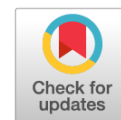


DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1523>

Обзорная статья



Диагностический потенциал ультразвуковой эластографии у пациентов с хирургическими заболеваниями и травмами. Систематический обзор

А.В. Беляева¹, О.А. Беляева², В.М. Розинов¹

¹ Научно-исследовательский клинический институт педиатрии и детской хирургии им. акад. Ю.Е. Вельтищева, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия;

² Детская городская клиническая больница № 9 им. Г.Н. Сперанского, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

В клиническую практику в последние годы внедряется ультразвуковая эластография. Низкая обеспеченность данным оборудованием и ограниченный период его эксплуатации определяют недостаточную информированность специалистов о потенциале технологии. Цель обзора состояла в установлении диагностической значимости ультразвуковой эластографии у пациентов с хирургическими заболеваниями и травмами на основе результатов систематического анализа опубликованных научных исследований. Поиск публикаций осуществляли в базах данных PubMed, Google Scholar, eLibrary и других источниках информации — журналы «Journal of Pediatric Surgery», «Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии», «Детская хирургия» и «SonoAce Ultrasound» за период с 2016 по 2022 г. Совокупная выборка — 7040 источников. В анализ, согласно критериям PRISMA, включены 32 публикации. Результаты представлены по разделам «хирургические заболевания» и «травмы». Среди «хирургических заболеваний» (27 публикаций) преобладали работы, посвященные объемным образованиям, единичные исследования связаны с сосудистыми осложнениями и эктопической беременностью, дефиниции «травмы» соответствовали 3 статьи. Специфичность метода установлена в межквартильном интервале [Q_1 77 – Q_3 95], Me 88,1, при чувствительности [Q_1 81 – Q_3 94], Me 85,5. Преимущества эластографии установлены в части специфичности метода при выявлении предикторов разрыва вращательной манжеты, составив при сопоставлении с В-режимом соответственно 96,7 и 61,2–62,5 %. Специфичность эластографии при кистах поджелудочной железы достигала 75,0 %, а в В-режиме — только 40,0 %. При метастатических поражениях лимфоузлов установлено преимущество эластографии (84,0 %) над потенциалом (69,0 %) серошкальных исследований. При повреждениях сухожилий надостной мышцы эффективность эластографии на 15 % выше, чем при рутинном УЗИ. Эластография повысила специфичность диагностики рака предстательной железы с 45,0 до 89,0 %.

Ключевые слова: мультипараметрическая ультразвуковая диагностика; компрессионная эластография; эластография сдвиговой волны; травматология и ортопедия; хирургия; хирургическое лечение.

Как цитировать

Беляева А.В., Беляева О.А., Розинов В.М. Диагностический потенциал ультразвуковой эластографии у пациентов с хирургическими заболеваниями и травмами. Систематический обзор // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2023. Т. 13, № 3. С. 373–384. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1523>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1523>

Review Article

Diagnostic potential of ultrasound elastography in patients with surgical diseases and injuries: Systematic review

Anastasiya V. Belyaeva¹, Olga A. Belyaeva², Vladimir M. Rozinov¹¹ Veltishev Research and Clinical Institute for Pediatrics and Pediatric Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia;² G.N. Speransky Children's Hospital No. 9, Moscow, Russia

ABSTRACT

In recent years, ultrasound elastography has been introduced into clinical practice. Because of the low availability of this equipment and the short period of operation, professionals are unaware of the technology's potential. Based on the findings of a systematic review of published scientific studies, this study aims to determine the diagnostic use of ultrasound elastography in patients with surgical diseases and injuries. PubMed, Google Scholar, eLibrary, and other information databases were searched for publications in *Pediatric Surgery*, *Russian Bulletin of Pediatric Surgery*, *Anesthesiology and Intensive Care*, *Pediatric Surgery*, and *SonoAce Ultrasound* from 2016 to 2022. The total number of sources in the sample is 7,040. The analysis comprised 32 papers that met the PRISMA criteria. The findings are divided into "surgical diseases" and "injuries". The works on space-occupying formations predominated among the "surgical diseases" (27 publications). A single study was related to vascular problems and ectopic pregnancy, and three articles corresponded to the criteria of "injury". The method's specificity was confirmed in the interquartile interval [Q_1 77 – Q_3 95], Me 88.1, with sensitivity in the interval [Q_1 81 – Q_3 94], Me 85.5. The advantages of elastography have been established in terms of the specificity of the method in identifying predictors of rotator cuff rupture, amounting to 96.7% and 61.2%–62.5%, respectively, when compared with the B-mode. In pancreatic cysts, elastography had a specificity of 75.0% but only 40.0% in B-mode. The advantage of elastography (84.0%) over grayscale studies (69.0%) in metastatic lymph node lesions was established. Elastography is 15% more effective than standard ultrasonography in treating supraspinatus tendon injury. Elastography raised the specificity of prostate cancer diagnosis from 45.0% to 89.0%.

Keywords: multiparametric ultrasound diagnostics; strain elastography; shear wave elastography; traumatology and orthopedics; surgery; surgical treatment.

To cite this article

Belyaeva AV, Belyaeva OA, Rozinov VM. Diagnostic potential of ultrasound elastography in patients with surgical diseases and injuries: Systematic review. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2023;13(3):373–384. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1523>

Received: 25.05.2023

Accepted: 28.08.2023

Published: 28.09.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1523>

超声弹性成像在外科疾病和损伤患者中的诊断潜力。 系统综述

Anastasiya V. Belyaeva¹, Olga A. Belyaeva², Vladimir M. Rozinov¹¹ Veltischev Research and Clinical Institute for Pediatrics and Pediatric Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia;² G.N. Speransky Children's Hospital No. 9, Moscow, Russia

简评

近年来, 超声弹性成像技术已被引入临床实践。因为该设备的可用性较低, 使用时间有限, 所以专家们对该技术潜力的知识不足。本综述旨在根据已发表科学研究的系统分析结果, 确定超声弹性成像技术在外科疾病和损伤患者诊断中的重要性。我们在PubMed、Google Scholar、eLibrary数据库和其他信息来源(如《Journal of Pediatric Surgery》、《俄罗斯儿童外科、麻醉学和复苏学通报》、《儿童外科学》和《SonoAce Ultrasound》等期刊)中搜索了2016年至2022年期间的出版物。总样本量为7040个来源。根据PRISMA标准, 32篇出版物被纳入分析。分析结果以“外科疾病”和“损伤”为标题。在“外科疾病”(27篇出版物)中, 与体积肿块有关的研究居多。只有极少数的研究有血管并发症和宫外孕有关。有3篇文章符合“损伤”的定义。该方法的特异度介于四分位距[Q_1 77至 Q_3 95], 国际单位为88.1, 灵敏度介于四分位距[Q_1 81至 Q_3 94], 国际单位为85.5。弹性成像的优势体现在该方法在检测肩袖断裂预示因素方面的特异度上, 与B型相比, 分别为96.7%和61.2–62.5%。弹性成像对胰腺囊肿的特异度达到75.0%, 而B型的仅为40.0%。在淋巴结转移性病变中, 弹性成像(84.0%)比灰度检查(69.0%)更具优势。在存在网上肌肌腱损伤的情况下, 弹性成像比常规超声检查有效15%。弹性成像技术将前列腺癌诊断的特异度从45.0%提高到89.0%。

关键词: 多参数超声诊断; 压缩弹性成像; 剪切波弹性成像; 损伤学和骨科学; 外科学; 外科治疗。

引用本文

Belyaeva AV, Belyaeva OA, Rozinov VM. 超声弹性成像在外科疾病和损伤患者中的诊断潜力。系统综述. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2023;13(3):373–384. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1523>

收到: 25.05.2023

接受: 28.08.2023

发布日期: 28.09.2023

АКТУАЛЬНОСТЬ

Закономерная эволюция традиционной ультразвуковой диагностики результировалась, на рубеже веков, созданием новой генерации технологий, основанных на различных физических, механических и биологических принципах и эффектах, прежде всего упругости и жесткости тканей, проявляющихся в результате внешнего силового воздействия [1–3]. Формирование общего понятийного аппарата представляло существенную сложность, учитывая заимствование терминов из фундаментальных наук, разноязычные источники и объективные трудности перевода. В русскоязычной специальной литературе большую распространенность получило словосочетание «ультразвуковая эластография». Ультразвуковая эластография — это группа диагностических методов, позволяющих визуально представить в условных индикаторах и объективно оценить механические характеристики биологических тканей, включая их жесткость, упругие (восстанавливающие) возможности противодействовать внешней силе, вызывающей деформацию сдвига, что в совокупности расширяет потенциал неинвазивной идентификации патоморфологических процессов. Термин «эластография» (от лат. *elasticus* — «упругий» и греч. *γραφοω* — «пишу»), описывающий методику измерения показателей упругости тканей, был предложен исследователями из Хьюстона (США) в 1991 г. [4]. В России (Москва) в 2010 г. прошла презентация оборудования с режимом двумерной эластографии сдвиговой волны.

В соответствии с современными воззрениями все технологии ультразвуковой эластографии, интегрированные в клиническую практику, могут быть разделены на четыре группы [5].

Стрейновая эластография (Strain elastography) — устоявшийся и более предпочтительный термин в русском языке — компрессионная эластография. Этот метод оценивает деформацию тканей, вызываемую квазистатическими воздействиями, такими как ручная компрессия датчиком, пульсация сердца, сосудистой стенки и дыхательные движения. Данную технологию обозначают также как статическую или квазистатическую эластографию. Изображения генерируются повторными минимальными давлениями датчика на подлежащие ткани и отображаются распределением деформации тканей в зоне интереса.

Транзиентная эластография (transient elastography) — метод, при котором деформация тканей оценивается только в виде распространения сдвиговой волны и вычислении ее скорости без изображения. Технологию обозначают как одномерную эластографию, так как метод не позволяет обеспечить визуализацию органа, где осуществляется измерение жесткости, и получить двухмерное изображение.

Точечная эластография сдвиговой волны (ARFI-эластография, Acoustic Radiation Force Impulse — технология

создания сдвиговой волны) использует акустическое давление сфокусированного ультразвукового излучения. В этом методе эластографии акустическое излучение фокусируется в определенной точке, выбираемой оператором, формируя сдвиговую или поперечную волну, распространяющуюся в тканях с различной скоростью в зависимости от их жесткости.

Двухмерная эластография сдвиговой волны (2D-Shear Wave Elastography) — метод визуализации упругости, использующий силу звукового излучения для генерации множественных сдвиговых волн на различной глубине и формирующий количественное отображение показателя жесткости в виде цветового изображения, «накладывающегося» на изображение в В-режиме [1, 2].

Ограниченный временной период и низкая обеспеченность отечественных медицинских организаций данным составом оборудования определяют недостаточную информированность специалистов лучевой диагностики о реальном потенциале технологии и, соответственно, актуальность формирования профильного систематического обзора.

Цель обзора — установление диагностической значимости ультразвуковой эластографии у пациентов с хирургическими заболеваниями и травмами на основе результатов систематического анализа опубликованных научных исследований.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Поиск тематических публикаций осуществляли в базах данных PubMed, Google Scholar, eLibrary, а также в других источниках информации за период с 2016 по 2022 г. Всего, в соответствии с ключевыми словами, в базе данных PubMed обнаружено 3743 статьи, в Google Scholar и eLibrary соответственно 2260, 1020 публикаций. В качестве дополнительных источников информации в нашем исследовании присутствовали периодические научные издания «Journal of Pediatric Surgery», «Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии», «Детская хирургия» и «SonoAce Ultrasound», в которых суммарно было выявлено 17 журнальных статей. Совокупная выборка составила 7040 источников. Исследования, включенные в количественный анализ, согласно критериям PRISMA составили 32 публикации. При этом подавляющее большинство отобранных в процессе предварительного поиска по ключевым словам статей относилось, в соответствии с концепцией PubMed, к спектру естественных наук, включая биологию (в том числе ветеринарию), биоинженерию, биофизику, что исключало возможность экстраполяции результатов данных публикаций на предмет нашего исследования. Значительная доля тематических статей, представленных в PubMed, соответствовала формату клинических наблюдений, что, по сути, исключало возможность объективной (количественной) оценки диагностического потенциала технологии, так как отсутствовали результаты статистического анализа.

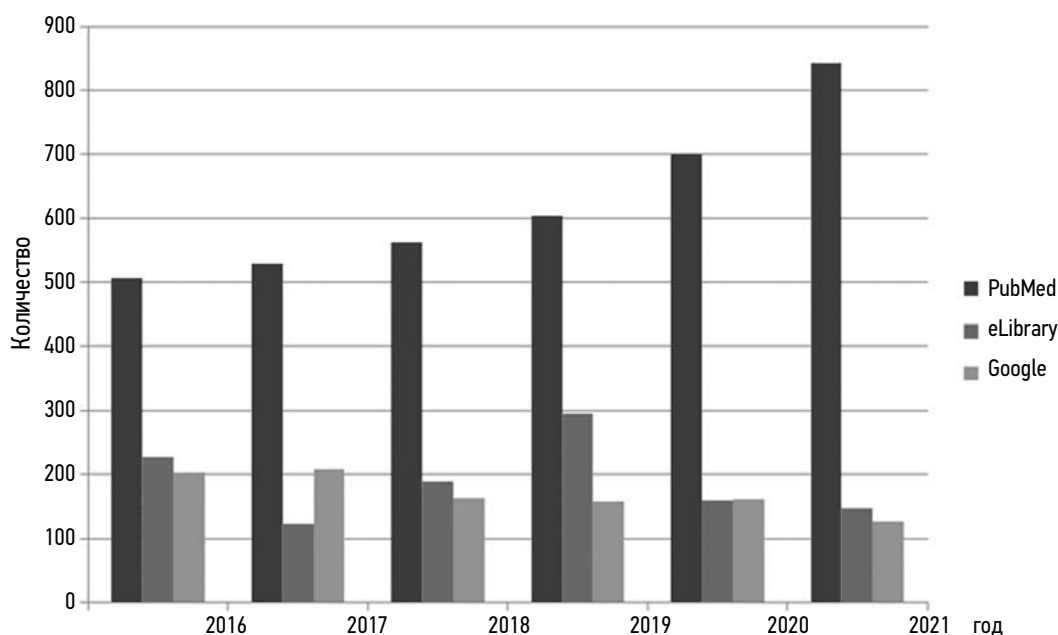


Рис. 1. Частота распределения тематических источников в различных базах данных в зависимости от года публикации
Fig. 1. Frequency distribution of thematic sources in various databases depending on the year of publication

Временная динамика количества публикаций в указанных базах данных представлена на рис. 1.

В соответствии с представленными данными прогрессивный рост числа публикаций характеризовал только базу данных PubMed. Учитывая доминирующее значение данной базы в количественном формировании выборки, допустимо рассматривать PubMed как зону первоочередного интереса при поиске информации по направлению ультразвуковой эластографии у пациентов с хирургическими заболеваниями и травмами.

В соответствии с целью настоящего исследования в него входили публикации, основанные на результатах анализа нозологических форм и патологических состояний, объединяемых общим понятием «хирургические заболевания». Дефиниции «травмы» соответствовали 3 публикации.

При селекции словосочетания «хирургические заболевания» выявлена достаточно многообразная конфигурация понятий, в которой преобладали объемные образования различного характера и локализаций (27 публикаций), включая метастатические поражения. Очаговые и диффузные поражения (неонкологического генеза) паренхиматозных органов служили предметом исследования у двух авторов [6, 7]. Единичные публикации посвящены сосудистым осложнениям тромботического характера [8] и диагностике эктопической беременности [9].

При распределении по локализациям большая часть исследований была посвящена патологии поверхностно расположенных органов и тканей, преимущественно головы и шеи. Существенный раздел (8 исследований) был основан на исследованиях патологии органов малого таза, преимущественно у мужчин. Затем, по частоте

встречаемости, шли публикации, описывающие патологию органов абдоминальной локализации (6). Заболеваниям органов грудной клетки посвящены 2 исследования [10, 11].

Спектр публикаций по направлению «травмы» был существенно более ограниченным по характеру и локализации повреждений. Две публикации были связаны с диагностикой повреждений связочного аппарата крупных суставов [12, 13]. Единичное исследование посвящено количественной оценке жесткости формирующейся костной мозоли [14].

Критериями включения публикаций в анализ являлись соответствие использованному методу исследования (точечная эластография сдвиговой волны, ARFI), двумерная эластография сдвиговой волны и компрессионная ультразвуковая эластография), их дизайн (оригинальное клиническое исследование), доступ к полному тексту статьи на русском либо английском языках, наличие подробных сведений о методике исследования, показательная выборка (от 50 наблюдений), описание возрастных, гендерных и клинических показателей, способах верификации результатов ультразвуковых наблюдений.

В качестве предмета математико-статистического анализа основных индикаторов дефиниции «информативность» рассматривались чувствительность, специфичность и точность метода. Описательная статистика предполагала распределение количественных индикаторов информативности в зависимости от частоты выявления.

Алгоритм формирования выборки для последующего систематического анализа информативности ультразвуковой эластографии у пациентов с хирургическими заболеваниями и травмами согласно критериям PRISMA представлен на рис. 2.

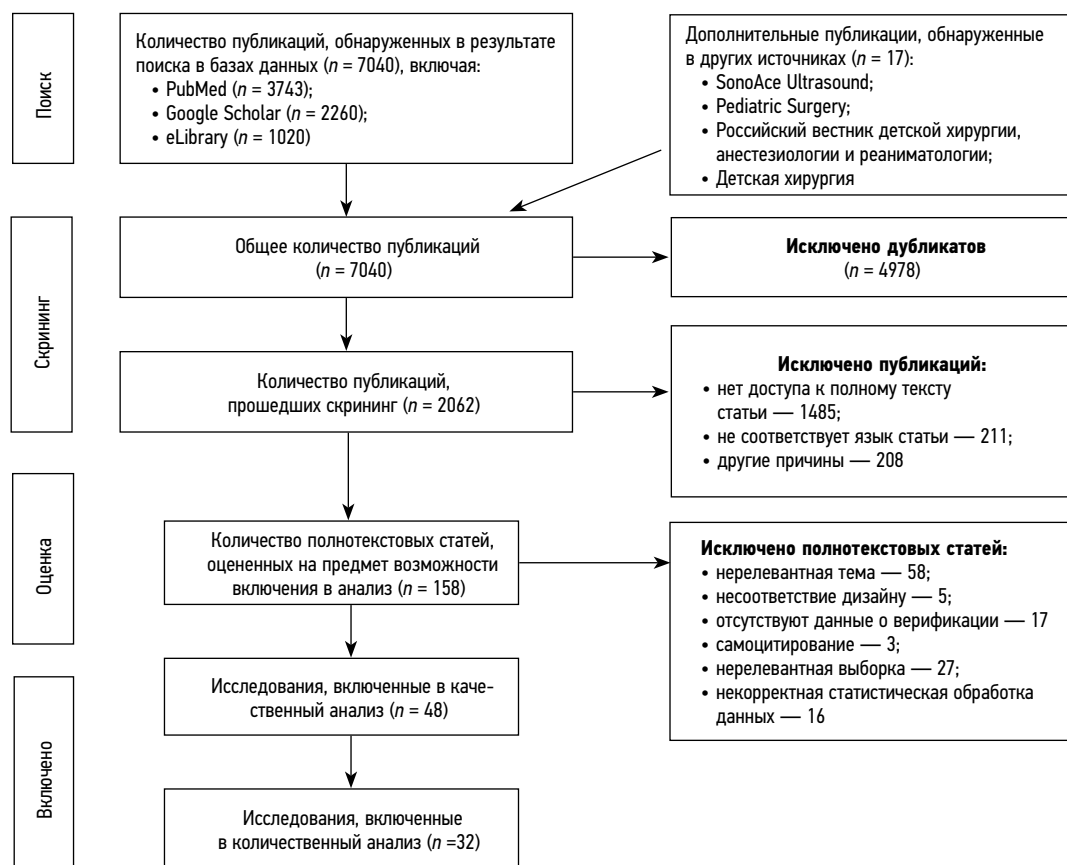


Рис. 2. Блок-схема этапного отбора публикаций для систематического обзора информативности ультразвуковой эластографии (checklist)

Fig. 2. Block diagram of the staged selection of publications for a systematic review of the information content of ultrasound elastography (checklist)

РЕЗУЛЬТАТЫ

В соответствии с целью настоящего исследования мы считали целесообразным представить результаты работы применительно к выделенным разделам деятельности — «хирургические заболевания» и «травмы», что также соответствует разграничению основных медицинских специальностей в сфере здравоохранения.

Наиболее многочисленные источники информации (27 публикаций) в разделе «хирургические заболевания» относились к профилю деятельности «диагностика новообразований» [6, 7, 10, 11, 15–37]. Сводные литературные данные, характеризующие количественное значение основных индикаторов информативности по профилю «диагностика новообразований», представлены в таблице.

Таким образом, среди статей, посвященных оценке диагностического потенциала ультразвуковой эластографии при новообразованиях различной локализации преобладали публикации (8), основанные на результатах исследования щитовидной железы. Опухолевые, включая метастатические процессы, в лимфатических узлах стали предметом исследований в 7 статьях. С равной частотой (4) в анализе присутствовали публикации, посвященные оценке патологических процессов в органах живота

и предстательной железе. В трех исследованиях описаны результаты ультразвуковой эластографии при локализации новообразований в органах грудной клетки. Единичные статьи содержали информацию о результатах исследований молочной железы, мягких и костных тканях головы, шеи, конечностей.

При рассмотрении отдельных индикаторов информативности считали целесообразным осуществить селекцию публикаций применительно к зоне исследований.

Чувствительность ультразвуковой эластографии у пациентов с новообразованиями щитовидной железы варьировала от 70,0 до 95,0 (*Me* 81,0), а применительно к лимфатическим узлам данный интервал составил 79,0–89,7 (*Me* 89,4).

При исследовании печени, по данным двух авторских коллективов, констатированы цифры в части чувствительности 100,0 и 82,1, а специфичности — 100,0 и 66,1 [31, 32].

В целом, мы не считали возможным анализировать сводную авторскую статистику при представлении данных, характеризующих в малой выборке результаты комплексных исследований органов и тканей груди, живота, конечностей.

Таблица. Распределение публикаций по профилю «диагностика новообразований» в зависимости от количества источников тематической информации, локализации патологического процесса и индикаторов информативности

Table. Distribution of publications according to the profile “diagnostics of neoplasms” depending on the number of sources of thematic information, localization of the pathological process, and indicators of informativeness

Источник информации в указателе литературы	Локализация патологического процесса	Индикаторы информативности, %			
		чувствительность	специфичность	точность	прочие данные
15		81,0	90,3	88,4	ПЦПР 88, ПЦОР 91
16		91,6	88,8	–	–
17		70,0	98,4	84,2	–
18		78,9	88,1	85,2	–
19	Щитовидная железа	71,9–78,1	90,5–95,2	–	ПЦПР 85,2, ПЦОР 89,9–91,7
20		90,0	79,0	–	ПЦПР 98
21		95	68,8	85,9	ПЦПР 85,2, ПЦОР 87,8
22		93,1	89,8	90,9	ПЦПР 81,8, ПЦОР 96,3
23		88,9	100,0	–	–
24		89,7	84,6	–	–
25		82,3	88,1	–	–
26	Лимфатические узлы	79,0	84,0	81,0	ПЦПР 89, ПЦОР 76
27		85,0	82,0	–	–
28		86,0	77,0	–	–
29		84,5	75,6	93,1	ПЦПР 93,5, ПЦОР 91,2
30	Печень	82,1	66,1	–	–
31		100,0	100,0	100,0	–
32	Грудь, живот, конечности	57,1	71,4	–	–
6	Поджелудочная железа	97,0	75,0	84,0	ПЦПР 89, ПЦОР 97
33		91,7	74,4	73,3	ПЦПР 62,1, ПЦОР 100
34	Предстательная железа	81,0	89,0	89,0	–
35		93,1	95,8	–	ПЦПР 98,5, ПЦОР 82,1
7		97,4	92,5	–	–
10	Легкое	70,9	69,4	–	ПЦПР 78, ПЦОР 61
11		80,4	72,2	–	–
36	Органы головы и шеи	83,3	100,0	95,5	ПЦПР 100 ПЦОР 94,1
37	Молочная железа	94,8	79,0	–	–

Примечание. ПЦПР — предсказательная ценность положительного результата; ПЦОР — предсказательная ценность отрицательного результата.

Note. ПЦПР — positive predictive value (PPV); ПЦОР — negative predictive value (NPV).

Ограниченным количеством характеризовались публикации, посвященные оценке диагностического потенциала ультразвуковой эластографии при исследовании костно-суставных структур (3) [12–14], а также в единичных статьях, посвященных проблемам распознавания венозного тромбоза [8] и внематочной беременности [9]. Существенное тактическое значение имеет дифференциальная диагностика частичных и полных разрывов

связочного аппарата плечевого сустава, что позволило авторам статей рекомендовать включение технологии в алгоритм поддержки врачебных решений. Авторы высоко оценивали потенциал метода в количественной оценке жесткости формирующейся костной мозоли, не подвергли сомнению возможность идентификации трубной беременности и своевременного выявления тромботических осложнений.

Суммарно оценивая информативность ультразвуковой эластографии, при указанных в результате анализа смешанных нозологических форм и патологических состояний, авторы публикаций установили специфичность метода в межквартильном интервале [Q_1 77 – Q_3 95], Me 88,1, при чувствительности соответственно [Q_1 81 – Q_3 94], Me 85,5.

Результаты развернутого статистического анализа применительно к термину «точность» не сочли возможным приводить, учитывая ограниченность его использования в представленных публикациях, однако межквартильный интервал и медиана ряда имеющихся данных составили [Q_1 84,1 – Q_3 89,9], Me 80,9 соответственно.

Определенные организационно-клинические перспективы составил расчетный индикатор «прогностическая ценность» положительного либо отрицательного результата исследований, представленный соответственно в 14 (43,7 %) и 13 (40,6 %) публикациях.

ОБСУЖДЕНИЕ

В соответствии с установленной целью настоящего систематического обзора авторы считали целесообразным сопоставлять результаты информативности ультразвуковой эластографии с соответствующими данными, полученными при серошкальном режиме исследований. В сравнительном аспекте рассмотрение информативности двух технологий исследования было представлено в 10-публикациях, что составило 31,3 % выборки. При этом только в двух публикациях утверждалось, что эластография не имела дополнительных преимуществ по сравнению с сочетанным использованием В-сканирования и ARFI-эластометрии, в части дифференциальной диагностики опухолевых поражений печени [30, 32].

Наиболее существенные преимущества эластографии были установлены в части специфичности метода при выявлении предикторов разрыва вращательной манжеты, составив при сопоставлении результатов исследуемой технологии и В-режима соответственно 96,7 и 61,2–62,5 % [12]. Сходные характеристики, в части сравнительной оценки информативности технологий, констатированы по результатам дифференциальной диагностики кистозных образований поджелудочной железы — специфичность ультразвуковой эластографии достигала 75,0 %, в то же время соответствующий индикатор при исследовании в В-режиме составил только 40,0 % [6]. Сравнение методов диагностики раковых метастатических поражений лимфоузлов выявило существенное (84,0 %) преимущество ультразвуковой эластографии, в части специфичности распознавания процесса, над потенциалом (69,0 %) серошкальных исследований [26]. Результаты целенаправленных исследований при повреждении сухожилий надостной мышцы свидетельствовали, что эффективность диагностики с использованием эластографии сдвиговой волны (93,0 %) на 15 % выше, чем

при применении рутинного УЗИ [13]. В исследовании, посвященном диагностике рака предстательной железы, эластография сдвиговой волны повысила специфичность метода с 45,0 до 89,0 % по сравнению с В-режимом [34]. УЗИ в В-режиме в диагностике скрытых метастазов слизистой оболочки полости рта характеризовалось специфичностью 88,2 %, а при использовании эластографии данный показатель возрос до 100,0 % [36]. При исследовании очаговых образований щитовидной железы вне количественных характеристик отмечается высокая диагностическая ценность метода ультразвуковой эластографии преимущественно в дифференциальной диагностике злокачественных процессов [15].

Таким образом, диагностический потенциал ультразвуковой эластографии наиболее существенно реализовался при исследованиях у онкологических больных с поражением щитовидной и предстательной желез, регионарных лимфатических узлов, кистозных образований поджелудочной железы. При этом в структуре дефиниции «информативность» наиболее показательны преимущества метода в категории «специфичность».

Менее изученным, однако перспективным разделом внедрения эластографии в клиническую практику по профилю деятельности является травматология и ортопедия. Ограниченное количество (2) публикаций по использованию метода в выявлении повреждений параартикулярных тканей, представленных общим коллективом авторов в едином периодическом издании, формально являются факторами, содержащими риски субъективности [12, 13]. Однако, учитывая масштаб выборки (128 пациентов), продуманный дизайн исследований, основанный на мультипараметрическом подходе с привлечением комплекса лучевых и эндоскопических технологий, корректную статистическую обработку данных, следует констатировать достоверность выводов.

Очевидный интерес представляет публикация, посвященная использованию ультразвуковой эластографии в оценке жесткости костной мозоли, позволяющей получить количественные результаты в режиме реального времени и объективизировать данные, начиная с первых дней после перелома до завершения процесса консолидации [14]. Кроме того, с помощью эхографии возможно оценить состояние окружающих тканей и сосудов. В совокупности это создает преимущество по сравнению с рентгенологическими методами исследования. Авторы отмечают, что чувствительность и специфичность эластографии в определении жесткости костной мозоли наиболее высока в соединительнотканной стадии ее формирования (94 и 90 % соответственно), что обусловлено физическими основами метода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты систематического обзора позволяют утверждать, что формирующаяся парадигма

технологий ультразвуковых исследований содержит перспективы получения новых знаний при широком круге заболеваний у пациентов всех возрастных групп, включая детей.

Применительно к разделу «хирургия детского возраста» наибольшие перспективы представляют дифференциальная диагностика новообразований, диффузных и очаговых патологических изменений структуры паренхиматозных органов, заболеваний и травм костно-мышечной системы, а также изменений в органах репродукции, контроля течения репаративных послеоперационных, в том числе посттравматических, раневых процессов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Личный вклад каждого автора: В.М. Розинов — концепция и дизайн исследования; А.В. Беляева — сбор и обработка материалов, написание текста; О.А. Беляева — анализ полученных данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изранов В.А., Казанцева Н.В., Мартинович М.В., и др. Физические основы эластографии печени // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2019. № 2. С. 69–87.
2. Изранов В.А., Казанцева Н.В., Мартинович М.В., и др. Методы эластографии печени и проблемы русскоязычной терминологии // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2019. № 1. С. 63–78.
3. Зыкин Б.И., Постнова Н.А., Медведев М.Е. Эластография: анатомия метода // Променева диагностика, променева терапия. 2012. № 2. С. 107–113.
4. Ophir J., Céspedes I., Ponnekanti H., et al. Elastography: A quantitative method for imaging the elasticity of biological tissues // Ultrasonic Imaging. 1991. Vol. 13, No. 2. P. 111–134. DOI: 10.1177/016173469101300201
5. Shiina T., Nightingale K.R., Palmeri M.L., et al. WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 1: basic principles and terminology // Ultrasound Med Biol. 2015. Vol. 41, No. 5. P. 1126–1147. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2015.03.009
6. Дибина Т.В., Дроздов Е.С., Кошель А.П., Латыпов В.Р. Применение ультразвуковой эластографии в дифференциальной диагностике кистозных образований поджелудочной железы // Бюллетень сибирской медицины. 2018. Т. 17, № 3. С. 45–52. DOI: 10.20538/1682-0363-2018-3-45-52
7. Хасанов М.З., Тухбатуллин М.Г., Ларюков А.В., Галарви Р.А. Возможности ультразвуковой эластографии сдвиговой волны в диагностике доброкачественной гиперплазии предстательной железы // Практическая медицина. 2016. № 9. С. 65–68.
8. Mumoli N., Mastroiacovo D., Giorgi-Pierfranceschi M., et al. Ultrasound elastography is useful to distinguish acute and chronic

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

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении поисково-аналитической работы и подготовке рукописи.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study. The contribution of each author: V.M. Rozinov — study concept and design; A.V. Belyaeva — collection and processing of materials, writing the text; O.A. Belyaeva — analysis of the received data.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This publication was not supported by any external sources of funding.

deep vein thrombosis // J Thromb Haemost. 2018. Vol. 16, No. 12. P. 2482–2491. DOI: 10.1111/jth.14297

9. Краснова И.А., Шишкина Т.Ю., Аксенова В.Б. Ультразвуковая эластография — критерии диагностики трубной беременности // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2017. № 3. С. 32–46. DOI: 10.24835/1607-0771-2017-3-32-46

10. Wei H., Lu Y., Ji Q., et al. The application of conventional us and transthoracic ultrasound elastography in evaluating peripheral pulmonary lesions // Exp Ther Med. 2018. Vol. 16, No. 2. P. 1203–1208. DOI: 10.3892/etm.2018.6335

11. Liu Y., Zhen Y., Zhang X., et al. Application of transthoracic shear wave elastography in evaluating subpleural pulmonary lesions // Eur J Radiol Open. 2021. Vol. 8. ID 100364. DOI: 10.1016/j.ejro.2021.100364

12. Гажонова В.Е., Емельяненко М.В., Онищенко М.П. Ультразвуковые предикторы разрыва вращательной манжеты у пациентов с субакромиальным импиджмент-синдромом плечевого сустава // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2018. Т. 2, № 4. С. 26–31. DOI: 10.26269/7g34-kf19

13. Гажонова В.Е., Емельяненко М.В., Онищенко М.П., и др. Оптимизация лучевого алгоритма при патологии сухожилия надостной мышцы плечевого сустава // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2017. № 3. С. 35–44.

14. Кормилина А.Р., Тухбатуллин М.Г. Ультразвуковая эластография сдвиговой волны в оценке жесткости костной мозоли // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2020. Т. 10, № 2. С. 122–128. DOI: 10.21569/2222-7415-2020-10-2-122-128

15. Поморцев А.В., Токаренко О.С. Диагностическая значимость мультипараметрического ультразвукового исследования и системы EU-TIRADS в дифференциальной диагностике образова-

ний щитовидной железы // Инновационная медицина Кубани. 2020. № 3. С. 29–37. DOI: 10.35401/2500-0268-2020-19-3-29-37

16. Тимофеева Л.А., Тухбатуллин М.Г., Сенча А.Н. Ультразвуковая эластография в дифференциальной диагностике узловой патологии щитовидной железы // Кубанский научный медицинский вестник. 2019. Т. 26, № 4. С. 45–55. DOI: 10.25207/1608-6228-2019-26-4-45-55

17. Катрич А.Н., Охотина А.В., Шамахан К.А., Рябин Н.С. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной (SWE) в диагностике очаговых образований щитовидной железы // Кубанский научный медицинский вестник. 2017. Т. 1, № 1. С. 53–59. DOI: 10.25207/1608-6228-2017-1-53-59

18. Катрич А.Н., Охотина А.В., Квасова А.А., Рябин Н.С. Оценка эффективности компрессионной эластографии в диагностике рака щитовидной железы // Инновационная медицина Кубани. 2017. Т. 5, № 1. С. 17–22.

19. Митьков В.В., Иванишина Т.В., Митькова М.Д. Эластография сдвиговой волной в мультипараметрической ультразвуковой диагностике рака щитовидной железы // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2016. № 1. С. 13–28.

20. Kyriakidou G., Friedrich-Rust M., Bon D., et al. Comparison of strain elastography, point shear wave elastography using acoustic radiation force impulse imaging and 2D-shear wave elastography for the differentiation of thyroid nodules // PLoS One. 2018. Vol. 13, No. 9. ID e0204095. DOI: 10.1371/journal.pone.0204095

21. Hairu L., Yulan P., Yan W., et al. Elastography for the diagnosis of high-suspicion thyroid nodules based on the 2015 American Thyroid Association guidelines: a multicenter study // BMC Endocr Disord. 2020. Vol. 20, No. 1. ID 43. DOI: 10.1186/s12902-020-0520-y

22. He Y., Wang X.Y., Hu Q., et al. Value of contrast-enhanced ultrasound and acoustic radiation force impulse imaging for the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules // Front Pharmacol. 2018. Vol. 9. ID 1363. DOI: 10.3389/fphar.2018.01363

23. Ковалева Е.В., Данзанова Т.Ю., Синюкова Г.Т., и др. Оценка возможностей точечной ультразвуковой эластографии в дифференциальной диагностике лимфопрлиферативных и реактивных изменений поверхностных лимфатических узлов // Онкогематология. 2020. Т. 15, № 1. С. 59–64. DOI: 10.17650/1818-8346-2020-15-1-59-64

24. Лежнев Д.А., Васильев А.Ю., Егорова Е.А., и др. Исследование периферических лимфатических узлов при онкологических заболеваниях головы и шеи с использованием эластографии сдвиговой волной // Сибирский онкологический журнал. 2019. Т. 18, № 3. С. 5–13. DOI: 10.21294/1814-4861-2019-18-3-5-13

25. Кабин Ю.В., Косташ О.В., Громов А.И., и др. Эластография сдвиговой волны в диагностике метастатического поражения периферических лимфатических узлов // Радиология — практика. 2019. № 5. С. 18–28.

26. Коробко В.Ф., Лукач Э.В., Серезко Ю.А. Сравнительная характеристика методов УЗИ в диагностике метастатических поражений лимфоузлов при раке глотки и гортани // Оториноларингология. Восточная Европа. 2018. Т. 8, № 3. С. 288–293.

27. Косташ О.В., Кабин Ю.В., Смехов Н.А., и др. Эластография сдвиговой волной в распознавании метастатического поражения подмышечных лимфатических узлов при раке молочной железы // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2017. № 3. С. 22–31. DOI: 10.24835/1607-0771-2017-3-22-31

28. Косташ О.В., Кабин Ю.В., Смехов Н.А., и др. Метастатическое поражение периферических лимфатических узлов при злокачественной меланоме кожи: роль эластографии сдвиговой волны // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2017. № 6. С. 25–35. DOI: 10.24835/1607-0771-2017-6-25-35

29. Савельева Н.А., Косова А.Л. Возможности мультипараметрической ультразвуковой диагностики с использованием компрессионной эластографии в выявлении метастатического поражения периферических лимфатических узлов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2016. № 4. С. 26–37.

30. Камалов Ю.Р., Крыжановская Е.Ю., Фисенко Е.П., и др. Возможности ARFI-эластометрии/эластографии в дифференциальной диагностике опухолевых поражений печени // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2021. № 1. С. 9–31. DOI: 10.24835/1607-0771-2021-1-9-31.

31. Гаева З.А. Дифференциальная диагностика очаговых образований печени с применением инновационной ультразвуковой методики акустической импульсно-волновой эластографии (ARFI) // Велес. 2016. № 81. С. 26–39.

32. Феоктистова Е.В., Сугак А.Б., Изотова О.Ю., и др. Возможности ARFI-эластографии в дифференциальной диагностике солидных опухолей у детей // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2016. № 1. С. 57–69.

33. Шиманец С.В., Карман А.В., Захарова В.А., и др. Ультразвуковая эластография сдвиговой волны с магнитно-резонансной томографией в планировании биопсии предстательной железы // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2020. Т. 19, № 1. С. 161–171.

34. Хасанов М.З., Тухбатуллин М.Г., Савельева Н.А. Роль ультразвуковой эластографии сдвиговой волны в диагностике рака предстательной железы // Практическая медицина. 2017. № 7. С. 156–159.

35. Амосов А.В., Крупинов Г.Е., Лернер Ю.В., и др. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной в диагностике рака предстательной железы (ретроспективное исследование) // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2016. № 4. С. 10–17.

36. Алымов Ю.В. Оценка возможностей ультразвукового исследования в режимах эластометрии и эластографии в диагностике субклинических регионарных метастазов рака слизистой оболочки полости рта // Опухоли головы и шеи. 2017. Т. 7, № 1. С. 31–41. DOI: 10.17650/2222-1468-2017-7-1-31-41

37. Watanabe T., Yamaguchi T., Okuno T., et al. Utility of B-mode, color Doppler and elastography in the diagnosis of breast cancer: Results of the CD-CONFIRM multicenter study of 1351 breast solid masses // Ultrasound Med Biol. 2021. Vol. 47, No. 11. P. 3111–3121. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2021.07.009

REFERENCES

1. Izranov VA, Kazantseva NV, Martinovich MV, et al. Physical foundations of liver elastography. *IKBFU's Vestnik. Natural and medical sciences*. 2019;(2):69–87. (In Russ.)

2. Izranov VA, Kazantseva NV, Martinovich MV, et al. Liver elastography techniques and the problems of Russian terminology. *IKBFU's Vestnik. Natural and medical sciences*. 2019;(1):63–78. (In Russ.)

3. Zykin BI, Postnova NA, Medvedev ME. Ehlastografiya: anatomiya metoda. *Promeneva diagnostika, promeneva terapiya*. 2012;(2):107–113. (In Russ.)
4. Ophir J, Céspedes I, Ponnekanti H, et al. Elastography: A quantitative method for imaging the elasticity of biological tissues. *Ultrasonic Imaging*. 1991;13(2):111–134. DOI: 10.1177/016173469101300201
5. Shiina T, Nightingale KR, Palmeri ML, et al. WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 1: basic principles and terminology. *Ultrasound Med Biol*. 2015;41(5):1126–1147. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2015.03.009
6. Dibina TV, Drozdov ES, Koshel AP, Latypov VR. Use of ultrasonic elastography in the differential diagnosis of pancreatic cystic lesions. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2018;17(3):45–52. (In Russ.) DOI: 10.20538/1682-0363-2018-3-45–52
7. Khasanov MZ, Tukhbatullin MG, Laryukov AV, Galyavi RA. Possibilities of ultrasonic shear wave elastography in the diagnosis of benign prostatic hyperplasia. *Practical medicine*. 2016;(9):65–68. (In Russ.)
8. Mumoli N, Mastroiacovo D, Giorgi-Pierfranceschi M, et al. Ultrasound elastography is useful to distinguish acute and chronic deep vein thrombosis. *J Thromb Haemost*. 2018;16(12):2482–2491. DOI: 10.1111/jth.14297
9. Krasnova IA, Shishkina TYu, Aksenova VB. Ultrasound strain elastography — criteria for diagnosis of tubal pregnancy. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2017;(3):32–46. (In Russ.) DOI: 10.24835/1607-0771-2017-3-32-46
10. Wei H, Lu Y, Ji Q, et al. The application of conventional us and transthoracic ultrasound elastography in evaluating peripheral pulmonary lesions. *Exp Ther Med*. 2018;16(2):1203–1208. DOI: 10.3892/etm.2018.6335
11. Liu Y, Zhen Y, Zhang X, et al. Application of transthoracic shear wave elastography in evaluating subpleural pulmonary lesions. *Eur J Radiol Open*. 2021;8:100364. DOI: 10.1016/j.ejro.2021.100364
12. Gazhonova VE, Emelianenko MB, Onishchenko MP. Ultrasound predictors of rotator cuff tears in patients with subacromial impingement syndrome of the shoulder. *Kremlin Medicine Journal*. 2018;2(4):26–31. (In Russ.) DOI: 10.26269/7g34-kf19
13. Gazhonova VE, Emelianenko MB, Onishchenko MP, et al. Optimizatsiya lucheвого algoritma pri patologii sukhozhihiya nadostnoi myshtsy plechevogo sustava. *Kremlin Medicine Journal*. 2017;(3):35–44. (In Russ.)
14. Kormilina AR, Tukhbatullin MG. Ultrasonic shear wave elastography in the assessment of bone callus stiffness. *Russian electronic journal of radiology*. 2020;10(2):122–128. (In Russ.) DOI: 10.21569/2222-7415-2020-10-2-122-128
15. Pomortsev AV, Tokarenko OS. Diagnostic value of multiparametric ultrasound and the EU-TIRADS system for differentiation of focal thyroid lesions. *Innovative Medicine of Kuban*. 2020;(3):29–37. (In Russ.) DOI: 10.35401/2500-0268-2020-19-3-29-37
16. Timofeeva LA, Tukhbatullin MG, Sencha AN. Ultrasonic elastography in the differential diagnosis of thyroid nodular patholog. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2019;26(4):45–55. (In Russ.) DOI: 10.25207/1608-6228-2019-26-4-45-55
17. Katrich AN, Okhotina AV, Shamakhyan KA, Ryabin NS. Ultrasound shear wave elastography (SWE) for thyroid gland focal lesion diagnosis. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2017;1(1):53–59. (In Russ.) DOI: 10.25207/1608-6228-2017-1-53-59
18. Katrich AN, Okhotina AV, Kvasova AA, Ryabin NS. Strain elastography efficiency for thyroid gland cancer diagnosis. *Innovative Medicine of Kuban*. 2017;5(1):17–22. (In Russ.)
19. Mitkov VV, Ivanishina TV, Mitkova MD. Shear wave elastography in multiparametric ultrasound of malignant thyroid nodules. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2016;(1):13–28. (In Russ.)
20. Kyriakidou G, Friedrich-Rust M, Bon D, et al. Comparison of strain elastography, point shear wave elastography using acoustic radiation force impulse imaging and 2D-shear wave elastography for the differentiation of thyroid nodules. *PLoS One*. 2018;13(9):e0204095. DOI: 10.1371/journal.pone.0204095
21. Hairu L, Yulan P, Yan W, et al. Elastography for the diagnosis of high-suspicion thyroid nodules based on the 2015 American Thyroid Association guidelines: a multicenter study. *BMC Endocr Disord*. 2020;20(1):43. DOI: 10.1186/s12902-020-0520-y
22. He Y, Wang XY, Hu Q, et al. Value of contrast-enhanced ultrasound and acoustic radiation force impulse imaging for the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules. *Front Pharmacol*. 2018;9:1363. DOI: 10.3389/fphar.2018.01363
23. Kovaleva EV, Danzanova TYu, Sinyukova GT, et al. Evaluation of the possibilities of shear wave elastography for differentiation of lymphomatous and reactive changes of superficial lymph nodes. *Oncohematology*. 2020;15(1):59–64. (In Russ.) DOI: 10.17650/1818-8346-2020-15-1-59-64
24. Lezhnev DA, Vasilyev AYu, Egorova EA, et al. Examination of peripheral lymph nodes using shear wave elastography in patients with head and neck cancer. *Siberian journal of oncology*. 2019;18(3):5–13. (In Russ.) DOI: 10.21294/1814-4861-2019-18-3-5-13
25. Kabin YuV, Kostash OV, Gromov AI, et al. Shear wave elastography in the diagnosis of metastatic lesions of peripheral lymph nodes. *Radiology – Practice*. 2019;(5):18–28. (In Russ.)
26. Korobko VF, Lukach EhV, Serezhko YuA Sravnitel'naya kharakteristika metodov UZI v diagnostike metastaticheskikh porazhenii limfouzlov pri rake glotki i gortani. *Otorinolaryngology. Eastern Europe*. 2018;8(3):288–293. (In Russ.)
27. Kostash OV, Kabin YuV, Smekhov NA, et al. Shear wave elastography in recognition of metastatic axillary lymph nodes in women with breast cancer. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2017;(3):22–31. (In Russ.) DOI: 10.24835/1607-0771-2017-3-22-31
28. Kostash OV, Kabin YuV, Smekhov NA, et al. Metastatic peripheral lymph nodes in cutaneous malignant melanoma: role of shear wave elastography. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2017;(6):25–35. (In Russ.) DOI: 10.24835/1607-0771-2017-6-25-35
29. Savelyeva NA, Kosova AL. Value of multiparametric ultrasound with strain elastography in peripheral lymph nodes metastases diagnosis. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2016;(4):26–37. (In Russ.)
30. Kamalov YR, Kryzhanovskaya EYu, Fisenco EP, et al. Acoustic radiation force impulse quantification/imaging in differential diagnosis of benign and malignant liver tumors. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2021;(1):9–31. (In Russ.) DOI: 10.24835/1607-0771-2021-1-9-31.
31. Agaeva ZA. Differentsialnaya diagnostika ochagovykh obrazovaniy pecheni s primeneniem innovatsionnoi ultrazvukovoi metodiki akusticheskoi impulsno-volnovoi ehlastografii (ARFI). *Veles*. 2016;(81):26–39. (In Russ.)

- 32.** Feoktistova EV, Sugak AB, Izotova OYu, et al. ARFI-elastography in differential diagnosis of solid lesions in children. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2016;(1):57–69. (In Russ.)
- 33.** Shimanets SV, Karman AV, Zakharava VA, et al. Ultrasound shear wave elastography with multiparametric magnetic resonance imaging in planning of prostate biopsy. *Vestnik of SSMA*. 2020;19(1):161–171. (In Russ.)
- 34.** Khasanov MZ, Tukhbatullin MG, Savelyeva NA. The role of ultrasound shear wave elastography in the diagnosis of prostate cancer. *Practical medicine*. 2017;(7):156–159. (In Russ.)
- 35.** Amosov AV, Krupinov GE, Lerner YuV, et al. Ultrasound shear wave elastography in prostate cancer diagnosis (retrospective

- study). *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2016;(4):10–17. (In Russ.)
- 36.** Alymov YuV. Evaluation of capability of ultrasound with elastometry and elastography for diagnosis of subclinical regional metastases of cancer of the oral mucosa. *Head and Neck Tumors (HNT)*. 2017;7(1):31–41. (In Russ.) DOI: 10.17650/2222-1468-2017-7-1-31-41
- 37.** Watanabe T, Yamaguchi T, Okuno T, et al. Utility of B-mode, color Doppler and elastography in the diagnosis of breast cancer: Results of the CD-CONFIRM multicenter study of 1351 breast solid masses. *Ultrasound Med Biol*. 2021;47(11):3111–3121. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2021.07.009

ОБ АВТОРАХ

***Анастасия Владимировна Беляева**, канд. мед. наук, научн. сотр; адрес: Россия, 125412, Москва, ул. Талдомская, д. 2; ORCID: 0000-0002-4899-904X; eLibrary SPIN: 4515-6952; e-mail: avbelyaeva1@gmail.com

Ольга Александровна Беляева, канд. мед. наук, врач; ORCID: 0000-0001-9738-9603; eLibrary SPIN: 1968-4120; e-mail: belyaeva300@rambler.ru

Владимир Михайлович Розин, д-р мед. наук, профессор, заместитель директора; ORCID: 0000-0002-9491-967X; eLibrary SPIN: 2770-3752; e-mail: rozinov@inbox.ru

AUTHORS' INFO

***Anastasiya V. Belyaeva**, MD, Cand. Sci. (Med.), research associate; address: 2 Taldomskaya str., Moscow, 125412, Russia; ORCID: 0000-0002-4899-904X; eLibrary SPIN: 4515-6952; e-mail: avbelyaeva1@gmail.com

Olga A. Belyaeva, MD, Cand. Sci. (Med.); ORCID: 0000-0001-9738-9603; eLibrary SPIN: 1968-4120; e-mail: belyaeva300@rambler.ru

Vladimir M. Rozinov, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), professor, deputy director; ORCID: 0000-0002-9491-967X; eLibrary SPIN: 2770-3752; e-mail: rozinov@inbox.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author