research Department of Diagnostic and Interventional Radiology, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology; Associate Professor of the Clinical Research and Education Center “Radiation diagnostics and nuclear medicine”, Saint-Petersburg State University, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-0940-6491>. E-mail: katrn@mail.ru

Maria A. Shagal – radiologist of the Department of Diagnostic Radiology, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-2856-4516>. E-mail: dr.shagal978@gmail.com

Alexander V. Vasiliev – radiologist of the Department of Diagnostic Radiology, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-8692-1489>. E-mail: 24vav42@gmail.com

Vera S. Apollonova – oncologist, Clinical Diagnostic Department, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-8196-9766>. E-mail: vsapollonova@mail.ru

Andrey I. Tseluiko – oncologist, Clinical Diagnostic Department, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0001-8384-5786>. E-mail: tselalex@rambler.ru

Tengiz T. Tabagua – Cand. of Sci. (Med.), Head of Department of Breast Tumors, Researcher of Department of Breast Tumors, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology. Assistant of the Department of Oncology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0003-1471-9473>. E-mail: tedo8308@mail.ru

Stanislav A. Tiatkov – radiologist of the Department of Diagnostic Radiology, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-1877-8852>. E-mail: dr.Stan80@gmail.com

Anna V. Kulish – radiologist of the Department of Diagnostic Radiology, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0001-8274-4967>. E-mail: anka24@inbox.ru

Sergey S. Bagnenko – Doct. of Sci. (Med.), Associate Professor, Leading Researcher and the Head of the Research Department of Diagnostic and Interventional Radiology, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology; Professor of the Department of Innovative Techniques of Diagnostics and Radiation Therapy, Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-4131-6293>. E-mail: bagnenko_ss@mail.ru

Lev N. Shevkunov – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of Diagnostic Radiology, Senior Researcher of Research Department of Diagnostic and Interventional Radiology, N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0003-4533-1658>. E-mail: levka1978@mail.ru