

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ЭЛАСТОГРАФИЯ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ УЗЛОВОЙ ПАТОЛОГИИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Л. А. Тимофеева^{1,2,3,*}, М. Г. Тухбатуллин³, А. Н. Сенча⁴

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», Московский просп., д. 15, г. Чебоксары, 428015, Россия

²Автономное учреждение «Республиканский клинический онкологический диспансер» Министерства здравоохранения Чувашской Республики, ул. Гладкова, д. 31, г. Чебоксары, 428020, Россия

³Казанская государственная медицинская академия — филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Бутлерова, д. 36, г. Казань, 420012, Россия

⁴Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Академика Опарина, д. 4, г. Москва, 117997, Россия

Аннотация

Целью настоящей работы являлось определение информативной ценности мультипараметрического УЗИ с применением ультразвуковой эластографии в дифференциальной диагностике узловых новообразований щитовидной железы (ЩЖ).

Материалы и методы исследования. В работе проанализированы результаты мультипараметрического УЗИ, проведенного 229 пациентам на этапе предоперационной подготовки. Цель исследования — оценка эффективности применения компрессионной эластографии (КЭГ) и эластографии сдвиговой волны (ЭСВ) на примере использования ARFI и strain ratio. Было сформировано две группы пациентов: первая группа ($N_1 = 93$) — пациенты с раком щитовидной железы, вторая ($N_2 = 136$) — с доброкачественными узловыми образованиями ЩЖ (аденомой ЩЖ и фолликулярным или коллоидным зобом). Контрольную группу составили 174 пациента с неизменной паренхимой ЩЖ. Эластичность тканей при КЭГ отображалась определенными цветами (цветовым картированием). Эластография сдвиговой волны (ЭСВ) применялась в режимах ARFI и strain ratio, выполнялась на ультразвуковых аппаратах Acuson S-2000 (Siemens, Германия), Ultrasonix SP (Sonix, Канада), Mindray DC-8 (Mindray, Китай).

Результаты. По результатам наших данных, в режиме КЭГ паренхима неизменной ЩЖ имела неоднородное, неравномерное мелко-, среднезернистое симметричное окрашивание (96,6%). Скорость поперечной волны (ARFI) при раке ЩЖ была больше 3,57 м/с, а индекс соотношения плотности (модуль эластичности, strain ratio) принимал значения, которые были больше 1,56.

Заключение: применение СЭГ в комплексной диагностике узловых новообразований ЩЖ высокоинформативно, поэтому должно обязательно применяться при подозрении наличия злокачественных образований в ЩЖ, уточнении размеров узлов и выявлении инвазии опухоли в окружающие ткани.

Ключевые слова: узловые новообразования, рак щитовидной железы, мультипараметрическое ультразвуковое исследование, компрессионная эластография, эластография сдвиговой волной

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Тимофеева Л.А., Тухбатуллин М.Г., Сенча А.Н. Ультразвуковая эластография в дифференциальной диагностике узловой патологии щитовидной железы. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2019; 26(4): 45–55 <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2019-26-4-45-55>

Поступила 20.05.2019

Принята после доработки 18.06.2019

Опубликована 27.08.2019

ULTRASONIC ELASTOGRAPHY IN THE DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF THYROID NODULAR PATHOLOGY

Lubov A. Timofeeva^{1,2,3,*}, Munir G. Tukhbatullin³, Alexandr N. Sencha⁴

¹ Chuvash State University,
Moskovsky Av., 15, Cheboksary, 428015, Russia

² Republican Clinical Oncology Centre,
Ministry of Healthcare of the Chuvash Republic,
Gladkova str., 31, Cheboksary, 428020, Russia

³ Kazan State Medical Academy,
branch of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Training,
Ministry of Healthcare of the Russian Federation,
Butlerova str., 36, Kazan, 420012, Russia

⁴ Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology,
Ministry of Healthcare of the Russian Federation,
Oparin str., 4, Moscow, 117997, Russia

Abstract

Aim. In this study, we set out to determine the informative value of multi-parametric ultrasound examination using ultrasound elastography in the differential diagnosis of thyroid nodular neoplasms.

Materials and methods. We analysed 229 multi-parametric ultrasound examinations of patients in the preoperative period in order to assess the effectiveness of strain elastography (SE) and shear wave elastography (SWE) drawing on the example of ARFI and Strain Ratio. Two patient groups were formed. The first group ($N_1=93$) included patients with thyroid cancer, whereas the second one ($N_2=136$) was composed of patients with benign thyroid nodules (thyroid adenoma and follicular or colloid goitre). The control group consisted of 174 patients with unchanged thyroid parenchyma. SE visualised tissue elasticity as a colour map. Shear wave elastography (SWE) — ARFI and Strain Ratio techniques — was performed using the following ultrasonic apparatuses: Acuson S-2000 (Siemens, Germany), Ultrasonix SP (Sonix, Canada) and Mindray DC-8 (Mindray, China).

Results. According to the obtained data (SE technique), the parenchyma of the unchanged thyroid gland exhibited heterogeneous, uneven fine / moderately granular, symmetrical staining (96.6%). Thyroid cancer was characterised by a shear wave velocity (ARFI) of greater than 3.57 m/s, as well as a density ratio (elasticity modulus and Strain Ratio) of more than 1.56.

Conclusion. The study revealed that the application of ultrasound elastography is highly informative in the comprehensive diagnosis of thyroid nodular neoplasms and should be used

when thyroid cancer is suspected to ascertain the size of nodules, as well as the tumour invasion into surrounding tissues.

Keywords: nodular neoplasms, thyroid cancer, multi-parametric ultrasound examination, strain elastography, shear wave elastography

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Timofeeva L.A., Tukhbatullin M.G., Sencha A.N. Ultrasonic Elastography in the Differential Diagnosis of Thyroid Nodular Pathology. *Kubanskii Nauchnyi Meditsinskii Vestnik*. 2019; 26(4): 45–55. (In Russ., English abstract). <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2019-26-4-45-55>

Submitted 20.05.2019

Revised 18.06.2019

Published 27.08.2019

Введение

За последние годы возможности лучевых методов диагностики шагнули далеко вперед и на сегодняшний день играют ведущую роль на этапе дооперационной диагностики внутренних и поверхностно расположенных органов, в том числе заболеваний щитовидной железы (ЩЖ) [1–3]. Как известно, мультипараметрическое ультразвуковое исследование (УЗИ) с новейшими методиками является основным методом лучевой диагностики в раннем выявлении узловых новообразований ЩЖ [4–7].

Но до сих пор остается актуальным вопрос оценки эффективности комплексного применения современных опций мультипараметрического УЗИ в дифференциальной диагностике узловых новообразований ЩЖ для формирования лечебной тактики, а также решения вопроса о необходимости и объеме оперативного вмешательства.

Одним из эффективных методик мультипараметрического УЗИ в диагностике узловой патологии ЩЖ становится ультразвуковая эластография [8, 9]. Ультразвуковая эластография является дополнительной технологией к традиционному УЗИ и дает возможность оценивать эластичность тканей ЩЖ [10–12].

Компрессионная эластография (КЭГ) и эластография сдвиговой волной (ЭСВ) дают возможность определения границ патологического образования и количественных характеристик жесткости узлов, что актуально при определении границ инвазивного роста опухолевого образования при планировании предстоящего оперативного вмешательства [12–15].

Цель исследования — определить информативную ценность мультипараметрического УЗИ с применением ультразвуковой эластографии в дифференциальной диагностике узловых новообразований ЩЖ.

Материалы и методы исследования

В рамках исследования были проанализированы результаты мультипараметрического УЗИ, проведенного 229 пациентам на этапе предоперационной подготовки. Оценивалась эффективность соноэластографии (СЭГ): компрессионной эластографии (КЭГ) и эластографии сдвиговой волны (ЭСВ) на примере использования ARFI (Acoustic Radiation Force Impulse — акустической лучевой импульсной визуализации) и показателя strain ratio.

Пациенты были разделены на две группы. В 1-й группе были собраны пациенты ($N_1 = 93$) с гистологически верифицированным раком ЩЖ, 2-я группа ($N_2 = 136$) состояла из пациентов с доброкачественными узловыми образованиями ЩЖ (с аденомой ЩЖ и фолликулярным или коллоидным зобом), диагноз у которых был подтвержден с помощью тонкоигольной аспирационной биопсии (ТАБ) и патоморфологического исследования.

Возраст пациентов 1-й группы варьировался в пределах 19–78 лет. Если оценивать гендерный состав пациентов данной группы, то следует отметить, что среди них почти в шесть раз больше было пациентов женского пола (84,9% женщин против 15,1% мужчин). Большинству пациентов данной группы был диагностирован высокодифференцированный РЩЖ: папиллярный рак был обнаружен у 61 пациента (65,6%), фолликулярный — у 14 (15,0%), фолликулярный вариант папиллярного рака — у 14 (15,0%). Диагноз «медуллярный рак» был поставлен 4 пациентам (4,4%). Возрастной «разброс» пациентов 2-й группы составил 18–75 лет. В обеих группах женщин было больше, чем мужчин (88,4 против 11,6 соответственно).

Контрольную группу составили 174 пациента с неизменной паренхимой ЩЖ. От всех пациентов получено письменное информированное согласие.

Эластичность тканей при КЭГ отображалась определенными цветами (цветовым картированием). В нашем исследовании использовалась сине-зелено-красная цветовая гамма.

Эластография сдвиговой волны (ЭСВ) применялась в режимах ARFI и strain ratio. Технология Acoustic Radiation Force Impulse imaging (ARFI) определялась в режиме Virtual Touch Tissue Quantification на ультразвуковом сканере Acuson S-2000 (Siemens, Германия). В ходе применения методики проводились измерения скорости поперечной волны (м/с). При измерении скорости поперечной волны (ARFI) в узле ЩЖ осуществляли пять измерений. Убирая крайние, вычисляли из трех оставшихся среднее значение.

Индекс Strain Ratio измерялся на сканерах Ultrasonix SP (Sonix, Канада), Mindray DC-8 (Mindray, Китай). Определялся коэффициент плотности (модуль эластичности), в условных единицах. Измерение показателя Strain Ratio — характеристики жесткости этих же узлов ЩЖ — проводилось пятикратно в структуре узла и в неизменной паренхиме на расстоянии не менее 1–1,5 см от узла. Полученные минимальное и максимальное значения измерений не учитывались, а по оставшимся трем вычислялась их средняя величина.

Обработка материалов исследования осуществлялась с использованием программных пакетов StatSoft Statistica 12.0 и Microsoft Office Excel 2010.

Статистическую достоверность оценивали с помощью коэффициента различия средних величин по критерию Стьюдента и уровню его значимости (t). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. При анализе СЭГ и КУУЗИ проводилась оценка количественных и непараметрических показателей (критерий χ^2 Пирсона) и показателей ROC-кривой, качество

моделей оценивали с помощью критерия Хосмера — Лемешова [16].

Проведенное исследование соответствует стандартам Хельсинкской декларации (Declaration Helsinki). От всех обследованных получено письменное добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Результаты и обсуждения

Ультразвуковыми признаками доброкачественных узловых образований ЩЖ при использовании В-режима являлись: ровные границы в 134 случаях (99,0%), четкие контуры — 133 (98,1%), однородная эхоструктура — 126 (93,0%), овальная форма узла — 102 (75,0%), пониженная эхогенность — 80 (59,0%), наличие гипоехогенного ободка — 34 (25,0%), присутствие точечных гиперэхогенных включений — 3 (2,5%). В режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК) усиление васкуляризации наблюдалось в 71 узле (52,3%), кроме этого, неравномерное асимметричное распределение сосудов определялась лишь в 13 случаях (9,7%), а деформация сосудистого рисунка — в 6 случаях (4,7%).

В режиме КЭГ (рис. 1) паренхима неизменной ЩЖ имела неоднородное, неравномерное мелко-, среднезернистое симметричное окрашивание у 168 пациентов (96,6%). У 6 пациентов (3,4% случаев) КЭГ сделать не удалось (плохое окрашивание паренхимы, наличие жалоб на чувство дискомфорта, болевые ощущения в зоне компрессии).

Характерными ультразвуковыми признаками рака ЩЖ при использовании В-режима были следующие: неправильность формы — в 70 случаях (75,2%), гипоехогенность — в 78 (84,4%), неровность границ — в 74 (79,4%), нечеткость контуров — в 74 (79,4%), неоднородность эхоструктуры — в 80 (86,5%) с гиперэхогенными

Таблица 1. Характеристики узловых образований ЩЖ различной морфологической структуры при использовании режима КЭГ

Table 1. Characteristics of thyroid nodular abnormalities of different morphological structure (strain elastography)

Характеристики КСЭГ	Доброкачественные узловые образования ЩЖ ($n = 136$)	РЩЖ ($n = 93$)	p
Наличие окрашивания	76 (56,0%)	84 (90,8%)	$\chi^2_{Эмп} = 7,782$ $p < 0,01, df = 1$
Наличие интенсивного окрашивания	90 (66,2%)	73 (78,7%)	$\chi^2_{Эмп} = 0,912$ $p > 0,05, df = 1$
Однородность окрашивания	119 (87,5%)	60 (65,2%)	$\chi^2_{Эмп} = 2,972$ $p > 0,05, df = 1$
Различия размеров образований по сравнению с В-режимом	9 (6,7%)	21 (22,7%)	$\chi^2_{Эмп} = 7,654$ $p < 0,01, df = 1$

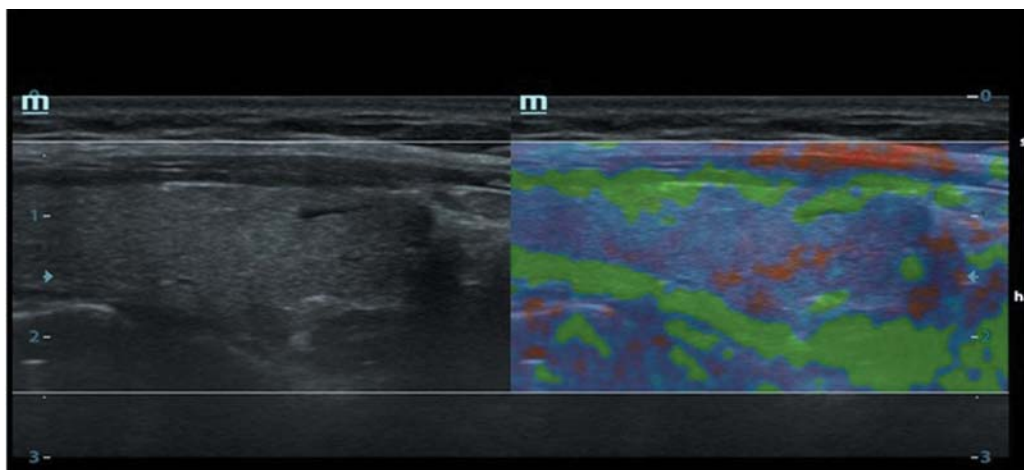


Рис. 1. Режим КЭГ. Неизменная паренхима щитовидной железы, определяется однородное окрашивание средней интенсивности, цветовой паттерн синего цвета.

Fig. 1. Strain elastography. Homogeneous staining of medium intensity and a dark blue pattern are observed in unchanged thyroid parenchyma.

включениями — в 25 (26,9%) и микрокальцинатами — в 23 (25,0%), наличие гипозоногенного ободка — в 27 (29,0%). Использование режима ЦДК при ультразвуковом исследовании пациентов с раком ЩЖ показало, что в 79 случаях (85,1%) имели место узлы со смешанной пери- и интранодулярной васкуляризацией сосудов; кроме этого, наблюдались неравномерное асимметричное распределение сосудов в 80 случаях (86,5%) и их деформация — в 78 случаях (84,3%).

Неоднозначные данные были получены при оценке использования КЭГ для диагностирования рака ЩЖ (табл. 1). В частности, были различными интенсивность и однородность цветового паттерна при злокачественных опухолях ЩЖ (рис. 2 и 3).

При проведении методики КЭГ были выявлены следующие ее особенности, которые могут вести к получению некорректного цветового паттерна и ошибкам интерпретации полученных результатов:

- зависимость интерпретации результатов КЭГ от оператора;
- отсутствие единой стандартизации цветовых паттернов у фирм — производителей аппаратов УЗИ;
- возникновение сложностей технического характера при выполнении дозированной компрессии узловых новообразований ЩЖ у пациентов с анатомо-конституциональными и физиологическими особенностями, связанными, в частности, с близостью трахеи или со значительной выраженностью мышечного компонента шеи, а также у пациентов, которые во время проведения исследова-

ования жаловались на появление чувства дискомфорта и боли;

- появление выраженных шумов и артефактов, которые обусловлены в том числе и анатомо-топографическим расположением ЩЖ рядом с подвижными окружающими структурами (сонной артерией, гортанью).

Далее в ходе исследования у этих же пациентов с раком ЩЖ и доброкачественными образованиями ЩЖ был проведен анализ данных, полученных при ультразвуковой эластометрии на примере ARFI (Siemens Acuson S 2000) и Strain Ratio (Mindray DC-8).

Если в случае с КЭГ степень эластичности ткани зоны интереса отражается в виде цветового паттерна, интерпретацией которого затем занимается проводящий исследование специалист, то при использовании ультразвуковой эластометрии степень эластичности ткани в зоне интереса отражается в количественных показателях. В случае использования ARFI-эластографии таким показателем является скорость поперечной (боковой) волны, а при применении технологии Strain Ratio — коэффициент плотности, значения которых определяются автоматически и выводятся на экран. Результаты эластометрии (ARFI, strain-ratio) представлены в таблице 2.

Скорость поперечной волны в ЩЖ, пораженной раком, превышает 3,57 м/с, а индекс соотношения плотности (модуль эластичности) принимает значения больше 1,56 (рис. 4 и 5).

При исследовании доброкачественных узловых образований получено, что скорость поперечной волны в ЩЖ меньше 3,57 м/с, а индекс

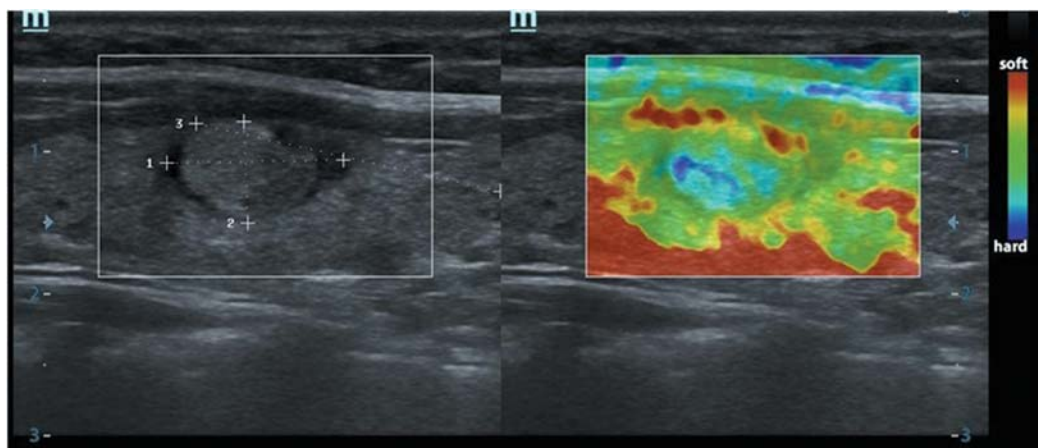


Рис. 2. Фолликулярный рак щитовидной железы. Изоэхогенный узел 13×7×12 мм с четким гипоехогенным контуром. На КЭГ интенсивное окрашивание, цветовой паттерн синего цвета.

Fig. 2. Follicular thyroid cancer. An isoechoic node (13×7×12 mm) having a distinct hypoechoic contour is detected. SE displays intensive staining (blue colour pattern).

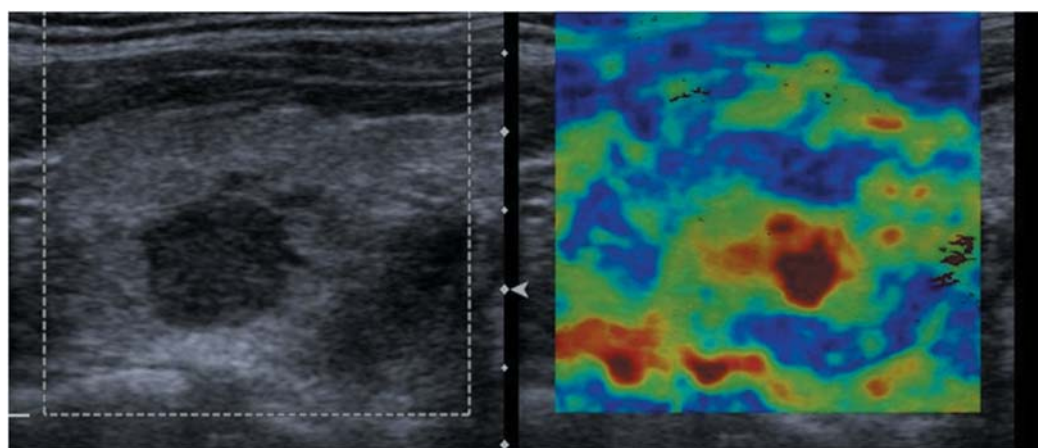


Рис. 3. Папиллярный рак щитовидной железы. Гипоехогенный узел 10×11×10 мм с достаточно четким контуром. На КЭГ интенсивное «мозаичное» окрашивание.

Fig. 3. Papillary thyroid cancer. A hypoechoic node (10×11×10 mm) having a sufficiently distinct contour is detected. SE displays intensive mosaic staining.

Таблица 2. Показатели ультразвуковой эластометрии сдвиговой волны неизменной паренхимы ЩЖ, различных узловых образований

Table 2. Indicators of ultrasound elastometry (shear wave method) in unchanged thyroid parenchyma and different nodular abnormalities

Показатели	Неизменная паренхима ЩЖ (n = 174)	Доброкачественные узловых образования ЩЖ, (n = 136)	РЩЖ (n = 93)
Скорость поперечной волны (ARFI), $M \pm m$, м/с	$2,89 \pm 0,04$	$3,11 \pm 0,09$	$3,74 \pm 0,17$
Индекс соотношения плотности (strain ratio), $M \pm m$, у. е.	—	$1,2 \pm 0,21$	$2,4 \pm 0,84$

соотношения плотности (модуль эластичности) — меньше 1,56 (рис. 6 и 7).

Таким образом, при получении оценки показателя степени эластичности ЩЖ в зоне интереса эффективность ARFI-эластографии по сравнению с КЭГ выше. Это связано, во-первых, с тем, что использование ARFI-эластографии

позволяет получить количественные показатели, а во-вторых, данный метод является менее операторозависимым, чем КЭГ.

В 15,0% случаев использование технологии эластометрии было связано с определенными трудностями. При частично загрудинном расположении ЩЖ возникали сложности с установкой

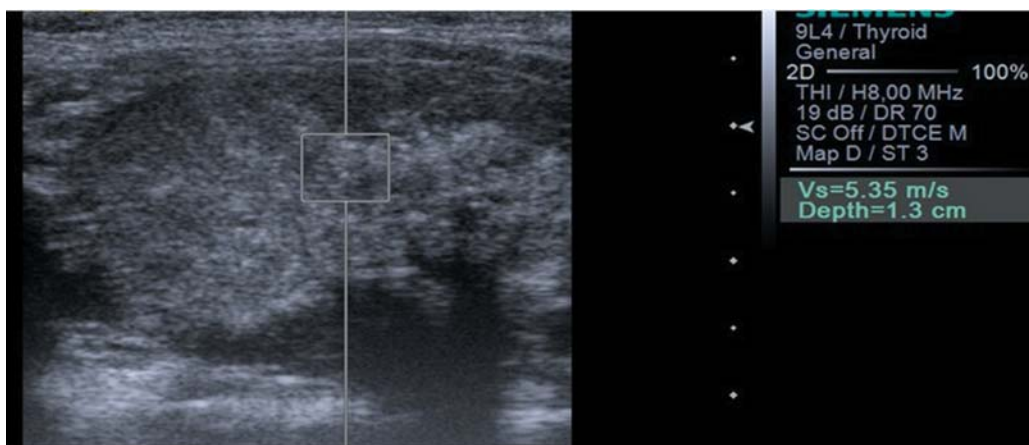


Рис. 4. Папиллярный рак щитовидной железы. Неоднородное образование средней эхогенности, с нечетки ровным контуром 46×31×39 мм. При ультразвуковой эластометрии (ARFI) скорость боковой волны 5,35 м/с.

Fig. 4. Papillary thyroid cancer. An inhomogeneous neoplasm of moderate echogenicity, having an indistinct even contour (46×31×39 mm) is detected. The velocity of a lateral wave is measured at 5.35 m/s in ultrasound elastography (ARFI).

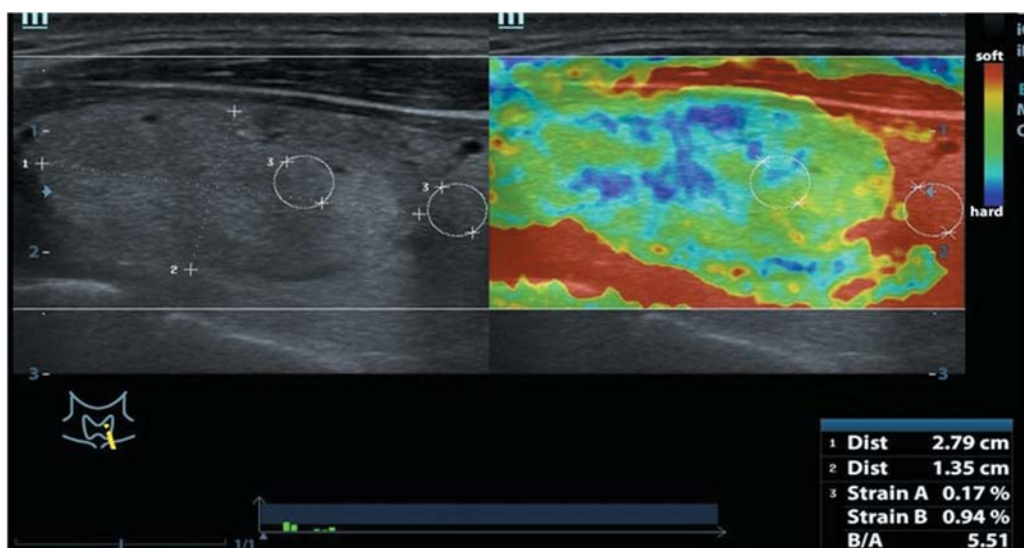


Рис. 5. Папиллярный рак щитовидной железы. Изоэхогенное образование неоднородной структуры, с достаточно четким контуром 35×21×29 мм. При ультразвуковой эластометрии (strain ratio) — 5,51.

Fig. 5. Papillary thyroid cancer. An isoechoic node of inhomogeneous structure, having a sufficiently distinct contour (35×21×29 mm) is detected. In ultrasound elastometry (strain ratio), the density ratio comes to 5.51.

метки зоны интереса и определением участка с неизменной паренхимой. Также трудно было установить метку зоны интереса, если размеры узловых образований ЩЖ были меньше 4 мм в диаметре. Вероятность получения некорректных значений была велика при выраженной неоднородности образования ЩЖ (наличие кальцинатов, жидкостного компонента). Сложности также возникали при исследовании узлового образования на фоне диффузно измененной паренхимы ЩЖ (например, при тиреоидитах).

Совместное использование КЭГ и ARFI-эластографии при дифференциальной диагности-

ке узловых патологий ЩЖ позволило произвести оценку гомогенности внутренней структуры исследуемого узла (неоднородность внутренней структуры наблюдалась более чем в трети случаев). За счет возможности детализации границ инвазивного роста и выраженности перифокальной индурации были уточнены размеры исследованных узлов. Кроме этого, удалось определить органную принадлежность узловых образований, выявленных при использовании серошкального УЗИ, что позволило с высокой степенью достоверности поставить точный диагноз — РЩЖ, интратиреоидно расположенные

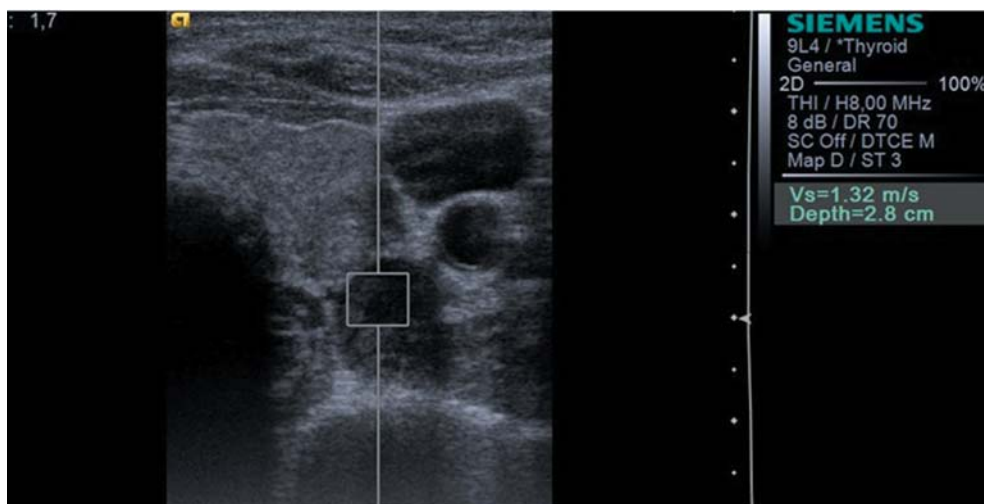


Рис. 6. Узловой коллоидный зоб I степени. В левой доле определяется неоднородное образование пониженной эхогенности, с нечетки ровным контуром 15×14×12 мм. При ультразвуковой эластометрии (ARFI) скорость боковой волны 1,32 м/с.

Fig. 6. Nodular colloid goitre (degree I). An inhomogeneous neoplasm of low echogenicity, having an indistinct even contour (15×14×12 mm), is detected in the left lobe. The velocity of a lateral wave is measured at 1.32 m/s in ultrasound elastography (ARFI).

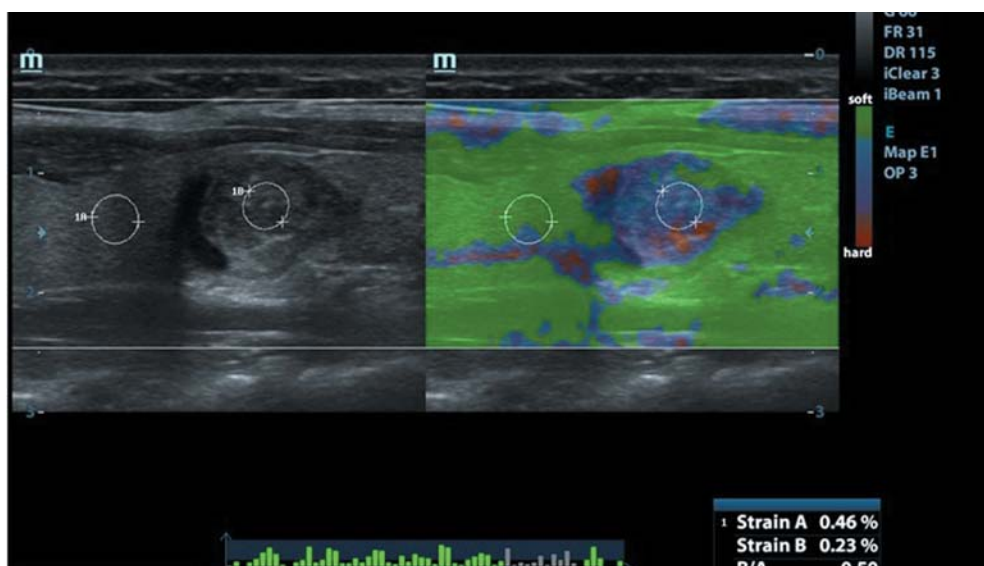


Рис. 7. Узловой коллоидный зоб I степени. В правой доле определяется изоэхогенное образование с четким контуром неоднородной структуры 11×12×10 мм. При ультразвуковой эластометрии (strain ratio) индекс эластичности узла — 0,50.

Fig. 7. Nodular colloid goitre (degree I). An isoechoic neoplasm of inhomogeneous structure having a distinct contour (11×12×10 mm) is detected in the right lobe. In ultrasound elastometry (strain ratio), the index of nodular elasticity comes to 0.50.

ОЩЖ, лимфаденопатия, метастазы в лимфоузлы шеи.

В силу наличия объективных показателей чаще предпочтение отдавалось результатам эластометрии (ARFI или strain ratio).

Таким образом, проведенное исследование показало, что характерными ультразвуковыми признаками рака ЩЖ являются следующие:

наличие окрашивания в режиме КЭГ ($p < 0,01$); несоответствие значений размера образования, полученных в режиме серой шкалы и при использовании КЭГ ($p < 0,01$); интенсивное окрашивание цветового паттерна ($p > 0,05$); неоднородное окрашивание узла ($p > 0,05$).

На основании объективных данных ЭСВ в узле, количественно характеризующих жесткость ткани, можно с большой степенью досто-

верности оценивать отклонение жесткости измененной паренхимы от средних показателей неизменной. Средняя скорость поперечной волны в опухоли в режиме ARFI-эластографии при этом составляла $3,74 \pm 0,17$ м/с, индекс strain ratio — $2,4 \pm 0,84$.

При диагностике РЩЖ на дооперационном этапе результаты КЭГ дополняли информацию, полученную с использованием других методик ЩЖ в 12,7%, а комплексное применение эластографии и эластометрии — в 34,0% наблюдений.

Выводы

1. Эластография позволяет определить истинные размеры узлов на дооперационном

этапе, что имеет большое значение при определении объема и вида оперативного вмешательства.

2. Комплексное применение КЭГ и ARFI-эластографии при дифференциальной диагностике узловых патологий ЩЖ отличается более высокой чувствительностью (91,6%) и специфичностью (88,8%) за счет устранения «слабых» сторон каждой из методик.

3. Применение СЭГ в комплексной диагностике узловых новообразований ЩЖ высокоинформативно, поэтому должно обязательно применяться при подозрении наличия злокачественных образований в ЩЖ, уточнении размеров узлов и выявлении инвазии опухоли в окружающие ткани.

Список литературы

1. Дедова И.И., Мельниченко Г.А. *Российские клинические рекомендации. Эндокринология*. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2016; 592.
2. Durante C., Costante G., Lucisano G., Bruno R., Meringolo D., Paciaroni A., Puxeddu E., Torlontano M., Tumino S., Attard M., Lamartina L., Nicolucci A1., Filetti S. The natural history of benign thyroid nodules. *JAMA*. 2015; 313(9): 926–935. DOI: 10.1001/jama.2015.0956
3. Терновой С.К., Абдураимов А.Б., Лесько К.А. Лучевая диагностика рака молочной железы у женщин с гипотиреозом. *Опухоли женской репродуктивной системы*. 2013; 3–4: 33–40. DOI: 10.17650/1994-4098-2013-0-3-4-33-40
4. Тимофеева Л.А., Алешина Т.Н., Максимова А.В. Роль комплексного ультразвукового исследования в оценке первичного рака щитовидной железы в дооперационном периоде. *Вестник Чувашского университета*. 2013; 3: 540–545.
5. Сенча Е.А. Ультразвуковое исследование с контрастным усилением в диагностике опухолей щитовидной железы. *REJR*. 2017; 7(3): 44–52 (In Russ., English abstract). DOI: 10.21569/2222-7415-2017-7-3-44-52
6. Сенча А.Н. *Ультразвуковая диагностика. Поверхностно-расположенные органы*. М.: Видар-М.: 2015; 512.
7. Тимофеева Л.А. Комплексное ультразвуковое исследование и магнитнорезонансная томография в диагностике очаговой патологии щитовидной железы. *Казанский медицинский журнал*. 2012; 93(3): 484–487.
8. Guth S., Theune U., Aberle J., Galach A., Bamberger C.M. Very high prevalence of thyroid nodules detected by high frequency (13 MHz) ultrasound examination. *Eur. J. Clin. Invest.* 2009; 39(8): 699–706. DOI: 10.1111/j.1365-2362.2009.02162.x
9. Васильев Д.А., Костромина Е.В., Раджабова З.З., Красильникова Л.А., Берштейн Л.М. Пути улучшения диагностической значимости соноэластографии при дифференциальной диагностике узловых образований щитовидной железы. *Клиническая и экспериментальная тиреологическая*. 2014; 10(1): 38–43. DOI: 10.14341/CET201410138-43
10. Осипов Л.В. Технологии эластографии в ультразвуковой диагностике. Обзор. *Медицинский алфавит. Диагностическая радиология и онкотерапия*. 2013; 3–4: 5–21.
11. Arda K., Ciledag N., Aktas E., Aribas B.K., Köse K. Quantitative assessment of normal soft-tissue elasticity using shear-wave ultrasound elastography. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2011;197(3): 532–536. DOI: 10.2214/AJR.10.5449
12. Dighe M., Bae U., Richardson M.L., Dubinsky T.J., Minoshima S., Kim Y. Differential diagnosis of thyroid nodules with US elastography using carotid artery pulsation. *Radiology*. 2008; 248(2): 662–669. DOI: 10.1148/radiol.2482071758
13. Сенча А.Н., Могутов М.С., Патрунов Ю.Н., Беляев Д.В., Сергеева Е.Д., Кашманова А.В. Количественные и качественные показатели ультразвуковой эластографии в диагностике рака щитовидной железы. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2013; 5: 85–98.
14. Monpeyssen H., Tramalloni J., Poirée S., Hélénon O., Correas J.M. Elastography of the thyroid. *Diagn. Interv. Imaging*. 2013; 94(5): 535–544. DOI: 10.1016/j.diii.2013.01.023
15. Sebag F., Vaillant-Lombard J., Berbis J., Griset V., Henry J.F., Petit P., Oliver C. Shear wave elastography: a new ultrasound imaging mode for the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2010; 95(12): 5281–5288. DOI: 10.1210/jc.2010-0766
16. Ключин Д. А., Петунин Ю. И. *Доказательная медицина: Применение статистических методов*. Moscow: Диалектика, 2017; 316.

References

1. Dedova I.I., Mel'nichenko G.A. *Rossiiskie klinicheskie rekomendatsii. Endokrinologiya [Russian clinical recommendations. Endocrinology]*. Moscow: GEOTAR-Media. 2016; 592 (In Russ.).
2. Durante C., Costante G., Lucisano G., Bruno R., Merlingolo D., Paciaroni A., Puxeddu E., Torlontano M., Tumino S., Attard M., Lamartina L., Nicolucci A1., Filetti S. The natural history of benign thyroid nodules. *JAMA*. 2015; 313(9): 926–935. DOI: 10.1001/jama.2015.0956
3. Ternovoy S.K., Abduraimov A.B., Lesko K.A. Breast cancer radiology in women with hypothyroidism. *Tumors of Female Reproductive System*. 2013; 3–4: 33–40 (In Russ., English abstract). DOI: 10.17650/1994-4098-2013-0-3-4-33-40
4. Timofeeva L.A., Aleshina T.N., Maksimova A.V. The role of complex ultra-sound investigation in the estimation of the initial thyroid gland cancer in the preoperational period. *Vestnik Chuvashskogo Universiteta*. 2013; 3: 540–545 (In Russ., English abstract).
5. Sencha E.A. Contrast-enhanced ultrasound in thyroid nodules diagnosis. *REJR*. 2017; 7(3): 44–52 (In Russ., English abstract). DOI: 10.21569/2222-7415-2017-7-3-44-52
6. Sencha A.N. *Ul'trazvukovaya diagnostika. Poverkhnostno-raspolozhennyye organy [Ultrasound diagnostics. Surface-located organs]*. Moscow: Vidar-M, 2015; 512 (In Russ.).
7. Timofeeva L.A. Integrated ultrasound investigation and magnetic resonance tomography in the diagnosis of focal thyroid pathology. *Kazanskii meditsinskii zhurnal*. 2012; 93(3): 484–487 (In Russ., English abstract).
8. Guth S., Theune U., Aberle J., Galach A., Bamberger C.M. Very high prevalence of thyroid nodules detected by high frequency (13 MHz) ultrasound examination. *Eur. J. Clin. Invest.* 2009; 39(8): 699–706. DOI: 10.1111/j.1365-2362.2009.02162.x
9. Vasilyev D.A., Kostromina E.V., Radzhabova Z.Z., Krasilnikova L.A., Berstein L.M. Ways of sonoelastography diagnostic value improvement in the differentiation of thyroid nodules. *Klinicheskaya i Eksperimental'naya Tireoidologiya*. 2014; 10(1): 38–43 (In Russ., English abstract). DOI: 10.14341/CET201410138-43
10. Osipov L.V. Tekhnologii elastografii v ul'trazvukovoi diagnostike. Obzor. [Technologies of elastography in ultrasound diagnostics. Overview] *Meditsinskii Al'favit. Diagnosticheskaya Radiologiya i Onkoterapiya*. 2013; 3–4: 5–21 (In Russ., English abstract).
11. Arda K., Ciledag N., Aktas E., Aribas B.K., Köse K. Quantitative assessment of normal soft-tissue elasticity using shear-wave ultrasound elastography. *AJR. Am. J. Roentgenol.* 2011; 197(3): 532–536. DOI: 10.2214/AJR.10.5449
12. Dighe M., Bae U., Richardson M.L., Dubinsky T.J., Minoshima S., Kim Y. Differential diagnosis of thyroid nodules with US elastography using carotid artery pulsation. *Radiology*. 2008; 248(2): 662–669. DOI: 10.1148/radiol.2482071758
13. Sencha A.N., Mogutov M.S., Patruncov Yu.N., Belyaev D.V., Sergeeva E.D., Kashmanova A.V. Quantitative and qualitative characteristics of ultrasound elastography in thyroid cancer diagnosis. *Ul'trazvukovaya i Funktsional'naya Diagnostika*. 2013; 5: 85–98 (In Russ., English abstract).
14. Monpeyssen H., Tramalloni J., Poirée S., Hélénon O., Correas J.M. Elastography of the thyroid. *Diagn. Interv. Imaging*. 2013; 94(5): 535–544. DOI: 10.1016/j.diii.2013.01.023
15. Sebag F., Vaillant-Lombard J., Berbis J., Griset V., Henry J.F., Petit P., Oliver C. Shear wave elastography: a new ultrasound imaging mode for the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2010; 95(12): 5281–5288. DOI: 10.1210/jc.2010-0766
16. Klyushin D. A., Petunin Yu. I. *Dokazatel'naya medicina: Primenenie statisticheskikh metodov [Evidence based medicine: using statistical methods]*. M.: Dialektika, 2017; 316 (In Russ.).

Сведения об авторах / Information about the authors

Тимофеева Любовь Анатольевна* — кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры пропедевтики внутренних болезней с курсом лучевой диагностики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», врач ультразвуковой диагностики автономного учреждения «Республиканский клинический онкологический диспансер» Министерства здравоохранения Чувашской Республики, ассистент кафедры ультразвуковой диагностики Казанской государственной медицинской академии — филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Контактная информация: e-mail: adabai@mail.ru, тел.: +7 (967) 475-18-46;

ул. Афанасьева, д. 9, корп. 1, кв. 36, г. Чебоксары, 428018, Россия.

Тухбатуллин Мунир Габдулфатович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики Казанской государственной медицинской академии — филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Сенча Александр Николаевич — доктор медицинских наук, заведующий отделением визуальной диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Lyubov A. Timofeeva* — Cand. Sci. (Med.), Ass. Prof., Department for Propaedeutics of Internal Diseases with a course in radiation diagnostics, I.N. Ulyanov Chuvash State University; ultrasound specialist, Republican Clinical Oncology Centre; Research Assistant, Department for Ultrasound Diagnostics, Kazan State Medical Academy (branch of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Training).

Contact information: e-mail: adabai@mail.ru, tel.: +7 (967) 475-18-46;

Afanasyeva str., 9, bld 1, apt. 36, Cheboksary, 428018 Russia.

Munir G. Tukhbatullin — Dr. Sci. (Med.), Prof., Head of the Department for Ultrasound Diagnostics, Kazan State Medical Academy (branch of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Training).

Alexander N. Sencha — Dr. Sci. (Med.), Head of the Department for Visual Diagnostics, V.I. Kulakov National Medical Research Centre for Obstetrics, Gynaecology and Perinatology.

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author