

© ЛИТВИНОВА С.П., ЖЕСТОВСКАЯ С.И., ЛЕБЕДЕВА Е.В., ЕВДОКИМОВА Е.Ю., ТЯЖЕЛЬНИКОВА З.М.

УДК 616-073

DOI: 10.20333/2500136-2020-4-20-28

Поиск новых решений ультразвуковой диагностики рака молочной железы

С.П. Литвинова^{1,2}, С.И. Жестовская^{1,3,4}, Е.В. Лебедева⁵, Е.Ю. Евдокимова^{1,2,5}, З.М. Тяжелникова¹

¹Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск 660022, Российская Федерация

²Красноярский краевой клинический онкологический диспансер имени А. И. Крыжановского, Красноярск 660133, Российская Федерация

³Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента РФ, Москва 121359, Российская Федерация

⁴Поликлиника № 1 Управления делами Президента РФ, Москва 119002, Российская Федерация

⁵Красноярская краевая клиническая больница, Красноярск 660022, Российская Федерация

Резюме. Рак молочной железы занимает лидирующие позиции среди злокачественных заболеваний у женщин в России и в мире. Несмотря на то, что молочная железа является поверхностно-расположенным органом, легко доступным для осмотра, эхографическая картина злокачественных опухолей может иметь множество масок, особенно при малых размерах. Данная статья представляет собой литературный обзор, освещающий современные методы ультразвукового исследования, которые позволяют расширить протокол комплексной диагностики рака молочной железы. Современные работы направлены на изучение микрососудистого русла, в том числе за счет использования эхоконтрастных препаратов. Такие методики как эластография, автоматическая трехмерная сонотография широко внедряются в клиническую практику и позволяют повысить точность ультразвукового метода, применяя его для дифференциальной диагностики образований молочных желез и клинического обоснования показаний к проведению биопсии.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, рак молочной железы, образования молочной железы, эластография, контрастное усиление, сонотография.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Литвинова СП, Жестовская СИ, Лебедева ЕВ, Евдокимова ЕЮ, Тяжелникова ЗМ. Поиск новых решений ультразвуковой диагностики рака молочной железы. *Сибирское медицинское обозрение.* 2020;(4):20-28. DOI: 10.20333/2500136-2020-4-20-28

New solutions search for mammary gland cancer ultrasonic diagnostics

S.P. Litvinova^{1,2}, S.I. Zhestovskaya^{1,3,4}, E.V. Lebedeva⁵, E.Y. Evdokimova^{1,2,5}, Z.M. Tyazhelnikova¹

¹ Prof. V. F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk 660022, Russian Federation

² A.I. Krizhanovsky Krasnoyarsk regional clinical oncological dispensary, Krasnoyarsk 660133, Russian Federation

³ Central state medical Academy of department of presidential affairs, Moscow 121359, Russian Federation

⁴ Polyclinic №1 of department of presidential affairs, Moscow 119002, Russian Federation

⁵ Krasnoyarsk Regional Clinical Hospital, Krasnoyarsk 660022, Russian Federation

Abstract. Breast cancer takes a leading position among malignant diseases in females both in Russia and worldwide. Despite the fact that mammary gland is a surface-located organ easily accessible for examination, the echographic images of malignant tumors can have many masks, especially when tumors are of small sizes. The present article is a literature review highlighting modern ultrasound examination methods that can expand the protocol for comprehensive diagnosis of mammary gland cancer. Current works are aimed at studying microvascular bed, including the use of echo-contrast drugs. Such techniques as elastography, automatic three-dimensional sonotomography are widely implemented in clinical practice and can improve the accuracy of ultrasound method, when it is used for differential diagnosis of mammary gland formation and clinical justification of biopsy indications.

Key words: ultrasound diagnostics, mammary gland cancer, mammary gland formation, elastography, contrast enhancement, sonotomography.

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

Citation: Litvinova SP, Zhestovskaya SI, Lebedeva EV, Evdokimova EY, Tyazhelnikova ZM. New solutions search for mammary gland cancer ultrasonic diagnostics. *Siberian Medical Review.* 2020;(4):20-28. DOI: 10.20333/2500136-2020-4-20-28

В настоящее время рак молочной железы (РМЖ) по-прежнему занимает лидирующие позиции среди злокачественных заболеваний у женщин в России и в мире. По данным международного агентства по изучению рака и GLOBOCAN, в 2018 г. выявлено более 2 миллионов новых случаев РМЖ [1], в нашей стране заболевание диагностировано у 71 тысячи российских женщин [2], что составляет наибольшую долю из общей массы онкопатологии - 18,4%. При этом показатель запущенности РМЖ (выявление заболевания

на III - IV стадии) составил 28,4% - 2018г., 29,5% - 2017г [2]. Скрининг является одним из наиболее успешных и важных этапов в онкологической практике, его появление в экономически развитых странах позволило снизить смертность от РМЖ на 15–25% [3–5]. Основное место в лучевой диагностике скрининга рака молочной железы отведено цифровой рентгеновской маммографии, имея ряд преимуществ в оценке инволютивных молочных желез. По данным Г.П. Корженковой с соавт. (2016г.), количество первично пропу-

щенных РМЖ составляет около 20 % [4], что связано, в свою очередь, с высокой рентгенологической плотностью паренхимы молочных желез [5]. Таким образом, поиск путей оптимизации ранней диагностики является одним из приоритетных направлений развития современной онкологии [3, 4].

Известно, что в маммологии ультразвуковая диагностика может быть не только дополняющим методом к рентгеновской маммографии для дифференциальной диагностики солидных и кистозных образований, но и основным – в случаях «плотной» молочной железы, а также при проведении интервенционных вмешательств [6]. Сегодня привычные для нас В-режим и цветное доплеровское картирование дополняются такими методиками, как В-flow, картирование микрососудистого русла с высоким пространственно-временным разрешением (SMI), компрессионная эластография и эластография сдвиговой волной, автоматическая трехмерная сонотомография, контрастное усиление, а также Fusion-технологии.

В лучевой диагностике молочных желез используется классификация RADS для оценки возможной злокачественности образований и тактики дальнейшего ведения пациента. Классификация BI-RADS включает в себя несколько категорий от 0 (недостаточно данных для заключения), 1 – эхопатологии не выявлено, а далее в порядке повышения вероятности злокачественности от 2 до 5, морфологически подтвержденный рак молочной железы – 6 [4, 12]. Классические признаки ультразвуковой картины в В-режиме злокачественных опухолей хорошо известны: это гипоехогенное образование неправильной формы, имеющее нечеткие неровные контуры, с зоной повышенной эхогенности по периферии, образованной за счет десмопластической реакции, вертикализацией роста. При сочетании всех данных признаков врачи могут выставить категорию BI-RADS 4с или 5. Многими авторами отмечается высокая корреляция признака вертикальной ориентации, а также гетерогенность структуры [7, 8, 9, 10, 11, 12]. Тем не менее вышеописанные признаки могут не прослеживаться, в том числе при РМЖ малых размеров и неинвазивной форме, в таких случаях необходимо применение дополнительных методик ультразвука, которые могут помочь в дифференциальной диагностике образований особенно важных категорий BI-RADS 3 и 4, по результатам определения которых решается дальнейшая тактика: динамическое наблюдение или проведения биопсии.

Набирающая популярность автоматическая трехмерная сонотомография (СТГ, ABVS- Automated Breast Volume Sonography) позволяет захватить полностью всю молочную железу с последующей 3D реконструкцией, что в настоящий момент рассматривается, как

вариант альтернативной методики скрининга РМЖ у молодых пациенток и у женщин с плотным железистым фоном [11, 12]. С внедрением технологии СТГ, кроме возможности более точной оценки локализации и размеров образований МЖ, появились новые эхографические признаки. Один из них — это симптом «ретракции» (или симптом «лучистости»), характерный для злокачественного поражения. Данный эффект связан с фиброзными изменениями в окружающих опухоль тканях и распространением патологического процесса по сети лимфатических сосудов. Обратный признак, указывающий на доброкачественную природу образования – это симптом «компрессии», вызванный смещением окружающих тканей растущей опухолью [13]. Результаты исследований показывают высокую чувствительность метода – 87%, специфичность – 72,6%, точность – 75,7% [13- 17], однако проведение сонотомографии не может полностью исключить повторный вызов пациента для таргетного исследования выявленного образования с помощью других методик УЗИ.

В дифференциальной диагностике большое значение имеет васкуляризация образования. Вопросам кровоснабжения опухолей молочной железы посвящены много работ. Сосудистая сеть злокачественных образований молочной железы очень вариабельна. По данным различных исследований, наблюдались явные различия в оценке кровотока: тип картирования сосудов опухоли, максимальной систолической скорости и индексе резистентности (RI) [18-22]. В большинстве случаев отмечено, что злокачественные опухоли молочных желез характеризуются смешанным и перинодулярным типом кровотока [18-21, 23]. В исследовании D. Liu et al. в 2015 году сообщают, что среди 116 образований в 1 из 79 доброкачественных и в 24 из 37 злокачественных опухолей лоцируется двунаправленный кровоток при ЦДК и спектральном анализе [24]. Анализируя результаты исследований, можно столкнуться и с противоречивыми данными относительно индекса резистентности (RI) в сосудах новообразований. Так, например, М.Н. Мурад с соавт. в 2018 году, T.S. Mehta et al. в 2000 году отмечают повышение RI более 0,7 [18, 22], в то время как R. Shaheen et al. в 2010 году сообщают обратные данные, в 88% случаев они столкнулись со снижением индекса резистентности при РМЖ в среднем до 0,67 (в опухолях менее 2 см RI = 0,18) и менее [25]. Jiacheng Niu et al. в 2019 году опубликовали результаты своей работы, в которой выявили доплерографические признаки, коррелирующие со степенью пролиферативной активности образований молочных желез [21]. Максимальная скорость (Vmax) и индекс резистентности (RI) значительно различались при доброкачественных опухолях и при I-II стадии, III-IV стадии рака

молочной железы [21]. На основании сравнения доплерографических показателей с экспрессией белков: VEGF165, NRP-1, SphK1, CD31, YAP, CTGF, Gli2, PTEN и MFN2 - был сделан вывод, что снижение RI и увеличение Vmax коррелируют с ангиогенезом, пролиферацией и супрессией опухоли при раке молочной железы [21].

С целью более точного определения микроваскуляризации опухолей появляются такие методики как сверхточная визуализация сосудов (SMI- superb microvascular imaging) и ультразвуковое исследование с контрастным усилением (CEUS – Contrast Enhanced UltraSound), которые более подробно позволяют изучить низкоскоростной кровотоки и характер перфузии.

На клиническом опыте в разных странах доказана более высокая чувствительность, специфичность и точность SMI по сравнению с применением цветового и энергетического доплеровского картирования [26-33]. В результатах исследования E. S. Kim et al. в 2018 году при использовании общего показателя микрососудистой визуализации в режиме SMI равное восьми (т.е. количество определяемых сосудов в опухоли) в качестве оптимального значения, чувствительность составила 83,3%, специфичность - 87,0%, положительное прогностическое значение - 60,6% и отрицательное прогностическое значение - 95,6% [26]. Недавно стал возможным количественный анализ кровоснабжения опухоли, за счет вычисления сосудистого индекса с помощью специального программного обеспечения (приложение VI Test от Toshiba Medical Systems Корпорация). Сосудистый индекс - это отношение между пикселями доплеровского сигнала к пикселям образования в В-режиме [28].

При ультразвуковом исследовании с контрастным усилением (КУУЗИ) используется вещество, состоящее из микропузырьков газа – гексафторида серы, окруженной липидной мембраной. Контрастное средство усиливает обратное рассеяние ультразвуковых волн в сосудистой сети, что приводит к усилению сигналов от крови и обеспечивает информацией о микроциркуляторном русле [28]. Недавний метаанализ пяти исследований, который охватывал 992 пациента, показал, что чувствительность КУУЗИ не отличалась от обычного ультразвукового исследования ($p = 0,29$), в то время как специфичность указала на значительную разницу ($p < 0,01$) [34]. Можно сделать вывод, что добавление КУУЗИ к обычным ультразвуковым режимам позволяет подтвердить или исключить наличие очагового поражения молочной железы и определить его распространенность [34].

Качественная оценка перфузии включает 1) тип контрастирования: с отсутствием контрастного усиления; с гипоусилением; изоусилением; гиперуси-

лением; 2) особенность накопления в образовании контрастного препарата: центробежное (центрифугальное); с центростремительное (центрипетальное); с диффузное; 3) по скорости накопления КП: быстрое (менее 20 сек); медленное (более 20 сек) 4) по однородности заполнения: однородное; неоднородное [35]. Также изучаются количественные показатели, получаемые с помощью автоматического построения кривой интенсивность-время. Наиболее часто используемые показатели в оценке перфузии: time to peak (TTP, с) – время от начала инъекции КП до момента, когда интенсивность накопления в зоне интереса достигает максимального значения; peak intensity (PI, dB) – максимальная интенсивность накопления КП; descending time (DT/2, с) – время, за которое интенсивность накопления КП падает до половины максимального значения [36, 37]. Применяются еще более десяти изучаемых показателей, такие как: время поступления (TOA), время накопления (WIT), время нарастания (RT), время вымывания (WOT), пик интенсивности (PI), интенсивность усиления (SI), среднее время транзита (MTT), период полунакопления (HTWi), период полувыведения (HTWo); площадь под кривой (AUC), интенсивность накопления (WiR), интенсивность вымывания (WoR), угол подъема (WIS), угол вымывания (WOS), усиление интенсивности (SI) и др. По результатам исследований J.Li et al. в 2018 году, отмечается повышение диагностической эффективности ультразвукового метода, за счет применения следующих показателей в оценке перфузии ($P < 0,05$): WIS, TTP, PI, SI [38]. Отмечается наличие разницы показателей чувствительности и специфичности между исследованиями, что объясняется отсутствием конкретных рекомендаций и стандартов выполнения и анализа результатов КУУЗИ молочных желез [34]. Необходимо дальнейшее накопление данных с целью формирования единого стандарта в диагностике доброкачественных и злокачественных поражений молочных желез.

Ещё одним клинически значимым признаком в ультразвуковой диагностике является оценка жесткости тканей - эластография. Анализ проводится путем сравнения изображений до и после компрессии тканей. Возможны различные способы создания механического напряжения и его оценки: статическое и динамическое сжатие [39, 40]. В связи с этим существует два вида эластографии: компрессионная (Strain) и сдвиговой волны. В Strain-эластографии, формирующейся за счет создания компрессии образований рукой оператора, используется качественная и полуколичественная оценка Strain Ratio (коэффициент деформации образования к окружающим тканям). Качественная оценка проводится по, предложенной в 2006г. A. Itoh, E.Ueno et al. (университет Tsukubo, Япо-

ния), классификации образований молочных желез по типу окрашивания, которая включает 6 эластотипов в зависимости от жесткости: если поражение мягкое и окрашивается полностью в зеленые и красные цвета, оно классифицируется как 1 элатотип; если поражение имеет смешанный характер с преимущественно мягкими участками (окрашивается зеленым с включениями синего), оно относится ко 2 элатотипу. Жесткие образования, окрашивающиеся синим в центре, и зеленым по периферии – 3 элатотип. 4 элатотип – полностью синее окрашивание, что означает высокую жесткость образования, при 5 элатотипе снижается эластичность перитуморальной области, за счет чего синее окрашивание распространяется на окружающие опухоль ткани. Существует также специфическое окрашивание кист – послойное трехцветное окрашивание в синий, зеленый и красный (BGR). Рекомендуется проводить биопсию очагов с элатотипами 4 или 5 [41]. Элатотипы от 1 до 3 классифицируются как, вероятно, доброкачественные. Многие исследователи отмечают, что данная методика повышает чувствительность до 81,0 – 96,0% и специфичность до 79,0 – 85,0% ультразвукового метода в по сравнению с В-режимом [3, 41, 42, 43, 44, 45, 46], особенно при непальпируемых образованиях и образованиях менее 10мм [44, 45, 46]. Кроме того, на многих аппаратах возможна полуколичественная оценка образования, определяемая как отношение жесткости образования относительно окружающих тканей Strain Ratio (SR). Несмотря на большое количество исследований, до настоящего времени существует разница между значениями диагностической границы злокачественности. Ako Itoh et al. в 2006 году представили данные своего исследования, в котором участвовало 135 женщин (76 доброкачественных и 59 злокачественных новообразований). По их результатам диагностическими границами коэффициента деформации и среднего стандартного отклонения стали: для злокачественных поражений - $4,2 \pm 0,9$, для доброкачественных поражений - $2,1 \pm 1,0$ ($p < 0,001$) [41]. М.В. Заец (2012г) отмечает, что в её исследовании 80% злокачественных образований относились к 4-5 элатотипам и имели SR более 4,3 (от 1,9 до 45,5) [46]. Ю.В. Кабин с соавт. (2012год) в своем исследовании указывают на то, что варибельность пограничных значений зависит от производителей ультразвуковой аппаратуры и воспроизводимости методики, отмечая, что эластография сдвиговой волны менее операторозависима [42]. При этом часть авторов указывают на высокую вероятность рака при превышении пограничного значения коэффициента деформации - 2,2 [42, 46, 47]. A.Farrokh et al. в 2011 году сообщили о чувствительности 94,4% и специфичности – 87,3% в проспективном исследовании с определением коэф-

фициента деформации выше 2,9 [48]. В исследованиях Jian Qiao Zhou et al. в 2014 году получены более низкие коэффициенты деформации при поражении молочных желез: в злокачественных случаях - $1,49 \pm 0,67$, в доброкачественных - $1,17 \pm 0,44$ ($P=0,001$) [49]. Кроме того, отмечаются некоторые ограничения метода, такие как глубокое расположение образования (более 3 см от кожи), отсутствие жировой клетчатки в зоне интереса, опухоли образующиеся внутри кисты.

Другим способом оценки жесткости образования является эластография сдвиговой волной. При этом деформация тканей создается за счет сфокусированного акустического импульса, без компрессии рукой оператора, что делает её более воспроизводимой и менее операторозависимой [51]. При работе со сдвиговой эластографией (СВЭГ) так же возможно использование качественной (цветовой) и количественной оценки, представленной в м/с или кПа. При этом доброкачественные образования имеют однородное окрашивание соответствующее мягкому элатотипу. В кистах с однородным жидкостным содержимым сигналы от сдвиговой волны не поступают, поэтому возможен дефект окрашивания, при более вязком содержимом могут быть получены сигналы, как в образованиях с низкой жесткостью [51]. Злокачественные образования характеризуются неоднородностью окрашивания, и многие авторы рекомендуют измерения скорости сдвиговой волны в наиболее жестких участках. В ряде случаев жесткость опухоли настолько высока, что не происходит цветового кодирования самого образования, а окружающие ткани из-за повышения жесткости окрашиваются в синие цвета [51, 52, 55].

Исследования СВЭГ проводятся на различных этапах диагностики образований молочных желез. Так, например, Huan Pu et al. в 2018 году использовали данную методику для дифференциальной диагностики в скрининге РМЖ при расхождении результатов традиционного УЗИ и РМГ, и отметили её эффективность: AUC комбинированной визуализации с применением эластографии (0,870) значительно выше, чем маммографии (0,735, $p < 0,001$) или традиционном УЗИ (0,717, $p < 0,001$) [52].

В.В. Митьков с соавт. в 2014 году опубликовали результаты ретроспективного исследования для оценки чувствительности и специфичности метода при различных показателях. Таким образом, было выявлено, что использование $E_{mean} > 55,3$ кПа (скорость сдвиговой волны $> 4,3$ м/с) для оценки злокачественного образования характеризуется чувствительностью 97,7%, специфичностью 85,9% и AUC 0,945; при $E_{max} > 85,7$ кПа (скорость сдвиговой волны $> 5,3$ м/с) – Se 97,7%, Sp 87,5% и AUC 0,950; тест “SD $> 5,6$ кПа – рак молочной железы” – 100,0%, 87,5% и 0,966;

SWE*ratio>3,5 – рак молочной железы – 100,0%, 82,8% и 0,915 [53]. В.В. Митьков с соавт. в 2015 году отметили прямую связь размера опухоли со значениями Emax (rS = 0,47), Emean (rS = 0,43), SD (rS = 0,36) и SWE-ratio (rS = 0,33) (P< 0,05) [54].

По данным Max Denis et al. в 2015 году, средние скорости сдвиговых волн и модуль Юнга для доброкачественных образований ($3,42 \pm 1,32$ м/с; $39,4 \pm 28,1$ кПа) были ниже, чем для злокачественных образований молочной железы ($6,04 \pm 1,25$ м/с; $114,9 \pm 40,6$ кПа) ($p < 0,001$). Модуль Юнга >83 кПа установлен как предельное значение для дифференциации между злокачественными и доброкачественными образованиями молочной железы (чувствительность - 89,19%, специфичность - 88,69%, AUC - 0,911) [55].

Диагностика РМЖ основывается на проведении биопсии образования под визуальным контролем с морфологической и иммуно-гистохимической верификацией. Существует несколько способов забора материала: тонкоигольная аспирационная биопсия (ТАБ), трепан-биопсия и вакуумная аспирационная биопсия. Использование ультразвука в данной манипуляции является наиболее удобным способом, так как эхографическая визуализация отличается контролем иглы в режиме реального времени, что помогает легко изменять угол наклона и её направление оператором [56].

Отмечая высокую чувствительность и специфичность ультразвукового метода, нельзя опровергнуть факт существования опухолей молочных желез, не идентифицируемых первично при помощи данного метода. В таких случаях возможно использование Fusion-технологий – слияние изображений, полученных различными методами лучевой диагностики. Данная методика позволяет при эхографии выявить участок изменений в тканях железы, за счет навигации при совмещении лучевой картины, полученных при МРТ/КТ/ПЭТ-КТ или томосинтеза. Определив зону поражения появляется возможность таргетной биопсии и получения более информативного материала. Fusion-технологии оказывают помощь в выявлении карцином, диагностированных в лимфатических узлах и не визуализируемых при первичной эхографии молочной железы [56].

Заключение

Статистика существующая на данный момент диктует необходимость совершенствования ультразвуковых технологий для выявления ранних форм рака молочной железы. Несмотря на то, что основная часть информации по-прежнему формируется по данным В-режима и ЦДК, результаты исследований многих авторов подтверждают целесообразность внедрения SMI, КУУЗИ и эластографии сдвиговой волной в клиническую практику, что позволяет внести новые при-

знаки в классификацию BI-RADS и оптимизировать показания к проведению биопсий.

Литература / References

1. Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel RL, Torre LA, Jemal A. Global Cancer Statistics 2018: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. CA: A Cancer Journal for Clinicians. 2018;(0):1-31. DOI: 10.3322/caac.21492
2. Каприн АД, Старинский ВВ, Петрова ГВ. Состояние онкологической помощи населению России в 2018 году. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; 2019. 236 с. [Kaprin AD, Starinskiy VV, Petrova GV. State of cancer care in Russia in 2018. Moscow : P. A. Herzen Moscow state medical Institute branch of the Federal state budgetary institution NMIC of radiology of the Ministry of health of Russia; 2019. 236 p. (In Russian)]
3. Алиева ГС, Корженкова ГП, Колядина ИВ. Комплексная лучевая диагностика раннего рака молочной железы (обзор литературы) *Современная онкология*. 2019; (3): 10-16. [Aliyeva GS, Korzhenkova GP, Kolyadina IV. Complex radiologic imaging of early breast cancer (literature review). *Journal of Modern Oncology*. 2019; 21 (3): 10-16. (In Russian)] DOI: 10.26442/18151434.2019.3.190469
4. Корженкова ГП. Диагностическое значение категорий BI-RADS в ведении пациенток с доброкачественной патологией молочных желез. *Опухоли женской репродуктивной системы*. 2016; 12 (4): 10-16. [Korzhenkova GP. Diagnostic value of BI-RADS categories in the management of patients with benign breast pathology. *Tumors of Female Reproductive System*. 2016;12(4):10-16. (In Russian)] DOI:10.17650/1994-4098-2016-12-4-10-16
5. Подольская ЕА, Воротынцева НС, Подольский ВВ, Киселёв ИЛ. Возможности ультразвуковой диагностики непальпируемых образований молочных желез у молодых женщин. *Курский научно-практический вестник «Человек и здоровье»*. 2010; (3): 114-120. [Podolskaya EA, Vorotyntseva NS, Podolskiy VV, Kiselev IL. Opportunities of ultrasonography in diagnostics of not palpated breast tumors at young women. *Kursk Scientific And Practical Bulletin «Man And Health»*. 2010; (3): 114-120. (In Russian)]
6. Эрштейн МА, Меских ЕВ, Колесник АЮ, Оксанчук ЕА. Эволюция ультразвукового метода исследования молочных желез. *Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии Минздрава России*. 2018; 18(3): 1-13. [Ershtein MA, Meskih EV, Kolesnik AYu, Oksanchuk EA. Evolution of the ultrasound method of breast examination. *Bulletin of Russian Scientific Center Of Roentgenoradiology Of The Ministry Of Healthcare Of The Russian Federation*. 2018; 18(3): 1-13. (In Russian)]

7. Guo R, Lu G, Qin B, Fei B. Ultrasound Imaging Technologies for Breast Cancer Detection and Management: A Review. *Ultrasound in Medicine and Biology*. 2018; 44(1): 37–70. DOI:10.1016/j.ultrasmedbio.2017.09.012
8. Chen L, Chen Y, Diao XH, Fang L, Pang Y, Cheng AQ, Li WP, Wang Y. Comparative study of automated breast 3-D ultrasound and handheld B-mode ultrasound for differentiation of benign and malignant breast masses. *Ultrasound in Medicine and Biology*. 2013; 39 (10) : 1735–1742. DOI: 10.1016 / j.ultrasmedbio.2013.04.003
9. Сенча АН, Фазылова СА, Евсеева ЕВ, Гус АИ. Ультразвуковая мультипараметрическая диагностика патологии молочных желез. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2017. 360 с. [Sencha AN, Fazylova SA, Evseeva EV, Gus AI. Ultrasound multiparametric diagnostics of breast pathology. Moscow: GEOTAR-Media; 2017. 360 p. (In Russian)]
10. Сенча АН. Ультразвуковое исследование молочных желез. Шаг за шагом. От простого к сложному. М.: МЕДпресс-информ; 2018. 184 с. [Sencha AN. Ultrasound examination of the mammary glands. Step by step. From simple to complex. Moscow: MEDpress-inform; 2018. 184p. (In Russian)]
11. Гажонова ВЕ, Ефремова МП, Бачурина ЕМ, Хлюстина ЕМ, Поткин СБ. Возможности сонотомографии (автоматического объемного сканирования молочных желез) в оценке железистого типа строения молочных желез как фактора риска возникновения рака молочной железы. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2015; (5): 5-10. [Gazhonova VE, Efremova MP, Bachurina EM, Khlyustina EM, Potkin SB. Capabilities of breast sonotomography (automated breast volume sonography) in the evaluation of the glandular structure of the breast in the context of its cancer risk. *Bulletin Of Radiology*. 2015; (5): 5-10. (In Russian)]
12. Гажонова ВЕ. Ультразвуковое исследование молочных желез. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2020. 544с. [Gazhonova VE. Ultrasonography of mammary. Moscow: GEOTAR-Media; 2020. 544 p. (In Russian)] DOI: 10.33029/9704-5422-0-2020-UIM-1-544
13. Ефремова МП, Гажонова ВЕ, Попова ИЭ, Хлюстина ЕМ, Ев Шатилова ЕВ, Кулешова ТН. Трехмерное автоматическое сканирование сонотомография в диагностике рака молочной железы. *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2017; (3): 12-18. [Efremova MP, Gazhonova VE, Popova IE, Chlustina EM, Shatilova EV, Kuleshova TN. Automated breast volume sonography (ABVS) for breast cancer detection. *Kremlin Medicine Journal*. 2017; (3): 12-18. (In Russian)]
14. Choi WJ, Cha JH, Kim HH, Shin HJ, Kim H, Chae EY, Hong MJ. Comparison of automated breast volume scanning and handheld ultrasound in the detection of breast cancer: an analysis of 5,566 patient evaluations. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*. 2014; 15 (21): 9101-9105. DOI: 10.7314/APJCP.2014.15.21.9101
15. Wojcinski S, Farrokh A, Hille U, Wiskirchen J, Gyapong S, Soliman AA, Degenhardt F, Hillemanns P. The Automated Breast Volume scanner (ABVS): initial experiences in lesion detection compared with conventional handheld B-mode ultrasound: a pilot study of 50 cases. *International Journal of Women's Health*. 2011; (3): 337–346. DOI: 10.2147/IJWH.S23918
16. Wojcinski S, Gyapong S, Farrokh A, Soergel P, Hillemanns P, Degenhardt F. Diagnostic performance and inter-observer concordance in lesion detection with the automated breast volume scanner (ABVS). *BMC Medical Imaging*. 2013; 13 (36): 1-12. DOI: 10.1186/1471-2342-13-36
17. Zhang Q, Hu B, Hu B, Li WB. Detection of breast lesions using an Automated Breast Volume Scanner System. *Journal of International Medical Research*. 2012; (40): 300-306. DOI: 10.1177/147323001204000130
18. Насруллаев ММ, Насруллаев МН, Насруллаев ММ. Комплексная лучевая диагностика рака молочной железы. *Поволжский онкологический вестник*. 2018 ; 2 (34) : 49-53. [Nasrullayev MM, Nasrullayev MN, Nasrullayev MM. Complex radiation diagnosis of breast cancer. *Oncology Bulletin of the Volga region*. 2018 ; 2 (34): 49-53. (In Russian)]
19. Бусько ЕА, Семиглазов ВВ, Мищенко АВ, Шишова АС, Смирнова ВО, Костромина ЕВ, Черная АВ, Артемьева АС, Криворотко ПВ. Возможности ультразвукового цветового доплеровского картирования в ранней диагностике рака молочной железы. *Сибирский онкологический журнал*. 2019; 18(6): 12–19. [Busko EA, Semiglazov VV, Mishchenko AV, Shishova AS, Smirnova VO, Kostromina EV, Chernaya AV, Artemieva AS, Kryvorotko PV. Diagnostic value of ultrasound color doppler mapping in early detection of breast cancer. *Siberian Journal of Oncology*. 2019; 18(6): 12–19. (In Russian)] DOI: 10.21294/1814-4861-2019-18-6-12-19
20. Zeng H, Zhao YL, Huang Y, Lin X, Chen XY, Li AH. Values of color Doppler flow imaging and imaging changes of breast fascia and ligament in differential diagnosis of small breast neoplasms. *Ai Zheng*. 2006 ; 25 (3) : 339-42.
21. Niu J, Ma J, Guan X, Zhao X, Li P, Zhang M. Correlation Between Doppler Ultrasound Blood Flow Parameters and Angiogenesis and Proliferation Activity in Breast Cancer. *Medical Science Monitor*. 2019; (25): 7035-7041. DOI: 10.12659/MSM.914395
22. Mehta TS, Raza S, Baum JK. Use of Doppler ultrasound in the evaluation of breast carcinoma. *Seminars in Ultrasound CT and MRI*. 2000 ; 21 (4) : 297-307.
23. Оруджева ИН, Асадов АС, Бахшиев БА. Диагностическая ценность некоторых параметров лучевой диагностики при раке молочной железы. *International*

- Scientific Journal Theoretical and Applied Science*. 2018; 09 (65): 209-215. [Orujova IN, Asadov AS, Baxshiev BA (2018) diagnostic value of some parameters of radiology methods in breast cancer. *International Scientific Journal Theoretical and Applied Science*. 2018; 09 (65): 209-215. DOI: 10.15863/TAS.2018.09.65.37 (In Russian)]
24. Liu D, Huang Y, Tian D, Yin J, Deng LJ. Value of sonographic bidirectional arterial flow combined with elastography for diagnosis of breast imaging reporting and data system category 4 breast masses. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2015; 34 (5) : 759-66. DOI: 10.7863/ultra.35.5.759
25. Shaheen R, Sohail S, Siddiqui KJ. Neovascularity patterns in breast carcinoma: correlation of Doppler ultrasound features with sonographic tumour morphology. *Journal of College of Physicians and Surgeons Pakistan*. 2010; 20(3): 162-166.
26. Kim ES, Seo BK, Park EK, Woo OH, Jung K, Cho KR, Song SE, Cha J. Significance of microvascular evaluation of ductal lesions on breast ultrasonography: Influence on diagnostic performance. *Clinical Imaging*. 2018; (51): 252-259. DOI: 10.1016/j.clinimag.2018.05.024
27. Park AY, Seo BK, Cha SH, Yeom SK, Lee SW, Chung HH. An Innovative Ultrasound Technique for Evaluation of Tumor Vascularity in Breast Cancers: Superb Microvascular Imaging. *Journal of Breast Cancer*. 2016 ; 19(2): 210-213. DOI: 10.4048/jbc.2016.19.2.210
28. Park AY, Seo BK. Up-to-date Doppler techniques for breast tumor vascularity: superb microvascular imaging and contrast-enhanced ultrasound. 2018; 37(2): 98-106. DOI: 10.14366/usg.17043
29. Park AY, Seo BK, Woo OH, Jung KS, Cho KR, Park EK, Cha SH, Cha J. The utility of ultrasound superb microvascular imaging for evaluation of breast tumour vascularity: comparison with colour and power Doppler imaging regarding diagnostic performance. *Clinical Radiology*. 2018; (73):304-311. DOI : 10.1016/j.crad.2017.10.006
30. Liang M, Ou B, Wu J, Xiao X, Ruan J, Tian J, Xu X, Wang B, Yang H, Luo B. Combined use of strain elastography and superb microvascular imaging with grayscale ultrasound according to the BI-RADS classification for differentiating benign from malignant solid breast masses. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*. 2019; (1): 1-13. DOI 10.3233/CH-190693
31. Xiao XY, Chen X, Guan XF, Wu H, Qin W, Luo BM. Superb microvascular imaging in diagnosis of breast lesions: a comparative study with contrast-enhanced ultrasonographic microvascular imaging. *British Journal of Radiology*. 2016; (89): 20160546. DOI: 10.1259/bjr.20160546
32. Yongfeng Z, Ping Z, Wengang L, Yang S, Shuangming T. Application Of A Novel Microvascular Imaging Technique In Breast Lesion Evaluation. *Ultrasound In Medicine and Biology*. 2016; 42 (9): 2097-2105. DOI:10.1016/j.ultrasmedbio.2016.05.010
33. Zhang XY, Zhang L, Li N, Zhu QL, Li JC, Sun Q, Wang HY, Jiang YX. Vascular index measured by smart 3-D superb microvascular imaging can help to differentiate malignant and benign breast lesion. *Cancer Management and Research*. 2019; (11): 5481-5487. DOI:10.2147/CMAR.S203376
34. Wubulihassimu M, Maimaitusun M, Xu X.-L, Liu X.-D, Luo B.-M. The added value of contrast-enhanced ultrasound to conventional ultrasound in differentiating benign and malignant solid breast lesions: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Radiology*. 2018; 73 (11): 936-943. DOI: 10.1016/j.crad.2018.06.004
35. Пеняева ЭИ, Камалов ЮР, Сенча АН, Патрунов ЮН, Сенча ЕА. Ультразвуковое исследование с контрастным усилением в дифференциальной диагностике опухолевых образований печени. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (2): 36-52. [Peniaeva EI, Kamalov JR, Sencha AN, Patrunov UN, Sencha EA. Value of Contrast-Enhanced Ultrasound in Differential Diagnosis of Focal Liver Lesions. *Medical Visualization*. 2017; 21 (2): 36-52. (In Russian)] DOI: 10.24835/1607-0763-2017-2-36-52
36. Сенча АН, Могутов МС, Патрунов ЮН, Пеняева ЭИ, Кашманова АВ, Сенча ЕА. Ультразвуковое исследование с использованием контрастных препаратов. М.: Издательский дом ВидарFM; 2015. 144 с. [Sencha AN, Mogutov UN, Patrunov UN, Penyaeva EI, Kashmanova AV, Sencha EA. Ultrasound using contrast agents. Moscow: Vidar FM publishing house; 2015. 144p. (In Russian)]
37. Сенча АН, Бикеев ЮВ, Родионов ВВ, Шубин ЛБ, Сенча ЕА. Ультразвуковое исследование с контрастированием в дифференциальной диагностике узловых образований молочной железы. *Акушерство и гинекология*. 2019; (11): 167-174. [Sencha AN, Bikeev YV, Rodionov VV, Shubin LB, Sencha EA. Radiontrast-enhanced ultrasound in the differential diagnosis of nodular formations of the breast. *Obstetrics and Gynecology*. 2019; (11): 167-174. (In Russian). DOI: 10.18565/aig.2019.11.167-174
38. Li J, Guo L, Yin L, Fang H, Ye W, Zhao B, Liu Y, Xu T, Can different regions of interest influence the diagnosis of benign and malignant breast lesions using quantitative parameters of contrast-enhanced sonography? *European Journal of Radiology*. 2018; (108): 1-6. DOI: 10.1016/j.ejrad.2018.09.005
39. Varghese T. Quasi-Static Ultrasound Elastography. *Ultrasound Clinics*. 2009; 4(3): 323-338.
40. Treece G, Lindop J, Chen L, Housden J, Prager R, Gee A. Real-time quasi-static ultrasound elastography, *Interface Focus*. 2011; 1(4): 540-552.
41. Itoh A, Ueno E, Tohno E, Kamma H, Takahashi H, Shiina T, Yamakawa M, Matsumura T. Breast disease:

clinical application of US elastography for diagnosis. 2006; (239): 341-350. DOI:10.1148/radiol.2391041676

42. Кабин ЮВ, Громов АИ, Капустин ВВ. Оценка эффективности различных видов эластографии в диагностике рака молочной железы. Предварительные результаты. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2012; (5): 30-38. [Kabin YuV, Gromov AI, Kapustin VV. Different Types of Ultrasound Elastography – the Value in Breast Cancer Diagnosis. Preliminary Results. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2012; (5): 30-38. (In Russian)]

43. Бусько ЕА, Мищенко АВ, Семглазов ВВ, Табагуа ТТ. Эффективность УЗИ и соноэластографии в диагностике непальпируемых и пальпируемых образований молочной железы. *Вопросы онкологии*. 2013; 59 (3): 375-381. [Busko EA, Mishchenko AV, Semiglazov VV, Tabagua TT. the effectiveness of ultrasound and sonoelastography in diagnostics of non-palpable and palpable breast lesions. *Voprosy Oncologii*. 2013; 59 (3): 375-381. (In Russian)]

44. Борсуков АВ, Тимашков ИА. Мультидисциплинарный и мультипараметрический подход в диагностике рака молочной железы с учетом мировых рекомендаций 2015 по эластографии. *Практическая медицина*. 2018; 112 (1): 96-101. [Borsukov AV, Timashkov IA. Multidisciplinary and multiparametric approach in the diagnosis of breast cancer under 2015 recommendations on elastography. *Practical Medicine*. 2018; 112 (1): 96-101. (In Russian)]

45. Высоцкая ИВ, Заболотская НВ, Летыгин ВП, Лактионов КП, Чубарова КА, Левкина НВ. Современные возможности диагностики патологии молочных желез. *Опухоли женской репродуктивной системы*. 2015; (1): 18-26. [Vysotskaya IV, Zabolotskaya NV, Letyagin VP, Laktionov KP, Chubarova KA, Levkina NV. Modern capabilities of breast pathology diagnostics. *Tumors of Female Reproductive System*. 2015; (1): 18-26. (In Russian)] DOI: 10.17650/1994-4098-2015-1-18-26

46. Заец МВ. Возможности соноэластографии в комплексной диагностике непальпируемых злокачественных образований молочной железы. *Вестник Российского Научного Центра рентгенодиагностики Минздрава России*. 2012 ; 4 (12): 1-11. [Заес MV. Possibilities of sonoelastography in complex diagnostics of non-palpable breast malignancies. *Bulletin of Russian Scientific Center Of Roentgenoradiology Of The Ministry Of Healthcare Of The Russian Federation*. 2012 ; 4 (12): 1-11. (In Russian)]

47. Cho N, Moon WK, Kim HY, Chang JM, Park SH, Lyou CY. Sonoelastographic strain index for differentiation of benign and malignant nonpalpable breast masses. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2010; 29 (1): 1–7. DOI: 10.7863/jum.2010.29.1.1

48. Farrokh A, Wojcinski S, Degenhardt F. Diagnostic value of strain ratio measurement in the differentiation of malignant and benign breast lesions. *Ultraschall in der Medizin*. 2011; (32): 400-405.

49. Zhou J, Zhou C, Zhan W, Jia X, Dong Y, Yang Z. Elastography ultrasound for breast lesions: fat-to-lesion strain ratio vs gland-to-lesion strain ratio. *European Society of Radiology*. 2014; (24):3171–3177.

50. Cosgrove DO, Berg WA, Doré CJ, Skyba DM, Henry JP, Gay J, Cohen-Barrie C. Shear wave elastography for breast masses is highly reproducible. *European Radiology*. 2012, (22): 1023-1032. DOI 10.1007/s00330-011-2340-y

51. Săftoiu I A, Gilja OH, Sidhu PS, Dietrich CF, Cantisani V, Amy D, Bachmann-Nielsen M, Bob F, Bojunga J, Brock M, Calliada F, Clevert DA, Correas J-M, D’Onofrio M, Ewertsen C, Farrokh A, Fodor D, Fusaroli P, Havre RF, Hocke M, Ignee A, Jenssen C, Klauser AS, Kollmann C, Radzina M, Ramnarine KV, Sconfienza LM, Solomon C, Sporea I, Ștefănescu H, Tanter M, Vilmann P. The EFSUMB Guidelines and Recommendations for the Clinical Practice of Elastography in Non-Hepatic Applications: Update 2018. *Ultraschall in der Medizin*. 2019; (40): 425–453. DOI: 10.1055/a-0838-9937

52. Pu H, Zhang X-L, Xiang L-H, Zhang J-L, Xu G, Liu H, Tang G-Y, Zhao B-H, Wu R. The efficacy of added shear wave elastography (SWE) in breast screening for women with inconsistent mammography and conventional ultrasounds(US). *Clinical Hemorheology and Microcirculation*. 2018; 1–12. DOI:10.3233/ch-180398

53. Митьков ВВ, Чубарова КА, Заболотская НВ, Митькова МД, Яурова НВ. Информативность ультразвуковой эластографии сдвиговой волной в диагностике рака молочной железы. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2014; (1): 1-24. [Mitkov VV, Chubarova KA, Zabolotskaya NV, Mitkova MD, Yaurova NV. Diagnostic Accuracy of Shear Wave Ultrasound Elastography in Breast Cancer Diagnosis. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2014; (1): 1-24. (In Russian)]

54. Митьков ВВ, Чубарова КА, Заболотская НВ, Митькова МД, Яурова НВ. Эластография сдвиговой волной в мультипараметрической ультразвуковой диагностике злокачественных опухолей молочных желез различных размеров. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2015; (2): 9-18. [Mitkov VV, Chubarova KA, Zabolotskaya NV, Mitkova MD, Yaurova NV. Shear Wave Elastography in Multiparametric Ultrasound Diagnosis of Malignant Breast Tumors of Different Sizes. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2015; (2): 9-18. (In Russian)]

55. Denis M, Bayat M, Mehrmohammadi M, Gregory A, Song P, Whaley DH, Pruthi S, Chen S, Fatemi M, Alizad A. Update on Breast Cancer Detection Using Comb-Push Ultrasound Shear Elastography. *IEEE transactions on*

ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control. 2015; 9 (62): 1644-1650.

56. Guo R, Lu G, Qin B, Fei B. Ultrasound Imaging Technologies for Breast Cancer Detection and Management: A Review. *Ultrasound in Medicine and Biology*. 2018; 44 (1): 37-70. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2017.09.012

Сведения об авторах

Литвинова Светлана Павловна, аспирант, врач ультразвуковой диагностики, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; Красноярский краевой клинический онкологический диспансер имени А. И. Крыжановского; адрес: Российская Федерация, 660133, г. Красноярск, ул. 1-ая Смоленская, д.16; тел.: +79232741277; e-mail: svetali94@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8844-6899>

Жестовская Светлана Ивановна д.м.н., профессор, заведующий отделением, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента РФ; адрес: Российская Федерация, 121359, г. Москва, ул. Маршала Тимошенко, д. 19, стр. 1А; Поликлиника № 1 Управления делами Президента РФ; адрес: Российская Федерация, 119002, г. Москва, пер. Сивцев Вражек, д. 26/28; тел.: +7(391)2201602; e-mail: uzikkb@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5818-2041>

Лебедева Елена Викторовна, врач ультразвуковой диагностики, Красноярская краевая клиническая больница; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 3А; тел.: +79029466120; e-mail: elena-6120@mail.ru

Евдокимова Елена Юрьевна, к.м.н., доцент, врач ультразвуковой диагностики, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; Красноярский краевой клинический онкологический диспансер имени А. И. Крыжановского; адрес: Российская Федерация, 660133, г. Красноярск, ул. 1-ая Смоленская, д.16; Краевая клиническая больница; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 3А; тел.: +7(391)2201602; e-mail: elena.evdochikova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4274-9680>

Тяжелникова Зоя Михайловна, к.м.н., доцент, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого; адрес: Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; тел.: +7(391)2201602; e-mail: zmyazhelnikova@mail.ru

Author information

Svetlana P. Litvinova, postgraduate student, doctor of ultrasound, Prof. V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; A.I.Krizhanovsky Krasnoyarsk regional clinical oncological dispensary; Address: 16, the 1-st Smolenskaya Str., Russian Federation 660133; Phone: +79232741277; e-mail: svetali94@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8844-6899>

Svetlana I. Zhestovskaya, Dr.Med.Sci., Professor, Prof. V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Central state medical Academy of department of presidential affairs; Address: 19, Marshal Timoshenko Str., Moscow, Russian Federation 121359; Polyclinic №1 of department of presidential affairs; Address: 26/28, Sivtsev Vrazhek lane, Moscow, Russian Federation 119002; Phone: +7(391)2201602; e-mail: uzikkb@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5818-2041>

Elena V. Lebedeva, doctor of ultrasound, Krasnoyarsk Regional Clinical Hospital; Address: 3A, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +79029466120; e-mail: elena-6120@mail.ru

Elena YU. Evdokimova, Cand.Med.Sci., Associate Professor, doctor of ultrasound, Prof. V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; A. I. Krizhanovsky Krasnoyarsk regional clinical oncological dispensary; Address: 16, the 1-st Smolenskaya Str., Russian Federation 660133; Krasnoyarsk Regional Clinical Hospital; Address: 3A, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(391)2201602; e-mail: elena.evdochikova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4274-9680>

Zoya M. Tyazhelnikova, Cand.Med.Sci., Associate Professor, Prof. V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University; Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022; Phone: +7(391)2201602; e-mail: zmyazhelnikova@mail.ru

Дата поступления: 02.06.2020

Дата рецензирования: 26.06.2020

Принята к печати: 08.07.2020

Received 02 June 2020

Revision Received 26 June 2020

Accepted 08 July 2020



This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.