ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ЭЛАСТОМЕТРИЯ СДВИГОВОЙ ВОЛНОЙ В ДИАГНОСТИКЕ МЕТАСТАТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ ШЕИ ПРИ РАКЕ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Е.А. Гудилина[1], Т.Ю. Данзанова[1,2], П.И. Лепэдату[1], Г.Т. Синюкова[1]

[1] Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России; Россия, 115478, Москва, Каширское шоссе, 24

[2] Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России; Россия, 117437, Москва, ул. Островитянова, 1, стр. 6

Контакты: Гудилина Елена Анатольевна, goodilinaea@gmail.com

Реферат

Цель: Определение информативности новой методики ультразвуковой томографии, основанной на свойствах эластичности мягких тканей, в дифференциальной диагностике метастатического поражения лимфатических узлов шеи при раке щитовидной железы.

Материал и методы: Для оценки возможностей ультразвуковой эластометрии сдвиговой волной в диагностике метастатического поражения лимфатических узлов при раке щитовидной железы проведено исследование 45 пациентам с подозрением на рак щитовидной железы. Работа была выполнена на аппаратах Acuson S2000 Siemens, Avius hi vision Hitachi с использованием линейного датчика частотой 5-12 МГц. У каждого объекта исследования было произведено от 5 до 10 измерений скорости сдвиговой волны в м/с в зависимости от размеров лимфатических узлов.

Результаты: Получены достоверные результаты в группе измененных лимфатических узлов (статистическая значимость $p < 0,05$). Интерквартильные интервалы и наиболее часто встречающиеся значения скоростей сдвиговой волны не перекрываются: у метастазов — 2,20–3,36 м/с, при гиперплазии лимфатических узлов — 0,70–1,88 м/с, а медианы демонстрируют значительную разницу скоростей: метастазы — 3,00 м/с, гиперплазированные лимфатические узлы — 1,38 м/с.

Заключение: Эластография сдвиговой воной объективизирует ультразвуковое исследование, позволяя получать конкретные показатели скорости сдвиговой волны в зонах интереса, и может использоваться в качестве дополнительного диагностического инструмента в дифференциальной диагностике метастатических и гиперплазированных лимфатических узлов.

Ключевые слова: *рак щитовидной железы, диагностика, ультразвуковая эластометрия сдвиговой волной, лимфатический узел, метастаз*

Для цитирования: Гудилина Е.А., Данзанова Т.Ю., Лепэдату П.И., Синюкова Г.Т. Ультразвуковая эластометрия сдвиговой волной в диагностике метастатического поражения лимфатических узлов шеи при раке щитовидной железы. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2021;4(4):50-55.

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-4-50-55

Введение

Мультипараметрическое ультразвуковое исследование (УЗИ) является важной технологией, позволяющей поставить диагноз рака щитовидной железы (РЩЖ) на ранних этапах его развития [1, 2]. Ультразвуковые технологии стремительно совершенствуются, появляются новые методики, необходимо определить их роль и возможности для повышения информативности. Это особенно актуально, так как результаты последних исследований свидетельствуют о росте патологии щитовидной железы (ЩЖ). В России с 2010 по 2015 гг. заболеваемость РЩЖ выросла с 5,9 до 7,2 на 100 тыс. населения, прирост за 6 лет составил более 20 % [2]. В 2017 г. в России взято на учет 11 380 больных РЩЖ [3]. Раннее выявление метастатического поражения лимфатических узлов (ЛУ) при РЩЖ позволяет провести адекватное, радикальное операционное лечение пациентов, способствуя увеличению выживаемости больных и профилактике рецидивов заболевания.

В основу новых способов получения ультразвукового изображения заложены эластические свойства различных тканей организма. Методика «эластография сдвиговой волной» (или ARFI) представляет собой технологию исследования деформации тканей, где используется акустический импульс низких частот для измерения жесткости ткани, в отличие от ультразвукового исследования в В-режиме, при котором анатомические структуры визуализируются с помощью акустического сопротивления. Самым большим преимуществом является возможность количественно измерить скорость распространения поперечной волны в зоне интереса и тем самым получить объективи-

зацию визуальных данных. При этом скорость прохождения поперечной волны будет увеличиваться с возрастанием жесткости ткани [4–6]. ARFI обладает преимуществами по сравнению с другими методиками исследования, так как локально воздействует на зону интереса, поэтому смещения глубоко расположенных тканей оказываются достаточными для проведения диагностической оценки. Эластометрия сдвиговой волной отличается улучшенными частотными характеристиками, обеспечивающими безупречное качество изображений, более высокую воспроизводимость результатов, а также меньшую зависимость результатов от индивидуальности работы разных специалистов [7–9].

Материал и методы

Для оценки возможностей ультразвуковой эластометрии сдвиговой волной в диагностике метастатического поражения ЛУ при раке щитовидной железы проведено исследование 45 пациентам с подозрением на РЩЖ. Все больные осмотрены в В-режиме и режиме цветового доплеровского кодирования (ЦДК), а также с применением ультразвуковой эластометрии сдвиговой волной. Возраст пациентов был от 22 до 76 лет, распределение по полу — 11 мужчин (24 %) и 34 женщины (76 %). При исследовании ЩЖ и областей регионального метастазирования в серошкальном режиме у 26 пациентов найдены увеличенные ЛУ. Им была выполнена ультразвуковая эластометрия сдвиговой волной на аппаратах Acuson S2000 Siemens, Avius hi vision Hitachi с использованием линейного датчика частотой 5–12 МГц. Размеры описываемых ЛУ составили от 0,5×0,4×0,4 см до 5,0×4,0×6,0 см. Учитывали следующие признаки: форму ЛУ, его структуру, наличие и локализацию кровотока, контуры, наличие жидкостных участков, соответствие структуры ЛУ узловому образованию в ЩЖ.

В выше описанной группе у 26 пациентов выделено 117 объектов исследования, которые распределены по группам, соответствующим классификации Американского объединенного комитета по изучению злокачественных опухолей и Американской академии отоларингологии от 2001 г. [2]: 1) верхняя яремная группа (II) — 36 ЛУ; 2) средняя яремная группа (III) — 38 ЛУ; 3) нижняя яремная группа (IV) — 26 ЛУ; 4) паратрахеальная группа (VI) — 7 ЛУ; 5) верхнесредостенная группа (VII) — 2 ЛУ. Распределение метастатических и гиперплазированных ЛУ по группам представлено на рис. 1.

Согласно рис. 1, наибольшее количество метастатических ЛУ обнаруживалось в группе нижнеяремных ЛУ, а в группах паратрахеальной и верхнесредостенной были детектированы только злокачественные ЛУ. Таким образом, общее число

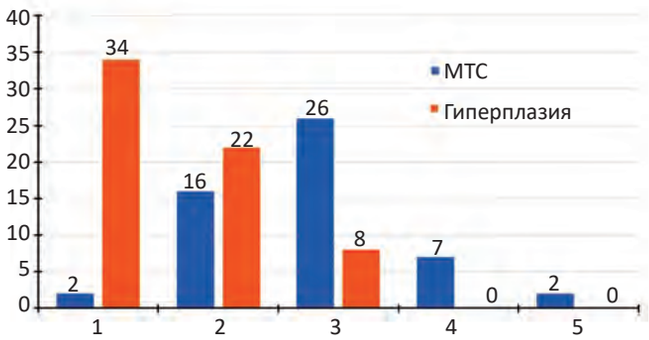

Рис. 1. Распределение лимфатических узлов по группам
Fig. 1. Distribution of lymph nodes by groups

злокачественных ЛУ составило 53, а гиперплазированных ЛУ — 64. У каждого объекта исследования было произведено от 5 до 10 измерений скорости сдвиговой волны в м/с в зависимости от размеров: в ЛУ размером до 2 см — до 5 измерений, более 2 см — до 10 (рис. 2).

Все результаты были подтверждены с помощью тонкоигольной биопсии или при гистологическом исследовании после оперативного лечения. При цитологическом исследовании опухолевых узлов преобладал папиллярный рак — у 21 пациента 80 %, в 5 случаях — медуллярный рак.

Результаты и обсуждение

При анализе результатов эластомерии сдвиговой волной в группах с подозрением на злокачественные ЛУ (рис. 1) получены сходные результаты, интерквартильный диапазон значений скорости сдвиговой волны составил 1,8–4,37 м/с. ЛУ данной группы имели классические признаки злокачественности: округлую или неправильную форму, нечеткость контуров, инфильтрацию окру-

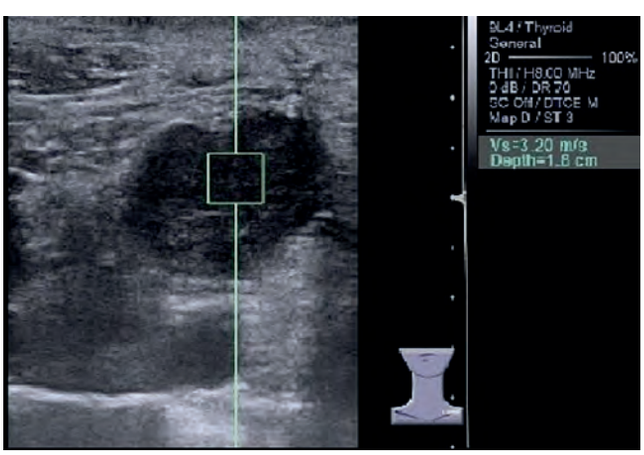

Рис. 2. Измерение скорости сдвиговой волны в структуре злокачественного лимфатического узла
Fig. 2. Measurement of shear wave velocity in the structure of a malignant lymph node

жающих тканей, структуру пониженной интенсивности отражений, диффузное усиление кровотока, в 78 % наблюдений структура измененных ЛУ совпадала с особенностями строения узлового образования в ЩЖ (рис. 3).

Средние значения скоростных показателей составили 3,00 м/с, а диапазон наиболее часто встречающихся скоростей сдвиговой волны — 2,2–3,36 м/с.

Эти показатели значительно различаются с данными по группе гиперплазированных ЛУ в сторону уменьшения скорости сдвиговой волны: средние значения — 1,38 м/с при интерквартильном диапазоне 0,52–2,24 м/с и диапазоне наиболее часто встречающихся скоростей сдвиговой волны — 0,70–1,88 м/с. Таким образом, получены достоверные результаты в группе измененных ЛУ (статистическая значимость p <0,05). Интерквартильные интервалы и наиболее часто встречающиеся значения скоростей не перекрываются: у метастазов — 2,20–3,36 м/с, при гиперплазии ЛУ — 0,70– 1,88 м/с, а медианы демонстрируют значительную разницу скоростей: метастазы в ЛУ — 3,00 м/с, гиперплазированные ЛУ — 1,38 м/с. При этом в стандартном УЗИ гиперплазированные ЛУ могут демонстрировать солидную структуру с нарушением дифференциации коркового слоя, характерную для злокачественных ЛУ (рис. 4). И наоборот, плоские и мелкие лимфатические узлы оказываются злокачественными.

Информативность ARFI эластографии при ROC-анализе средних значений скорости сдвиговой волны в определении злокачественных ЛУ показана на рис. 5.

При ROC-анализе AUC составила 0,780±0,02, 95 %-ый доверительный интервал 0,749–0,773, p < 0,0001. Ассоциированное пороговое значение скорости сдвиговой волны для злокачественных новообразований составило 2,3 м/с, при чувствительности 76,6 % и специфичности 78,1 %. Более высокие цифры специфичности в 90 % получены при оптимальном пороговом значении более 3,2 м/с, но чувствительность при этом падает до 56 % (рис. 6).

В итоге, в нашем исследовании чувствительность УЗИ с применением ультразвуковой эластографии сдвиговой волной в определении метастазов в ЛУ при РЩЖ составила 87 %, специфичность 75 %. Ложноположительные и ложноотрицательные результаты были получены в группе ЛУ, показавших значение скорости сдвиговой волны в диапазоне от 1,18 до 2,24 м/с. Методика продемонстрировала значительное увеличение скоростных показателей при метастатическом поражении ЛУ в регионарных зонах.

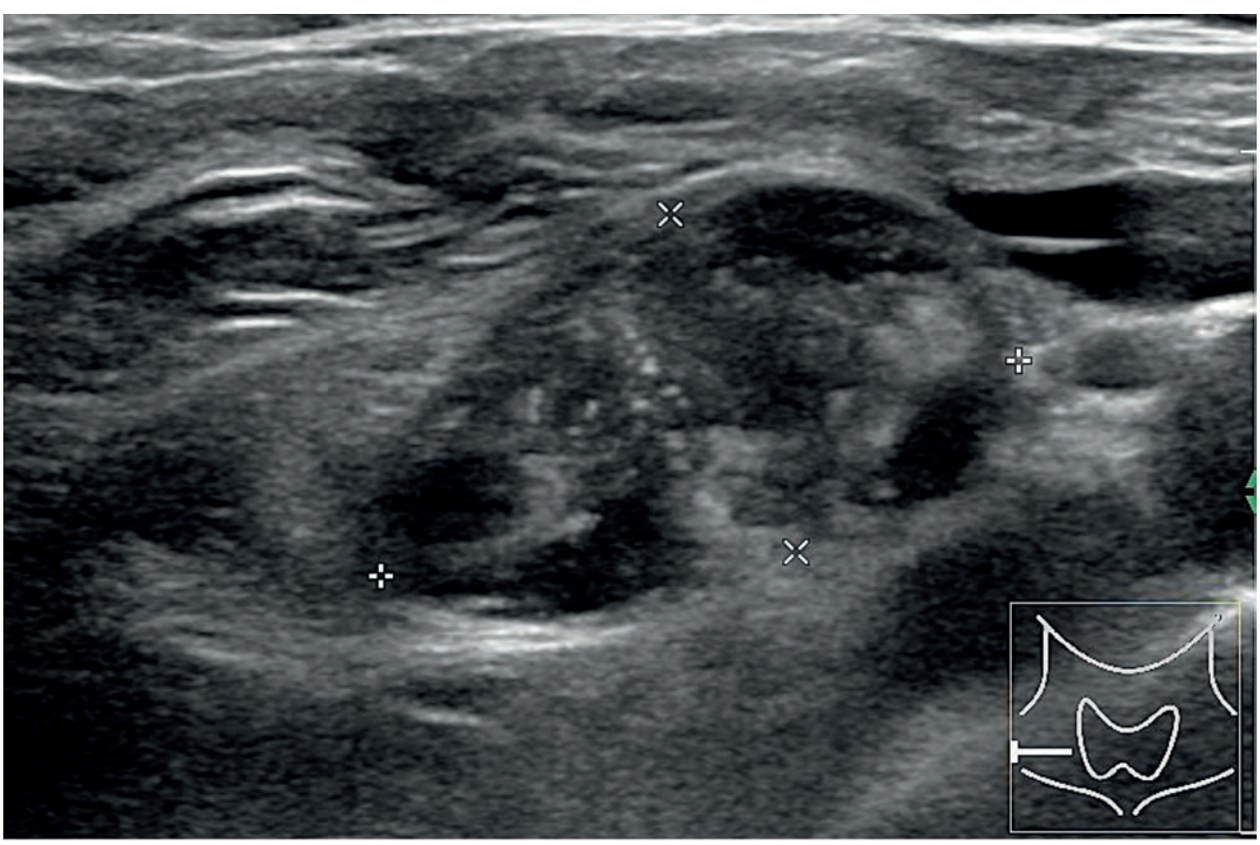

Рис. 3. Метастатическое поражение лимфатических узлов нижней яремной группы, гист. — папиллярный рак
Fig. 3. Metastatic lesion of the lymph nodes of the lower jugular group, hist. — papillary cancer

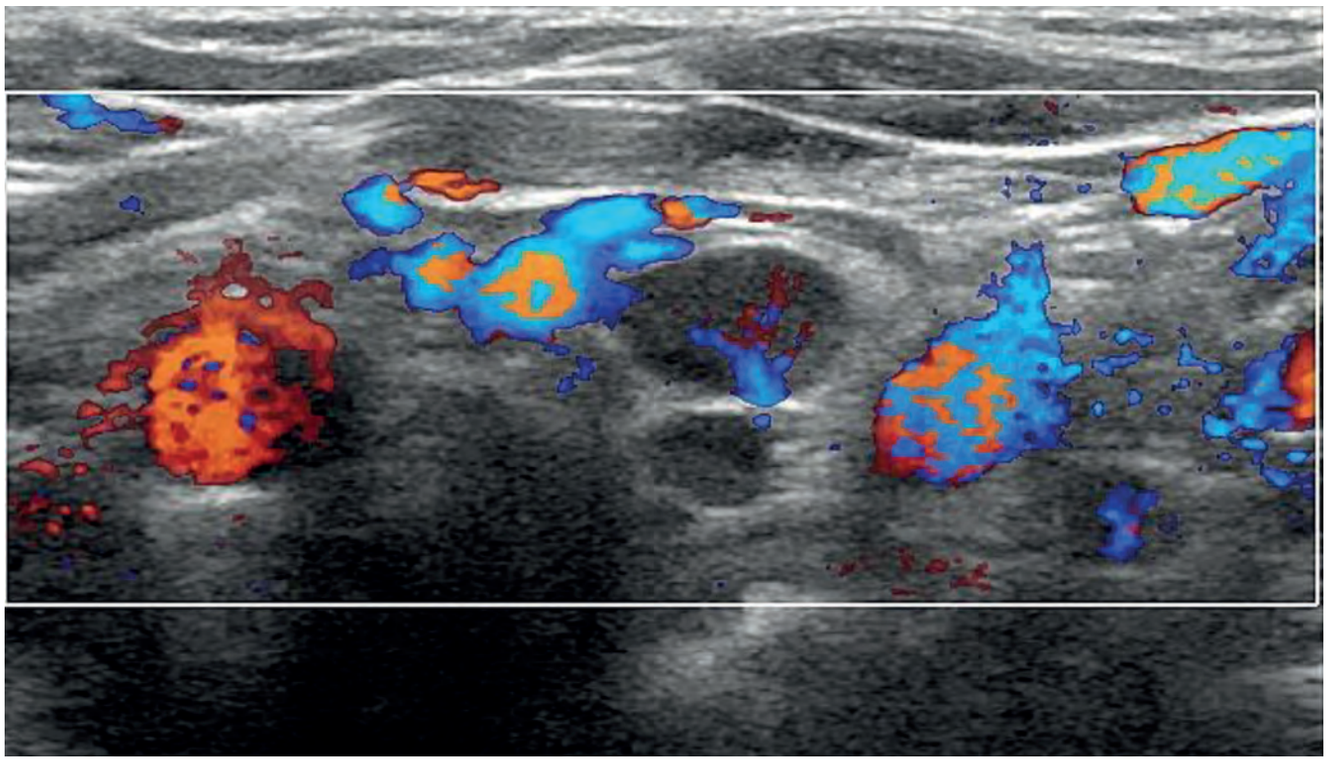

Рис. 4. Гиперплазированный лимфатический узел нижней яремной группы, режим ЦДК
Fig. 4. Hyperplastic lymph node of the lower jugular group, color Doppler coding mode

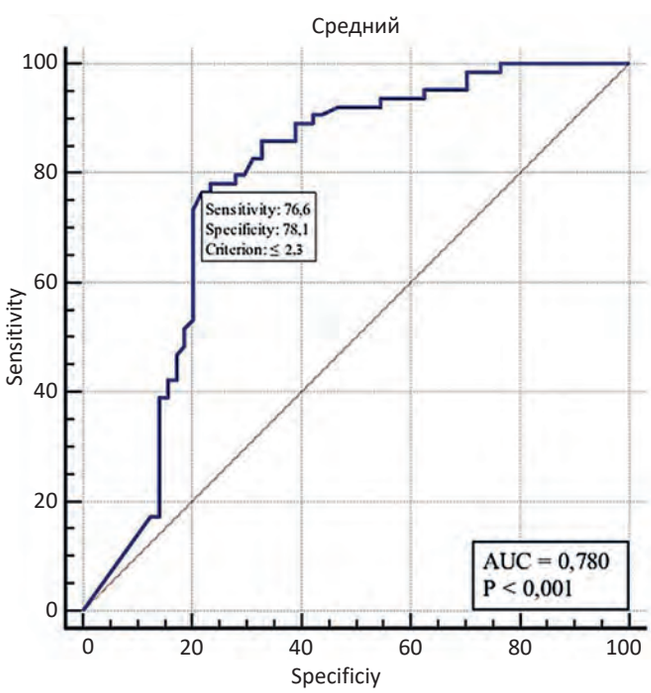

Рис. 5. ROC кривая информативности эластометрии сдвиговой волной в определении злокачественных новообразований
Fig. 5. ROC curve of the informative value of shear wave elastometry in the definition of malignant neoplasms

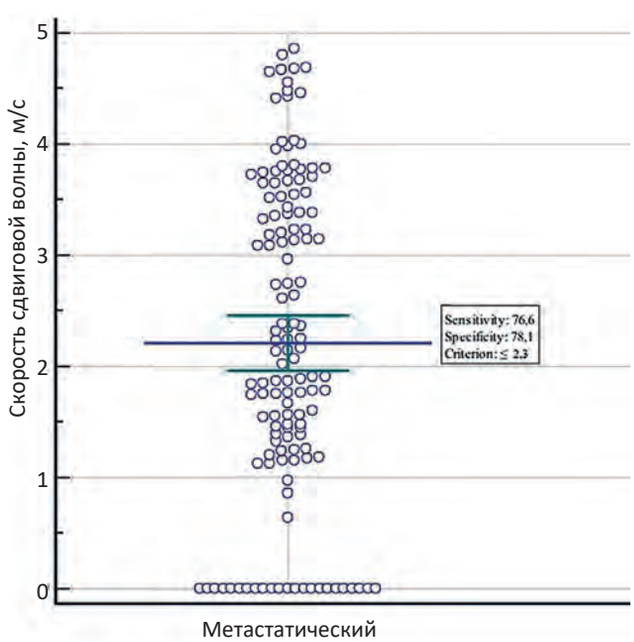

Рис. 6. Распределение средних значений скорости сдвиговой волны при исследовании злокачественных лимфатических узлов
Fig. 6. Distribution of mean values of shear wave velocity in the study of malignant lymph nodes

Заключение

Представленные данные показывают, что эластография сдвиговой воной объективизирует ультразвуковое исследование, позволяя получать конкретные показатели скорости сдвиговой волны в зонах интереса, и может использоваться в качестве дополнительного диагностического инструмента в дифференциальной диагностике метастатических и гиперплазированных ЛУ. Стандартизация и обеспечение воспроизводимости метода эластометрии сдвиговой волной, обеспечивающие информативность и независимость получаемых результатов от технических особенностей используемого диагностического оборудования, остается актуальной и востребованной задачей, решение которой, несомненно, приведет к развитию современной ультразвуковой диагностики.

Список литературы / References

1. Сенча АН. Ультразвуковое исследование щитовидной железы. Шаг за шагом. От простого к сложному. Москва: МЕДпресс-информ, 2019. 208 с. [Sencha AN. Ultrasound examination of the thyroid gland. Step by step. From simple to complex. Moscow, 2019. 208 p (In Russian)].
2. Пачес АИ, Проп РМ. Рак щитовидной железы. 2-е изд, перераб. и доп. М.: Центр внедрения достижений науки и техники «Москва», 1994. 372 с. [Paches AI, Prop RM. Thyroid cancer. 2nd ed. Moscow, 1994. 372 p (In Russian)].
3. Каприн АД, Старинский ВВ, Петрова ГВ. Состояние онкологической помощи населению России в 2017 г. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена, 2018. 236 с. [Caprin AD, Starinskiy VV, Petrova GV. The state of cancer care for the population of Russia in 2017. Moscow, 2018. 236 p (In Russian)]
4. Doherty JR, Trahey GE, Nightingale KR, Palmeri ML. Acoustic radiation force elasticity imaging in diagnostic ultrasound. IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control. 2013;60(4):685-701. DOI: 10.1109/TUFFC.2013.2617
5. Rutherford GC, Franc B, O'Connor A. Nuclear medicine in the assessment of differentiated thyroid cancer. Clin Radiol. 2008 Apr; 63(4):453-63. Epub 2007 Nov 5. DOI: 10.1016/j.crad.2007.08.002
6. Furukawa MK, Kubota A, Hanamura H, Furukawa M. Clinical application of real-time tissue elastography to head and neck cancer-evaluation of cervical lymph node metastasis with real-time tissue elastography. Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho. 2007;110.(7): 503-5 (In Japanese). DOI: 10.3950/jibiinkoka.110.503
7. Ковалева ЕВ, Данзанова ТЮ, Синюкова ГТ и др. Успешный опыт применения ультразвуковой эластографии в подходе к предварительной промежуточной оценке эффективности лечения больных лимфомой Ходжкина. Онкогематология. 2019;14(4):40-6. [Kovaleva EV, Danzanova TYu, Sinyukova GT, et al. Successful use of ultrasound elastography in the preliminary intermediate evaluation of therapeutic response in patients with Hodgkin's lymphoma. Oncohematology. 2019;14(4):40-6 (In Russian)]. DOI: 10.17650/1818-8346-2019-14-4-40-46.
8. Ковалева ЕВ, Данзанова ТЮ, Синюкова ГТ и др. Успешный опыт применения ультразвуковой эластографии в дифференциальной диагностике измененных поверхностных лимфатических узлов при лимфоме и метастазах солидных опухолей. Онкогематология. 2020;15(2):25-31 [Kovaleva EV, Danzanova TYu, Sinyukova GT, et al. Successful experience in the use of ultrasound elastography in the differentiating of lymphomatous and metastatic superficial lymphadenopathy. Oncohematology. 2020;15(2):25-31 (In Russian)]. DOI: 10.17650/1818-8346-2020-15-2-00-00.
9. Ковалева ЕВ, Данзанова ТЮ, Синюкова ГТ и др. Оценка возможностей точечной ультразвуковой эластографии в дифференциальной диагностике лимфопролиферативных и реактивных изменений поверхностных лимфатических узлов. Онкогематология. 2020;15(1):49-54 [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):49-54 (In Russian)]. DOI: 10.17650/1818-8346-2020-15-1-00-00.

Вклад авторов

Е.А. Гудилина: написание текста рукописи, анализ полученных данных, перевод текста.
Т.Ю. Данзанова: разработка дизайна исследования, редактирование текста, анализ полученных данных.
П.И. Лепэдату: анализ полученных данных, редактирование текста.
Г.Т. Синюкова: редактирование текста, консультативная помощь.

Authors' contributions

E.A. Gudilina: writing the text of the manuscript, analyzing the data obtained, translating the text.
T.Yu. Danzanova: research design development, text editing, data analysis.
P.I. Lepedatu: analysis of the received data, text editing.
G.T. Sinyukova: editing of the text, consulting assistance.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interests. Not declared.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.
Financing. The study had no sponsorship.

Информированное согласие. Пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.
Informed consent. Patients signed informed consent to participate in the study.

Сведения об авторе, ответственном за связь с редакцией

Гудилина Елена Анатольевна — к.м.н., с.н.с. отделения ультразвуковой диагностики НИИ КиЭР «ФГБУ НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, Scopus Author ID P57189469727, WOS Research ID B-8914-2019, SPIN-код 6595-9440.

Сведения об остальных авторах статьи

Данзанова Татьяна Юрьевна — д.м.н., с.н.с. отделения ультразвуковой диагностики НИИ КиЭР «ФГБУ НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, профессор кафедры ультразвуковой диагностики факультета дополнительного профессионального образования ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Scopus Author ID P57208257176, WOS Research ID L-6226-2013.
Лепэдату Павел Иванович — к.м.н., с.н.с. отделения ультразвуковой диагностики НИИ КиЭР «ФГБУ НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, Scopus Author ID P6507607271.
Синюкова Галина Тимофеевна — д.м.н., профессор, в.н.с. отделения ультразвуковой диагностики НИИ КиЭР «ФГБУ НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, Scopus Author ID P57189470240.

Shear Wave Ultrasonic Elastometry in Diagnostics of Metastatic Lymph Nodes in Neck Thyroid Cancer

E.A. Gudilina[1], T.Yu. Danzanova[1,2], P.I. Lepedatu[1], G.T. Sinyukova[1]

[1] N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology;
24 Kashirskoye Highway, Moscow, Russia 115478; goodilinaea@gmail.com

[2] N.I. Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University),
1, 6 build., Ostrovityanova str., Moscow, Russia, 117437

Abstract

Purpose: Determination of informative value of a new method of ultrasound tomography, based on the properties of elasticity of soft tissues, in the differential diagnosis of metastatic lesions of the lymph nodes of the neck thyroid cancer.

Material and methods: To assess the capabilities of shear wave ultrasound elastometry in the diagnosis of metastatic lesions of the lymph nodes in thyroid cancer, a study was carried out with 45 patients with suspected thyroid cancer. The work was performed by devices Acuson S2000 Siemens, Avius hi vision Hitachi using a linear sensor with a frequency of 5–12 MHz. For each object of the study, from 5 to 10 measurements of the shear wave velocity in m / s were made, depending on the size of the lymph nodes.

Results: Reliable results were obtained in the group of altered lymph nodes (statistical significance $p < 0.05$). Interquartile intervals and the most common values of shear wave velocities do not overlap: in metastases — 2.20–3.36 m/s, with hyperplasia of lymph nodes — 0.70–1.88 m/s, and medians show a significant difference in velocities: metastases — 3.00 m/s, hyperplastic lymph nodes 1.38 m/s.

Conclusions: Shear wave elastography objectifies ultrasound studies, obtaining specific indicators of shear wave velocity in the areas of interest, and can be used as an additional diagnostic tool in the differential diagnosis of metastatic and hyperplastic lymph nodes.

Key words: *thyroid cancer, diagnostics, ultrasound shear wave elastometry, lymph node, metastasis*

For citation: Gudilina EA, Danzanova TYu, Lepedatu PI, Sinyukova GT. Shear Wave Ultrasonic Elastometry in Diagnostics of Metastatic Lymph Nodes in Neck Thyroid Cancer. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2021;4(4):50-5 (In Russian).

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-4-50-55

Information about the authors:

Gudilina E.A. https://orcid.org/0000-0003-0653-3820
Danzanova T.Yu. https://orcid.org/0000-0002-6171-6796
Sinyukova G.T. https://orcid.org/0000-0002-5697-9268
Lepedatu P.I. https://orcid.org/0000-0001-7846-1788