

<https://doi.org/10.35401/2500-0268-2020-19-3-29-37>© А.В. Поморцев^{1,2}, О.С. Токаренко^{1,3*}

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ И СИСТЕМЫ EU-TIRADS В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ОЧАГОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

¹ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, Краснодар, Россия² ГБУЗ «Краевая клиническая больница №2» Министерства здравоохранения Краснодарского края, Краснодар, Россия³ ФКУЗ «Медико-санитарная часть Министерства внутренних дел Российской Федерации по Краснодарскому краю», Краснодар, Россия

✉ * О.С. Токаренко, Медико-санитарная часть Министерства внутренних дел РФ по Краснодарскому краю, 350000, Краснодар, ул. Красноармейская, 26, e-mail: tyv003@mail.ru

Поступила в редакцию 26 марта 2020 г. Исправлена 21 июля 2020 г. Принята к печати 31 июля 2020 г.

- Обоснование** За последние 15 лет появилось множество рекомендаций по тактике ведения пациентов с узловыми образованиями щитовидной железы (ЩЖ), основывающихся на оценке различных ультразвуковых критериев в В-режиме. В России в 2020 г. в клинические рекомендации включена классификация EU-TIRADS (2017). Эластография сдвиговой волной повышает информативность ультразвукового исследования узлов ЩЖ в В-режиме и может быть рекомендована для включения в существующую систему классификации.
- Цель** Определить диагностическую информативность мультипараметрического ультразвукового исследования с использованием цветового доплеровского картирования и эластографии сдвиговой волной в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных очаговых образований ЩЖ для определения категории по системе EU-TIRADS и принятия решения о необходимости проведения тонкоигольной аспирационной биопсии.
- Материал и методы** Исследовано 150 узловых образований ЩЖ у 116 пациентов: проведена классификация по системе EU-TIRADS, выполнена эластография сдвиговой волной с оценкой цветовой карты и количественных показателей жесткости (E_{mean}). Узлы верифицированы цитологическим методом и гистологически – у прооперированных пациентов.
- Результаты** При стандартном ультразвуковом исследовании в В-режиме с цветовым доплеровским картированием узловые образования ЩЖ классифицированы по EU-TIRADS: 2 – 78 (52%) узлов, 3 – 42 (28%) узла, 4 – 26 (17,3%) узлов, 5 – 4 (2,7%) узла. Цитологически выявили 42 (28%) опухолевых узла. Папиллярный рак диагностирован в 6 (14,3%) случаях, фолликулярные опухоли – в 36 (85,7%). В 22 (61%) случаях из 36 подтвержден фолликулярный рак. Проведена качественная и количественная оценка эластограмм. «Доброкачественные» образования окрашивались преимущественно в оттенки синего цвета, у «вероятно злокачественных» определялись зоны красного цвета различных размеров. Количественные показатели жесткости у «доброкачественных» узлов составили для коллоидного зоба $24,3 \pm 5,63$ кПа, клеточного – $27,8 \pm 6,35$ кПа; у «вероятно злокачественных» – для фолликулярных опухолей – $80,9 \pm 50,9$ кПа, папиллярного рака – $114 \pm 56,8$ кПа. Пороговое значение показателя жесткости для злокачественных образований, вычисленное с использованием ROC-анализа, составило 45,4 кПа. Средние значения показателей жесткости в кПа для «вероятно злокачественных» образований были достоверно выше, чем для «доброкачественных» ($p < 0,05$). В 18 (12%) из 120 (80%) образований, отнесенных изначально к «доброкачественным» – EU-TIRADS 2 и 3, после эластографии сдвиговой волной обнаружены зоны высокой жесткости, превышающие пороговые значения, что привело к переводу их в категории EU-TIRADS 4 и 5, при которых обязательно выполнение тонкоигольной аспирационной биопсии. Из них в 11 (7,3%) случаях обнаружены фолликулярные опухоли, 6 (4%) из которых диагностированы как фолликулярный рак. Использование комплексного мультипараметрического подхода с применением эластографии сдвиговой волной позволяет правильно классифицировать узел по системе EU-TIRADS, а значит, выявить большее количество опухолей ЩЖ, подлежащих тонкоигольной аспирационной биопсии. Эластография сдвиговой волной позволила повысить специфичность ультразвукового исследования с использованием классификации EU-TIRADS. Чувствительность метода составила 81%, специфичность – 90,3%, положительная прогностическая ценность – 88%, отрицательная прогностическая ценность – 91%, точность комплексного исследования – 88,4%.
- Выводы** EU-TIRADS, эластография сдвиговой волной, доброкачественные узлы щитовидной железы, рак щитовидной железы.
- Ключевые слова:** EU-TIRADS, эластография сдвиговой волной, доброкачественные узлы щитовидной железы, рак щитовидной железы.
- Цитировать:** Поморцев А.В., Токаренко О.С. Диагностическая значимость мультипараметрического ультразвукового исследования и системы EU-TIRADS в дифференциальной диагностике очаговых образований щитовидной железы. *Инновационная медицина Кубани*. 2020;(3):29–37. doi:10.35401/2500-0268-2020-19-3-29-37



Статья доступна по лицензии Creative Commons Attribution 4.0.

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License.

© Alexey V. Pomortsev^{1,2}, Olga S. Tokarenko^{1,3*}

DIAGNOSTIC VALUE OF MULTIPARAMETRIC ULTRASOUND AND THE EU-TIRADS SYSTEM FOR DIFFERENTIATION OF FOCAL THYROID LESIONS

¹ Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

² Regional Clinical Hospital #2, Krasnodar, Russia

³ Hospital of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation in Krasnodar Krai, Krasnodar, Russia

✉ * Olga S. Tokarenko, Hospital of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation in Krasnodar Krai, ul. Krasnoarmeiskaya, 26, Krasnodar, 350000, e-mail: tyv003@mail.ru

Received 26 March 2020. Received in revised form 21 July 2020. Accepted 31 July 2020.

Background Over the last 15 years, there have been many recommendations for the management of patients with thyroid nodules, based on the assessment of various ultrasound (US) criteria in B-mode. In 2020, the EU-TIRADS system (2017) was included in Russian Clinical Practice Guidelines. Shear wave elastography (SWE) increases the diagnostic efficacy of ultrasonic B-mode examination of thyroid nodules and can be recommended for inclusion in the existing classification system.

Objective To assess the diagnostic efficacy of multiparametric US combining SWE and color flow mapping in differentiating between benign and malignant thyroid nodules to define their stage according to the EU-TIRADS system for deciding on the need for fine-needle aspiration biopsy.

Material and methods A total of 150 thyroid nodules from 116 patients were analyzed. Lesions were then classified according to the EU-TIRADS system, SWE with an assessment of the color map and tissue stiffness was performed (Emean). In all tumors, cytological and histological (in operated patients) verification was carried out.

Results After B-mode US with color flow mapping, differentiation of palpable thyroid abnormalities by the EU-TIRADS system was carried out. 78 nodules were classified as EU-TIRADS 2 (52%), 42 – EU-TIRADS 3 (28%), 26 – EU-TIRADS 4 (17.3%), 4 – EU-TIRADS 5 (2.7%). On cytological examination 42 tumor nodules were detected. Of these, 6 (14.3%) cases were reported as papillary thyroid carcinoma, 36 (85.7%) as follicular neoplasm, 22 (61%) among the last prove to be follicular carcinoma. Qualitative and quantitative evaluation of elastograms was performed. Benign nodules were colored primarily in blue, while suspicious for malignancy revealed red areas of different size. Elasticity index in benign nodules was 24.3 ± 5.63 kPa for colloid goiter, 27.8 ± 6.35 kPa for cellular goiter; in suspicious for malignancy – 80.9 ± 50.9 kPa for follicular neoplasm, 114 ± 56.8 kPa – for papillary thyroid cancer. The stiffness cutoff value for malignancy indicated with ROC-analysis was estimated as 45.4 kPa. Mean elasticity index (kPa) was significantly higher in suspicious for malignancy nodules than in benign nodules ($p < 0.05$). Of 120 (80%) nodules, primarily assessed as benign and defined as EU-TIRADS 2 and 3, 18 (12%) nodules after SWE revealed areas of high stiffness exceeding the cutoff value. After that, these nodules were transferred to EU-TIRADS 4 and 5, and these stages require fine-needle aspiration. Of these, 11 (7.3%) cases were reported as follicular neoplasm, 6 (4%) among the last prove to be follicular thyroid carcinoma.

Conclusion Using multiparametric approach with SWE will give the opportunity to classify correctly the nodule according to the EU-TIRADS and to identify greater number of thyroid tumors for fine-needle aspiration. SWE made it possible to increase the specificity of US using the EU-TIRADS system. The characteristics of the SWE score were: sensitivity = 81%, specificity = 90.3%, positive predictive value = 88%, negative predictive value = 91%, and accuracy of comprehensive study = 88.4%.

Keywords: EU-TIRADS, shear wave elastography, benign thyroid nodules, thyroid cancer.

Cite this article as: Pomortsev A.V., Tokarenko O.S. Diagnostic value of multiparametric ultrasound and the EU-TIRADS system for differentiation of focal thyroid lesions. *Innovative Medicine of Kuban*. 2020;(3):29–37. doi:10.35401/2500-0268-2020-19-3-29-37

Очаговые образования щитовидной железы встречаются довольно часто в популяциях различных стран мира. В 2017 г. в России в структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями рак щитовидной железы (ЩЖ) составил 2%, стандартизированная заболеваемость – 6 случаев на 100 тыс. населения, смертность – 0,38 случая на 100 тыс. населения [1].

Приоритетное значение в большинстве рекомендаций по диагностике узловых образований ЩЖ отводится сонографическим критериям [2]. Метод выявляет большое количество узлового коллоидно-

го зоба, который, как правило, не требует какого-либо лечения. Основная роль УЗИ при обнаружении образования заключается в дифференциальной диагностике с использованием комплекса современных опций для определения риска злокачественного процесса, уточнения показаний к тонкоигольной аспирационной биопсии (ТАБ), навигации при ее выполнении, оценки местной распространенности процесса и состояния лимфатических узлов для определения оптимального объема оперативного вмешательства [1–3].

Ввиду доминирующей роли доброкачественной патологии ЩЖ и экономической необоснованности ТАБ всех обнаруженных узлов продолжается поиск наиболее значимых сонографических признаков злокачественности очаговых образований ЩЖ, вид и сочетание которых отличаются в различных клинических рекомендациях. Последние 15 лет наблюдается их непрерывное совершенствование, включение новых сонографических признаков, в том числе с оценкой доплерографических параметров кровотока, различных эластографических показателей, характеризующих жесткость узлов ЩЖ, а также оценкой состояния регионарных лимфоузлов. Наиболее известны градации узлов ЩЖ по системе TIRADS в различных модификациях: ATA, ACR TIRADS (США, 2015, 2017) [4, 5], EU-TIRADS (2017) [1, 6].

По мнению Американской тиреологической ассоциации (2015, 2017), эластография может оказаться полезной для диагностики, но приоритетное значение имеет сонографическая оценка в серой шкале. Методика информативна на солидных узлах и ограничена для пациентов с кистозными образованиями, многоузловым зобом (когда интересующий узел расположен глубоко и перекрывается другими узлами), а также для пациентов с ожирением [4]. Но многие авторы сходятся во мнении, что злокачественные новообразования характеризуются более высокой жесткостью по сравнению с неизменной тканью исследуемого органа и с доброкачественными образованиями [7–13]. Приоритетное значение имеют методики эластографии сдвиговой волной с количественными характеристиками показателей модуля Юнга [11, 13, 14]. В ряде работ определены пороговые значения показателей жесткости в диагностике очаговых образований ЩЖ [3, 7–9, 15].

Таким образом, остается актуальным вопрос, встающий перед специалистом УЗ-диагностики при выполнении исследования ЩЖ и обнаружении образования: является оно «вероятно злокачественным», и в этом случае необходима ТАБ, или «доброкачественным», требующим лишь динамического наблюдения. Важно осознавать, что УЗИ со всем спектром современных технологий не заменяет ТАБ, эти методики дополняют друг друга и позволяют с большей уверенностью принимать правильное клиническое решение [2].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ –

выявление диагностической информативности мультипараметрического ультразвукового исследования с использованием цветового доплеровского картирования (ЦДК) и эластографии сдвиговой волной в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных очаговых образований ЩЖ для определения категории по системе EU-TIRADS

и принятия решения о необходимости проведения аспирационной биопсии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для определения диагностической ценности мультипараметрического подхода к диагностике очаговых образований ЩЖ ретроспективно были проанализированы результаты обследования 116 пациентов, проходивших наблюдение и лечение в Краевой клинической больнице №2 г. Краснодара в 2016–2019 гг. Работа основывалась на анализе протоколов ультразвукового исследования, проведенных тонкоигольных аспирационных биопсий под УЗ-контролем с последующим цитологическим исследованием, данных гистологического исследования прооперированных больных.

Возраст обследованных пациентов варьировал от 22 до 78 лет (средний возраст – $52 \pm 13,6$ года), женщин – 102, мужчин – 44. В большинстве наблюдений гормональный фон не был изменен. Все пациенты обратились на обследование ЩЖ самостоятельно или по направлению эндокринологов. У 116 пациентов были выявлены узловые образования в ЩЖ, причем у 34 (29,3%) определен многоузловой зоб. В исследование не были включены пациенты с аутоиммунным тиреоидитом.

Все пациенты дали информированное добровольное согласие на проведение диагностических исследований, соблюдались принципы конфиденциальности согласно Указу Президента от 24 декабря 1993 г. №2288 «Основы законодательства РФ по охране здоровья граждан» и Федеральному закону РФ от 21 октября 2011 г. №323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в РФ».

Обследованным пациентам проводилось мультипараметрическое УЗИ на ультразвуковом сканере Aixplorer (SuperSonic Imagine) (Франция) с использованием линейного датчика с частотой сканирования 7–12 МГц в стандартном В-режиме, режиме ЦДК, а затем проводилась соноэластография сдвиговой волной с оценкой цветовой картины и количественных показателей жесткости в узле. На эластограммах более плотные структуры тканей окрашивались оттенками красного, легкодеформируемые – синей цветовой гаммой. При проведении исследования добивались максимального заполнения цветом зоны интереса. Количественные измерения проводились трехкратно, результаты оценивались по среднему показателю (Emean) в кПа. В качестве контроля используемой методики эластография сдвиговой волной выполнена 30 пациентам, у которых отсутствовала патология ЩЖ в В-режиме.

Пациенты с узлами ЩЖ были распределены по категориям EU-TIRADS (European Thyroid Imaging Reporting and Data System) (2017) согласно принятым

в 2020 г. клиническим рекомендациям [1, 6]. Оценивались такие УЗ-признаки, как эхогенность, эхоструктура, форма, контуры, наличие эхогенных включений, особенности кровотока в узле.

Согласно клиническим рекомендациям 2020 г., оценка изменений в ЩЖ имеет следующий вид:

EU-TIRADS 1 – изменения в структуре ЩЖ и узлы отсутствуют.

EU-TIRADS 2 – доброкачественные образования, риск малигнизации 0%, включает 2 категории узлов: анэхогенные (кисты) и губчатые узлы. ТАБ не показана, но может быть выполнена с лечебной целью.

EU-TIRADS 3 – образование низкого риска злокачественности – 2–4%. Образования изо- и гиперэхогенные, округлой или овальной формы, с четкими контурами, при отсутствии любых подозрительных признаков. ТАБ показана при узлах ≥ 20 мм.

EU-TIRADS 4 – образование среднего риска злокачественности – 6–17%. Образования умеренно гипоэхогенные, округлой или овальной формы с четкими контурами, при отсутствии любых подозрительных признаков. В эту группу относятся также гетерогенные узлы с гипоэхогенными участками. ТАБ показана при узлах ≥ 15 мм.

EU-TIRADS 5 – образование высокого риска злокачественности – 26–87%. Образование хотя бы с одним признаком злокачественности: значительно пониженная эхогенность (эхогенность образования ниже эхогенности мышц шеи), нечеткие неровные контуры, микрокальцинаты, размеры узла «выше, чем шире». ТАБ показана при узлах ≥ 10 мм.

В проведенном исследовании мы сопоставили оценку сонографических признаков по классификации EU-TIRADS с использованием режимов ЦДК и соноэластографии сдвиговой волной, а также данные цитологического и гистологического исследований. Получение цитологического заключения о наличии фолликулярной опухоли означало, что морфологически невозможно однозначно дифференцировать доброкачественный и злокачественный процесс. В этом случае использовались данные гистологического исследования операционного материала.

Всем пациентам проводилась эластография на сдвиговой волне. Карты эластограмм классифицировались по типам: окрашивание «доброкачественного» типа преимущественно синего цвета; «злокачественного» с участками красного цвета различной площади и подозрительного на злокачественный с участками желто-зеленого цвета, все эти картограммы в исследовании были отнесены к «вероятно злокачественным». Кроме того, выполнялись количественные измерения жесткости в кПа (оценивались средние значения – Emean) в подозрительных на злокачественную трансформацию участках (отличающихся от оттенков синего цвета) с описанием их точной локализации и

размеров по отношению к исследованию в В-режиме.

Статистический анализ полученных результатов проводился с использованием стандартных методов (MedCalc). Количественные данные представлены в виде среднего арифметического значения, среднего квадратичного отклонения, ошибки среднего арифметического. С целью оценки достоверности различий применяли непараметрический критерий Манна – Уитни. Различия считали достоверными при $p \leq 0,05$. Для оценки диагностической эффективности эластографии сдвиговой волной проведен ROC-анализ. Приведены показатели информативности: чувствительность, специфичность, предсказательная ценность положительного и отрицательного результатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Всего было исследовано 150 узлов у 116 пациентов, им были присвоены категории по системе EU-TIRADS в стандартном В-режиме с ЦДК: EU-TIRADS 2 – 78, EU-TIRADS 3 – 42, EU-TIRADS 4 – 26, EU-TIRADS 5 – 4.

По результатам цитологического исследования пунктатов узловых образований ЩЖ выявлено 42 опухолевых узла. Среди них папиллярный рак диагностирован в 6 (14,3%) случаях, фолликулярные опухоли – в 36 (87,7%) случаях. Фолликулярный рак был подтвержден в 22 (61%) случаях из 36.

УЗ-признаки узловых образований по стандартному протоку в В-режиме с ЦДК представлены следующим образом. Размеры очаговых образований от 5 до 28 мм (M $16,7 \pm 13,4$ мм); эхоструктура: анэхогенная – 2, гипер- или изоэхогенная – 34, гетерогенная – 41, гипоэхогенная – 65, значительно пониженной эхогенности – 8; форма: «шире, чем выше» – 146, «выше, чем шире» – 4; контур: ровный – 125, не определяется – 7, неровный или дольчатый – 16, экстратиреоидное распространение – 2; включения: большие артефакты по типу «хвоста кометы» – 26, макрокальцинаты – 21, периферические обызвествления – 11, микрокальцинаты – 3; тип кровотока при ЦДК: аваскулярный – 28, периферический – 101, интранодулярный – 3, смешанный – 18.

Далее была проведена эластография сдвиговой волной. Карты эластограмм «доброкачественного» типа (преимущественно синего цвета) выявлены в 103 (68,7%) случаях, «злокачественного» – в 29 (19,3%) (с участками красного цвета различной площади) и «подозрительного на злокачественный» (с участками желто-зеленого цвета) – в 18 (12%) случаях.

Количественные показатели жесткости (Emean) в кПа были сопоставлены с результатами цитологического исследования биоптатов из узлов (табл. 1). Достоверность отличий определялась по критерию Манна – Уитни.

Таблица 1
Количественные показатели жесткости узлов щитовидной железы в зависимости от цитологической картины
Table 1
Quantitative indicators of thyroid nodules' stiffness according to the cytological diagnosis

Цитологическое заключение	Число наблюдений	Данные эластографии в кПа (M ± σ)
Нет узлов	30	12,1 ± 3,4
Коллоидный зоб	76	24,3 ± 5,63 *
Клеточный зоб	32	27,8 ± 6,35 *
Фолликулярная опухоль	36	80,9 ± 50,9 **
Папиллярный рак	6	114 ± 56,8 **

* Различия между группами у пациентов без узлов и с «доброкачественными» узлами щитовидной железы статистически значимы ($p < 0,05$).

** Различия между группами у пациентов с «доброкачественными» и «вероятно злокачественными» узлами щитовидной железы статистически значимы ($p < 0,05$).

* Difference between patient groups with no nodule and with benign nodules is statistically significant ($p < 0.05$).

** Difference between patient groups with benign nodules and with nodules suspicious for malignancy is statistically significant ($p < 0.05$).

Среди «вероятно злокачественных» определено 25 (53,2%) фолликулярных опухолей, папиллярный рак выявлен у 6 (12,8%) пациентов. Среди «доброкачественных» в большинстве случаев цитологически выявлен коллоидный или клеточный зоб – 72 (69,9%) и 20 (19,4%) соответственно, 11 (10,7%) фолликулярных опухолей, из них в 1 (1%) случае подтвержден фолликулярный рак по данным гистологии операционного материала (табл. 2).

Таблица 2
Распределение образований щитовидной железы в зависимости от эластографической картины
Table 2
Distribution of thyroid lesions according to elastography results

Цитологическое заключение	Образования, количество	
	«вероятно злокачественные»	«доброкачественные»
Коллоидный зоб	4	72
Клеточный зоб	12	20
Фолликулярная опухоль	25	11
Папиллярный рак	6	0
Всего	47	103

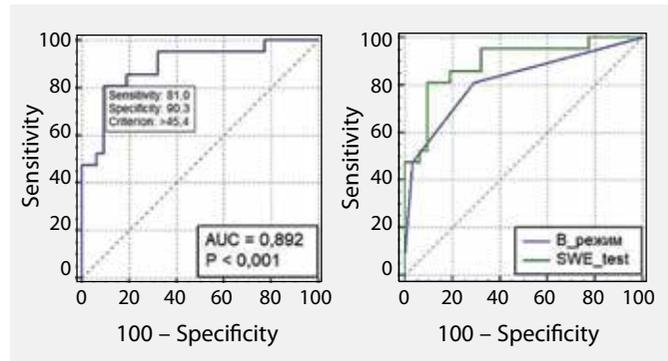


Рисунок 1. ROC-кривые показателей жесткости у «вероятно злокачественных» узлов щитовидной железы при стандартном В-режиме, после использования эластографии сдвиговой волной и сравнение ROC-кривых

Figure 1. ROC-curves of stiffness indicators for suspicious for malignancy thyroid nodules in standard B-mode, after using shear wave elastography and comparison of ROC-curves

По данным ряда авторов [13–17], доброкачественные образования имеют жесткость от 20 до 40 кПа, злокачественные – от 44 до 150 кПа [15]. Пороговое значение для выявления злокачественных образований составило 45,4 кПа, что соответствует данным литературы [7, 9, 12]. Таким образом, наличие в узле зон высокой жесткости более 45 кПа позволяет определить его как «вероятно злокачественный» (рис. 1).

Анализ полученных результатов позволил обнаружить следующее. У части пациентов узлы при оценке стандартного протокола УЗИ в серой шкале были определены как EU-TIRADS 2 и 3, а после использования эластографии они были расценены как «вероятно злокачественные» (18 (12%) случаев) и переведены в категорию EU-TIRADS 4 и 5, что подразумевает обязательное выполнение ТАБ. При последующем цитологическом исследовании в 1 (0,7%) случае выявлен папиллярный рак, в 11 (7,3%) – фолликулярная

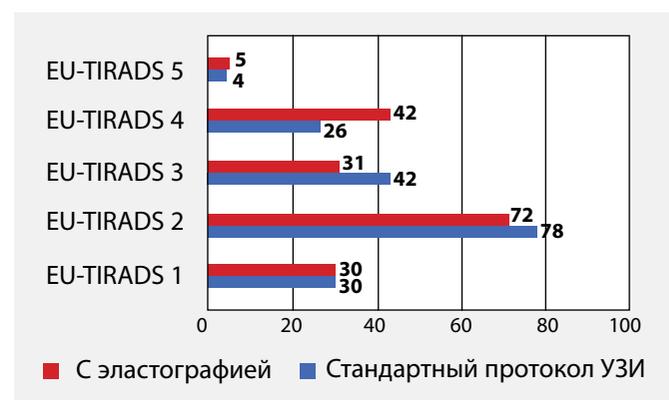


Рисунок 2. Распределение узлов щитовидной железы по системе EU-TIRADS в В-режиме и после использования эластографии

Figure 2. Distribution of thyroid nodules according to the EU-TIRADS system after B-mode ultrasound and shear wave elastography



Рисунок 3. Изоэхогенный узел с микродольчатым контуром, патологическим сосудистым рисунком при цветовом доплеровском картировании. На эластограммах зоны высокой жесткости красного цвета ($E_{mean} = 172$ кПа)

Figure 3. Isoechoic nodule with micro-needle contour, pathological vascular pattern in color flow mapping. Elastograms show the areas of high stiffness of red color ($E_{mean} = 172$ kPa)

опухоль, по результатам гистологического исследования операционного материала у 6 (4%) пациентов был диагностирован фолликулярный рак. У одной пациентки с узлом, отнесенным по эластографии к «доброкачественным», был диагностирован фолликулярный рак.

Распределение пациентов по группам по стандартному протоколу УЗИ и с использованием эластографии сдвиговой волной представлено на рисунке 2. Данные иллюстрируют, что методика эластографии сдвиговой волной позволяет определить наличие дополнительного признака – зон высокой жесткости, повышающих риск злокачественной трансформации узлов ЩЖ. Из всех выявленных раков ЩЖ 6 (4%) случаев были заподозрены после проведения эластографии.

Получены достоверные различия по типам картирования и количественным показателям жесткости в «доброкачественных» и «злокачественных» узлах ЩЖ с показателями чувствительности 81% и специфичности 90,3%, положительная прогностическая ценность составила 88%, отрицательная прогностическая ценность – 91%, точность комплексного исследования – 88,4%.

Использование классификации узлов ЩЖ по системе EU-TIRADS с применением эластографии сдвиговой волной повышает возможности УЗ-метода в диагностике злокачественных узлов. Так, при использовании эластографии специфичность метода повысилась с 71 до 90,3%, AUC по данным ROC-анализа – с 0,817 до 0,892.

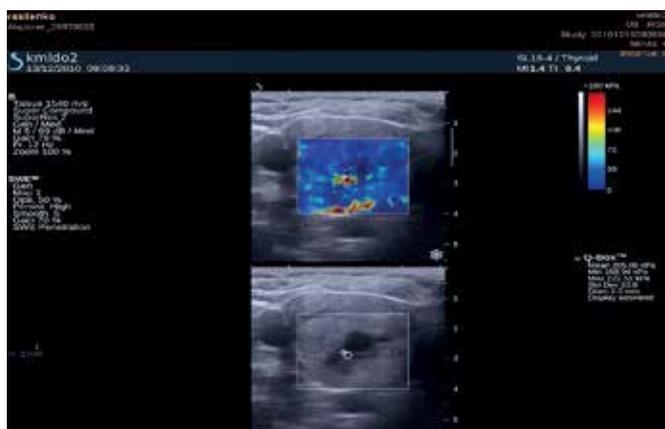


Рисунок 4. Изоэхогенный узел с участком кистозной дегенерации в центре. На эластограмме в центральных отделах узла определяется зона высокой жесткости ($E_{mean} > 200$ кПа)

Figure 4. Isoechoic nodule with a site of cystic degeneration in the center. In the central parts of the nodule, area of high stiffness ($E_{mean} > 200$ kPa) is determined



Рисунок 5. Изоэхогенный узел с макрокальцинатами в центре. На эластограмме в проекции макрокальцината определяются участки повышенной жесткости ($E_{mean} = 57$ кПа)

Figure 5. Isoechoic nodule with macrocalcifications in the center. In the projection of macrocalcifications, areas of increased stiffness ($E_{mean} = 57$ kPa) are detected



Рисунок 6. Гипоэхогенный узел правой доли небольших размеров с единичным локусом кровотока по периферии, на эластограмме окрашен в синий цвет ($E_{mean} = 23,2$ кПа)

Figure 6. Hypoechoic nodule of the right lobe of small size with a single locus of blood flow along the periphery, blue color on the elastogram ($E_{mean} = 23.2$ kPa)

Клинические примеры

Пациентка Н., 59 лет. По гормональному статусу – эутиреоз. При УЗИ изоэхогенный узел левой доли имеет микродольчатые контуры, неоднородную эхоструктуру за счет мелких гипоэхогенных включений, патологический сосудистый рисунок по данным ЦДК (неравномерно расширенные, извитые, ветвистые сосуды). При эластографии определены зоны высокой жесткости, превышающие пороговые значения: $E_{mean} = 172$ кПа. EU-TIRADS 5 (рис. 3). Данные в В-режиме и при использовании эластографии указывают на высокий риск злокачественности узла. Выполнена ТАБ, цитологически верифицирован фолликулярный рак. Пациентка прооперирована, диагноз подтвержден по данным гистологического исследования.

Пациентка Р., 48 лет. Изоэхогенный узел в правой доле ЩЖ с участком кистозной дегенерации в центре, кровотоки при ЦДК периферические. EU-TIRADS 3 (рис. 4). При проведении эластографии в центральных отделах узла выявлены зоны высокой жесткости: $E_{mean} > 200$ кПа, узел был расценен как «вероятно злокачественный» и переклассифицирован в группу EU-TIRADS 5. Проведена ТАБ, цитологически верифицирована фолликулярная опухоль.

Пациент Г., 67 лет. Изоэхогенный узел в левой доле ЩЖ, кровотоки периферические, в центре локализируются макрокальцинаты, без васкуляризации при ЦДК (рис. 5). Из анамнеза: узел с 2003 г., в динамике роста нет. EU-TIRADS 3. При проведении эластографии в зоне макрокальцинатов выявлены участки повышенной жесткости: $E_{mean} = 57$ кПа. На основании данных эластографии узел был оценен как подозрительный на злокачественный и отнесен в категорию EU-TIRADS 4. Проведена ТАБ, цитологически

клеточный зоб. Описанный пример свидетельствует о возможности ошибочного завышения категории EU-TIRADS при выполнении эластографии в узле с макрокальцинатами, вызывающими повышение показателей жесткости. О возможности такой ошибки предупреждают и мировые, и европейские руководства (WFUMB, EFSUMB).

Пациентка А., 52 года, из группы риска – в анамнезе 7 лет назад выполнена левосторонняя гемитиреоидэктомия по поводу рака ЩЖ. В настоящее время в правой доле гипоэхогенный узел малых размеров 6×4 мм с единичным локусом кровотока по периферии. EU-TIRADS 4. Выполнена эластография, узел имеет равномерное синее окрашивание жесткостью $E_{mean} = 23,2$ кПа и может быть отнесен к «доброкачественным» (рис. 6). Однако отрицательный результат эластографии не позволяет снизить категорию EU-TIRADS, основанную на данных В-режима и наличии фактора риска. Учитывая анамнез, пациентке была проведена ТАБ. По результатам нельзя исключить фолликулярную опухоль. Хирургами было принято решение о необходимости повторного оперативного вмешательства, по данным гистологического исследования операционного материала диагностирован фолликулярный рак. Причиной диагностической ошибки, вероятно, явились малые размеры образования и его «мягкотканый» характер. О снижении информативности эластографии и точности измерения показателей жесткости в узлах малых размеров < 10 мм написано в работах Hu Lei et al. и H. Kim et al. [12, 15].

ВЫВОДЫ

Эластография сдвиговой волной является эффективным методом выявления злокачественных узловых

образований ЩЖ, позволяющим более точно определить категорию по классификации EU-TIRADS.

Методика повышает специфичность УЗИ-исследования для диагностики рака ЩЖ, позволяет уточнить показания для ТАБ при наличии участков повышенной жесткости в узлах, изначально отнесенных к категориям EU-TIRADS 2 и 3, и, таким образом, повысить выявляемость опухолей, которые могли быть пропущены при стандартном исследовании.

Ультразвуковое исследование в комплексе с соноэластографией сдвиговой волной – это высокоинформативный неинвазивный метод ультразвуковой диагностики, позволяющий определить наличие участков, наиболее подозрительных на злокачественную трансформацию, в очаговых образованиях ЩЖ и выявить зоны для прицельной биопсии, что позволит повысить эффективность метода, особенно при множественных очаговых образованиях.

Выполнение эластографии сдвиговой волной в узлах с макрокальцинатами может привести к завышению показателей жесткости.

Эластография сдвиговой волной является дополнительным методом исследования и не может повлиять на снижение категории EU-TIRADS, установленной по данным В-режима и с учетом факторов риска.

Таким образом, методика эластографии сдвиговой волной может быть рекомендована в качестве метода дополнительной уточняющей диагностики к стандартному УЗИ в режиме серой шкалы с ЦДК для дифференциальной диагностики узловых образований ЩЖ.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Бельцевич Д.Г., Мудунов А.М., Ванушко В.Э. и др. (состав рабочей группы). *Дифференцированный рак щитовидной железы. Клинические рекомендации*. Москва, 2020. 47 с. [Beltsevich DG, Mudunov AM, Vanushko VE, et al. (guideline panel). *Differentiated Thyroid Cancer. Clinical Practice Guidelines*. Moscow, 2020. 47 p. (In Russ.)]
2. Петров В.Г., Нелаева А.А., Моложавенко Е.В., Ивашина Е.Г. Обзор зарубежных клинических рекомендаций по выполнению тонкоигольной аспирационной биопсии щитовидной железы. *Клиническая и экспериментальная тиреодология*. 2019;15:96–109. doi:10.14341/ket10382 [Petrov VG, Nelaeva AA, Molozhvenko EV, Ivashina EG. Overview of foreign clinical guidelines for the use of fine-needle aspiration biopsy of thyroid nodules. *Clinical and Experimental Thyroidology*. 2019;15:96–109. (In Russ.). doi:10.14341/ket10382]
3. Тимофеева Л.А., Алешина Т.Н. Диагностическая тактика при узловых образованиях щитовидной железы на основе системы TI-RADS. *Acta Medica Eurasica*. 2017;4:37–44. [Timofeeva LA, Aleshina TN. Diagnostic tactics with palpable thyroid abnormalities based on TI-RADS system. *Acta Medica Eurasica*. 2017;4:37–44. (In Russ.)]
4. Haugen BR, Alexander EK, Bible KC, et al. 2015 American Thyroid Association management guidelines for adult patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer. *Thyroid*. 2016;26:1–133. PMID: 26462967. PMID: PMC4739132. doi:10.1089/thy.2015.0020

5. Tessler FN, Middleton WD, Grant EG, et al. ACR Thyroid Imaging, Reporting and Data System (TI-RADS): white paper of the ACR TI-RADS Committee. *J Am Coll Radiol*. 2017;14:587–95. PMID: 28372962. doi:10.1016/j.jacr.2017.01.046

6. Борсуков А.В. Анализ американской и европейской версии TI-RADS-2017: возможности воспроизводимости в кабинете ультразвуковой диагностики. *Вестник новых медицинских технологий*. 2019;26(2):25–8. doi:10.24411/1609-2163-2019-16388 [Borsucov AV. Analysis of the American and European versions of TI-RADS-2017: adaptability in Russian endocrinology. *Journal of New Medical Technologies*. 2019;26(2):25–8. (In Russ.). doi:10.24411/1609-2163-2019-16388]

7. Митьков В.В., Иванишина Т.В., Митькова М.Д. Эластография сдвиговой волной в мультипараметрической ультразвуковой диагностике рака щитовидной железы. *Ультразвуковая функциональная диагностика*. 2016;1:13–28. [Mitkov VV, Ivanishina TV, Mitkova MD. Shear wave elastography in multiparametric ultrasound of malignant thyroid nodules. *Ultrasonic and Functional Diagnostics*. 2016;1:13–28. (In Russ.)]

8. Тимофеева Л.А., Сенча А.Н. Мультипараметрическое ультразвуковое исследование с применением классификации TI-RADS в определении диагностической тактики при тиреоидных узловых образованиях. *Практическая медицина*. 2018;1:134–9. [Timofeeva LA, Sencha AN. Multiparametric ultrasonic examination using TI-RADS classification in determining diagnostic tactics in thyroid nodular palpable abnormalities. *Practical Medicine*. 2018;1:134–9. (In Russ.)]

9. Катрич А.Н., Охотина А.В., Шамахан К.А., Рябин Н.С. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной (SWE) в диагностике узловых образований щитовидной железы. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2017;162(1):53–9. doi:10.25207/1608-6228-2017-1-53-59 [Katrish AN, Okhotina AV, Shamakhyan KA, Ryabin NS. Ultrasound shear wave elastography (SWE) for thyroid gland focal lesion diagnoses. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2017;162(1):53–9. (In Russ.). doi:10.25207/1608-6228-2017-1-53-59]

10. Паршин В.С., Тарасова Г.П., Павлинова Е.С. Эластография сдвиговой волной в дифференциальной диагностике доброкачественной и злокачественной природы узловых образований щитовидной железы. *Радиация и риск. Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра*. 2014;23(2):72–84. [Parshin VS, Tarasova GP, Pavlinova ES. Shear wave elastography in the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules. *Radiation and Risk. Bulletin of the National Radiation and Epidemiological Registry*. 2014;23(2):72–84. (In Russ.)]

11. Sebag F, Vaillant-Lombard J, Berbis J, et al. Shear wave elastography: a new ultrasound imaging mode for the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules. *J Clin Endocrinol Metab*. 2010;95:5281–8. PMID: 20881263. doi:10.1210/jc.2010-0766

12. Kim H, Kim JA, Son EJ, Youk JH. Quantitative assessment of shear-wave ultrasound elastography in thyroid nodules: diagnostic performance for predicting malignancy. *Eur Radiol*. 2013;23:2532–7. PMID: 23604801. doi:10.1007/s00330-013-2847-5

13. Park AY, Son EJ, Han K, et al. Shear wave elastography of thyroid nodules for the prediction of malignancy in a large scale study. *Eur J Radiol*. 2015;84:407–12. PMID: 25533720. doi:10.1016/j.ejrad.2014.11.019

14. Menziloglu MS, Duymus M, Avcu S. Sonographic elastography of the thyroid gland. *Pol J Radiol*. 2016;81:152–6. PMID: 27103947. PMID: PMC4827517. doi:10.12659/PJR.896178

15. Hu Lei, He N, Lei Ye, Zhou H, Zhong W, Zhang X. Evaluation of the stiffness of tissues surrounding thyroid nodules with shear wave elastography. *J Ultrasound Med.* 2018;37:2251–61. PMID: 29480517. doi:10.1002/jum.14578

16. Bardet S, Ciappuccini R, Pellot-Barakat C, et al. Shear wave elastography in thyroid nodules with indeterminate cytology: results of a prospective bicentric study. *Thyroid.* 2017;27:1441–9. PMID: 28982296. doi:10.1089/thy.2017.0293

17. Chang Na, Zhang X, Wan W, Zhang Ch, Zhang X. The preciseness in diagnosing thyroid malignant nodules using shear-wave elastography. *Med Sci Monit.* 2018;24:671–7. PMID: 29391387. PMCID: PMC5806774. doi:10.12659/msm.904703

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Поморцев Алексей Викторович, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики, Кубанский государственный медицинский университет; руководитель центра лучевой диагностики, Краевая клиническая больница №2 (Краснодар, Россия). ORCID ID: 0000-0003-4129-3930.

Токаренко Ольга Сергеевна, к. м. н., доцент кафедры лучевой диагностики, Кубанский государственный медицинский университет; врач ультразвуковой диагностики, отделение

лучевой диагностики, госпиталь Медико-санитарной части Министерства внутренних дел РФ по Краснодарскому краю (Краснодар, Россия). ORCID ID: 0000-0002-2992-8481. E-mail: tyv003@mail.ru

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CREDENTIALS

Alexey V. Pomortsev, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Diagnostic Radiology Department, Kuban State Medical University; Head of the Center for Radiation Diagnostics, Regional Clinical Hospital #2 (Krasnodar, Russia). ORCID ID: 0000-0003-4129-3930.

Olga S. Tokarenko, Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Diagnostic Radiology Department, Kuban State Medical University; Ultrasonic Medical Investigation Specialist, Diagnostic Radiology Department, Hospital of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation in Krasnodar Krai (Krasnodar, Russia). ORCID ID: 0000-0002-2992-8481. E-mail: tyv003@mail.ru

Funding: *the study did not have sponsorship.*

Conflict of interest: *none declared.*