

ВОЗМОЖНОСТИ КОМПРЕССИОННОЙ ЭЛАСТОГРАФИИ И ЭЛАСТОГРАФИИ СДВИГОВОЙ ВОЛНЫ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ДОБРОКАЧЕСТВЕННЫХ УЗЛОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ И ПРИ ПАПИЛЛЯРНОМ РАКЕ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

*Е.С. Шикина – врач УЗД¹
В.С. Паршин – д.м.н., профессор, зав.отделением УЗД²

¹ ФКУЗ «Главный клинический госпиталь МВД» Российской Федерации
123060 Россия, г. Москва, ул. Народного Ополчения, 35

² ФГБУ Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский радиологический центр» МЗ РФ
249036 Россия, Калужская область, г. Обнинск, ул. Королева, 4

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- щитовидная железа
- ультразвуковая диагностика
- эластография сдвиговой волны
- компрессионная эластография
- порог жесткости в кПа

РЕЗЮМЕ:

Цель: повысить уровень дифференциальной диагностики узловых образований щитовидной железа (ЩЖ) за счет оценки их жесткости по данным двух ультразвуковых методик — компрессионной эластографии и эластографии на основе сдвиговой волны.

Материалы и методы: настоящая работа основана на анализе результатов комплексного клинического и ультразвукового исследования, выполненного в период с 2010 по 2015 гг. на базе отделений ультразвуковой диагностики ФКУЗ «Главного клинического госпиталя МВД» Российской Федерации г. Москвы, и Медицинского радиологического научного центра им. А.Ф. Цыба – филиала ФГБУ «Национального медицинского исследовательского радиологического центра» МЗ РФ г. Обнинска.

Результаты: проведена эластография сдвиговой волны, получены количественные данные жесткости доброкачественных узловых образований и при папиллярном раке. Использованы методы непараметрической статистики и ROC-анализ. Статистическая обработка выполнена в программе SPSS 13.0.

Для доброкачественных узлов медиана жесткости составила 15,6; 2,5-97,5 процентиля – 3,6-81,3; для папиллярного рака: медиана 112,92; 2,5-97,5 процентиля – 13,5-196,4.

По данным компрессионной эластографии, в случае доброкачественных опухолях мы наблюдали три типа окрашивания. Во всех типах присутствовал зеленый фрагмент спектра. Далее следовал оранжевый и желто-красный, синий цвет составлял не более 20%, но в большей степени он отсутствовал; при папиллярном раке наблюдали двухцветную, трехцветную, четырехцветную или шестичетную окраску с преобладанием двух цветов – фиолетового и синего.

Выводы: оба вида эластографии – компрессионная и эластография на основе сдвиговой волны способствуют улучшению дифференциальной диагностики рака щитовидной железы. Информативность эластографии на основе сдвиговой волны превосходит аналогичные показатели по сравнению с компрессионной эластографией.

POSSIBILITIES OF COMPRESSIVE AND SHEAR WAVE ELASTOGRAPHY IN DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF BENIGN NODULES AND PAPILLARY THYROID CANCER

*Shikina E.S. – MD¹
Parshin V.S. – MD, PhD, professor²

¹ Central Clinical Hospital of Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation
35, Narodnogo Opolcheniya str, Moscow, Russian Federation, 123060

² Medical Radiological Research Center, Ministry of Health of the Russian Federation
4, Korolyov str, Obninsk, Kaluga region, Russian Federation, 249036

KEY-WORDS:

- thyroid gland
- ultrasound diagnostics
- shear wave elastography
- compression elastography
- stiffness threshold, kPa

ABSTRACT:

Aim: was to increase the level of differential diagnosis of thyroid nodules by evaluating their rigidity according to two ultrasound techniques – compressive elastography and shear wave elastography.

Materials and methods: study is based on the result of analysis of complex clinical and ultrasound diagnostics, performed for the period from 2010 to 2015, on the base of ultrasound department of «Central Clinical Hospital of Ministry of Internal Affairs» of the RF in Moscow, and Medical Radiological Research Center named after AF Tsyba – FGBU branch of «National Medical Research Radiological Center» MoH Obninsk.

Results: performed shear wave elastography, obtained quantitative data of rigidity of benign nodules and papillary carcinoma. Used methods of nonparametric statistics and ROC-analysis. Statistical processing was performed in SPSS 13.0 program.

For benign nodes median of rigidity was 15.6; 2,5-97,5 percentiles – 3,6-81,3; for papillary cancer: median 112.92; 2,5-97,5 percentiles – 13,5–196,4.

Then followed an orange and yellow-red: blue color was not more than 20%, but mostly he was absent. In case of papillary cancer we observed two-color, three-color, four-color and six-color color, with prevailing of two colors – purple and blue.

Conclusions: both types of elastography – compressive and shear wave elastography – help to improve the differential diagnosis of thyroid cancer. Informativeness of shear wave elastography is higher, in comparison with compressive elastography.

Введение

Заболевания щитовидной железы (ЩЖ) в эндокринной патологии занимают второе место по своей распространенности, различные виды изменений встречаются у 20% взрослого населения земного шара, а в эндемических очагах этот показатель превышает 50% [1,2]. Злокачественные опухоли ЩЖ составляют 1-3% в структуре всей онкологической патологии. Отмечается постоянный рост заболеваемости раком ЩЖ: по представленным данным Всемирной организации здравоохранения, за последние 10 лет заболеваемость раком ЩЖ возросла в 2 раза; в год на 1 млн. человек регистрируется от 25 до 55 новых случаев рака ЩЖ [1,3]

Таким образом, проблема диагностики заболеваний ЩЖ дифференциальной диагностики выявляемых узловых образований продолжает оставаться актуальной.

Ультразвуковая диагностика, детально разработанная отечественными и зарубежными учеными, является в настоящее время основным методом исследования ЩЖ [4-7] Необходимо отметить, что вопросы диагностической и лечебной тактики при патологии ЩЖ постоянно пересматриваются в связи с развитием научных представлений, технической оснащенности и появлением новых методов исследования. В диагностике диффузных и очаговых заболеваний ЩЖ лидирующую позицию в настоящее время занимает комплексное ультразвуковое исследование [2-5,7]. Однако по-прежнему сохраняются значительные трудности в дифференциальной диагностике узловых образований ЩЖ. Приоритетной задачей является подбор методик, позволяющих поставить точный диагноз при минимальных экономических и временных затратах [2, 3].

Одной из методик, призванной улучшить возможности ультразвукового метода, является эластография. С 2003 г. широко изучается и внедряется в практику компрессионная эластография (КЭГ) [2, 3, 8-10].

В 2008 г. появилась еще одна разновидность эластографии, позволяющая качественно и количественно оценить жесткость ткани; она получила название «эластография на основе сдвиговой волны или поперечной волны» (возможно – эластография сдвиговой волной, ЭСВ), в англоязычной терминологии – ShearWave Elastography. [2,9,11,12].

Новые методики ультразвуковой эластографии, без

сомнения, обогащают арсенал диагностических средств. Однако в настоящее время работы, посвященные ультразвуковой эластографии в изучении состояния ЩЖ, дают лишь общее представление о возможностях применения данного метода исследования, многие аспекты диагностики заболеваний ЩЖ требуют дополнительного изучения. Остаются нерешенными вопросы о роли и месте ультразвуковой эластографии в дифференциальной диагностике узловых образований ЩЖ. [2, 3, 13,14].

Цель настоящей работы: повышение уровня дифференциальной диагностики узловых образований ЩЖ за счет оценки их жесткости по данным двух ультразвуковых методик – компрессионной эластографии и эластографии на основе сдвиговой волны.

Материалы и методы

Эластографию на основе сдвиговой волны выполняли на сканнере Aixplorer (SuperSonic Imagine, Франция). Область интереса заключали в окно опроса, оптимизировали параметры режима эластографии сдвиговой волны. Обязательным условием проведения исследования являлось отсутствие или минимальная прилагаемая компрессия. В различные участки в окне опроса помещали Q-box диаметром 3 мм. Сдвиговую волну и на экране получали две характеристики изучаемой области – качественную в виде окраски и количественную в виде значений жесткости тканей, выраженных в кПа. Цветовой спектр для качественной оценки эластограмм, предложенный фирмой SuperSonic Imagine, предполагает сине-голубые оттенки – для более мягких тканей; от желтых до красных оттенков – для более жестких тканей.

Компрессионную эластографию выполняли на сканнере HI VISION-900 (Hitachi Medical Systems, Япония). При проведении методики КЭГ на исследуемую ткань ЩЖ оказывалось внешнее давление ультразвуковым датчиком по всей поверхности ткани (компрессия проводилась легкими нажатиями). Датчик располагался строго перпендикулярно по отношению к исследуемому органу и патологическому образованию. Область интереса с референсной зоной (в соотношении разме-

Таблица 1. Показатели жесткости щитовидной железы в норме, опухолей независимо от морфологической природы, доброкачественных опухолей и папиллярного рака

Группы	Объем выборки	Медиана	Минимальное значения	Максимальное значения	Проценти	
					2,5	97,5
Ткань ЩЖ в норме	182	15,60	4,72	34,86	6,59	29,72
Опухоли независимо от морфологической природы	495	17,50	0,01	294,23	0,03	198,26
Доброкачественные опухоли	176	20,18	1,11	84,91	3,60	81,31
Папиллярный рак	39	112,92	13,45	196,14	13,45	196,14

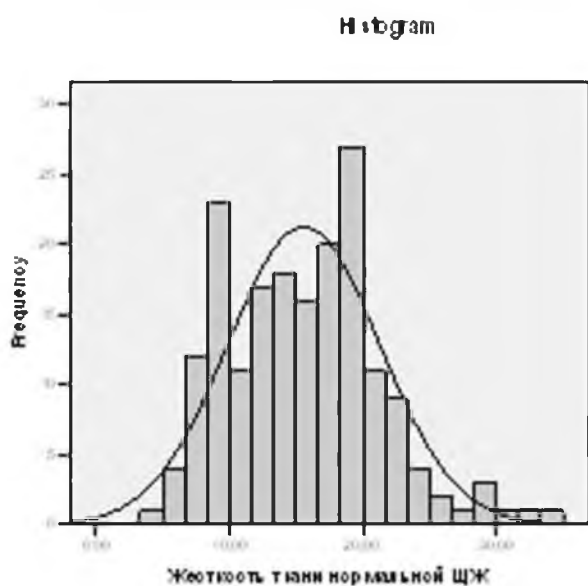


Рис. 1. Гистограмма распределения жесткости ткани щитовидной железы в норме.

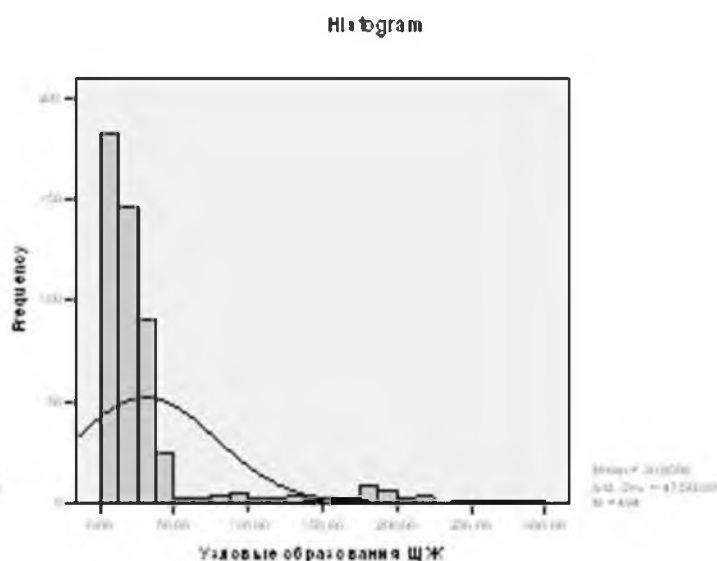


Рис. 2. Гистограмма распределения жесткости ткани щитовидной железы в узлах независимо от их морфологической природы.

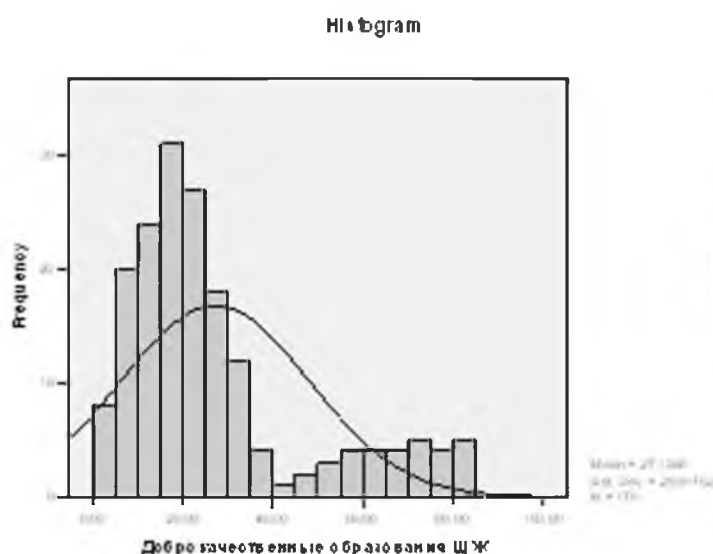


Рис. 3. Гистограмма распределения жесткости ткани щитовидной железы в узлах.

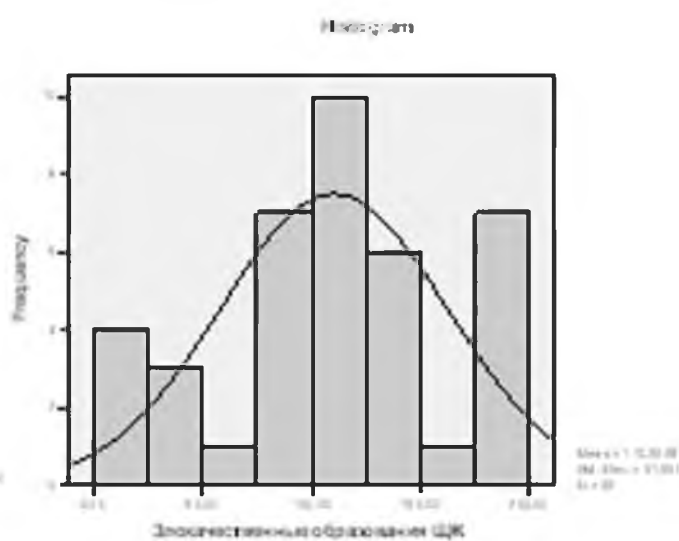


Рис. 4. Гистограмма распределения жесткости ткани щитовидной железы в узлах злокачественной природы.

ров приблизительно 1:2–1:3) заключали в окно опроса, оптимизировали параметры режима эластографии (мощность, интенсивность, механический индекс) для получения оптимального качества изображения. Необходимое усилие при компрессии контролировали по предложенной фирмой-производителем шкале, отображаемой на экране; оптимальное давление соответствовало 3–4 баллам.

Материал. Эластография сдвиговой волны выполнена в 182 участках нормальной ткани (не имеющих узловых образований (УО)), в 495 участках УО независимо от их морфологической природы, в 176 участках УО доброкачественной природы и в 39 участках при папиллярном раке.

Компрессионная эластография выполнена в 168 участках УО доброкачественной природы и в 112 участках при папиллярном раке.

Морфологическая оценка проводилась по данным цитологического исследования материала, полученного при ТАБ, и гистологического исследования послеоперационного материала. Всем больным с папиллярным раком диагноз подтвержден гистологическими данными.

Результаты

Распределение значений признака жесткости ткани, выраженное в килопаскалях при проведении эластографии сдвиговой волны, не соответствует закону нормального распределения. В связи с этим для статистической обработки были использованы критерии непараметрических методов (медиана, максимальное значение, минимальное значение и процентиля от 2.5 до 97.5).

Оценка жесткости нормальной ткани ЩЖ, опухолей независимо от их морфологической природы, добро-

качественных опухолей и папиллярного рака по данным ЭСВ представлена в **таблице 1**.

Жесткость нормальной ткани ЩЖ составила: медиана – 15,6 кПа; минимальное значение – 4,7 кПа; максимальное значение 34,8 кПа; диапазон в пределах от 2,5 до 95,7 процентиля – 6,5–29,7 кПа. Жесткость в пределах 6,5–29,7 кПа является дополнительным объективным критерием нормы. **На рисунке 1** представлена гистограмма распределения показателей жесткости нормальной ткани ЩЖ в кПа.

Жесткость ткани узловых образований щитовидной железы независимо от их морфологической природы: – медиана 17,50 кПа, минимальное значение – 0,01 кПа, максимальное значение 294,23кПа, диапазон в пределах от 2,5 до 95,7 процентиля составил 0,03 – 198,26 кПа. **На рисунке 2** представлена гистограмма распределения жесткости участков в узловых образованиях.

Жесткость ткани узлов доброкачественной природы: медиана – 20,18 кПа; минимальное значение – 1,11 кПа; максимальное – 84,91 кПа, размах между 2,5 и 97,5 процентилями: 3,6–81,3 кПа. Первичные данные показателей жесткости 176 участков тканей в доброкачественных узлах приведены **на рисунке 3**.

доброкачественной природы. Гистограмма свидетельствует о неправильном распределении, в связи с чем использованы критерии непараметрической статистики. При папиллярном раке: медиана – 112,92 кПа; минимальное значение – 13,45 кПа; максимальное значение – 196,14 кПа; 2,5–97,5 процентиля – 13,45–196,14 кПа. Показатели жесткости участков ткани в злокачественных узлах приведены **на рисунке 4**.

Тем не менее, рассматривая показатели жесткости в интервале 2,5–97,5 процентиля, можно видеть пересечение значений – нормальная ткань – 6,59 – 29,72; опухоли независимо от морфологической природы – 0,03 – 198,26; опухоли доброкачественной природы – 3,60 – 81,31; папиллярный рак – 13,45–196,14.

Рассчитанные показатели информативности: чувствительность – 84,6%; специфичность – 81,8%; прогностичность положительного результата – 50,7%; прогностичность отрицательного результата – 96%; точность – 82,3%.

Используя методику оценки жесткости в различных участках узлового образования, получены достаточно высокие показатели информативности методики сдвиговой волны.

При чувствительности 84% и специфичности 81% порог разделения составил 41 кПа. График, отражающий данную зависимость, представлен **на рисунке 5**.

Компрессионная эластография

Среди 168 участков мы не наблюдали окрашивания узлового образования всеми семью цветами (1 тип), шестью (2 тип) и пятью (3 тип) одновременно. Не наблюдали и окрашивания образования только одним цветом (7 тип). Четыре цвета окрашивания (4 тип)

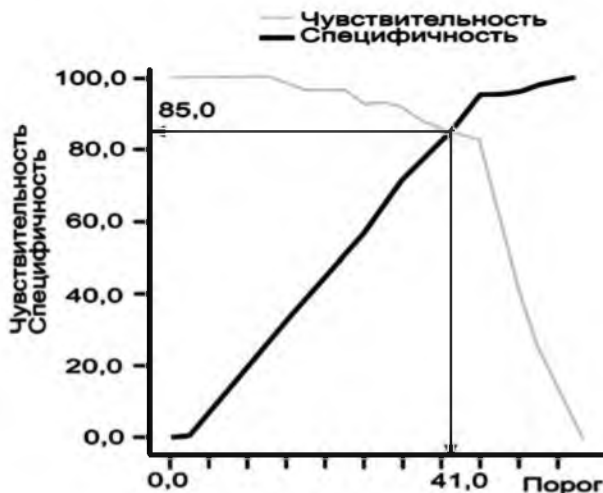


Рис. 5. График порога жесткости при оптимальном соотношении чувствительности и специфичности.

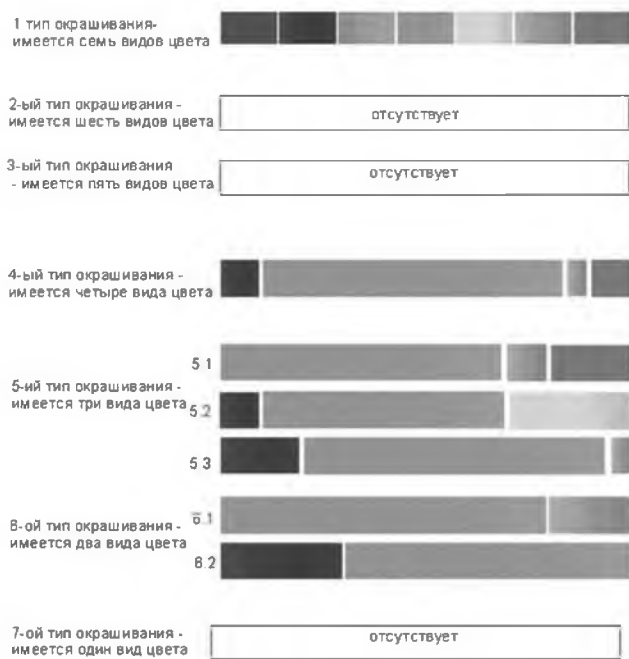


Рис. 6. Фотографии спектров, полученных по результатам компрессионной эластографии при доброкачественных образованиях щитовидной железы. Первый, второй и третий типы отсутствуют. Четвертый тип – включает четыре цвета. Пятый тип состоит из трех цветов. По наличию цветов он разделен на три подтипа. Шестой тип включает два цвета. По наличию цветов он разделен на два подтипа. Можно визуально наблюдать смещение окрашивания доброкачественных объемных образований в сторону зеленого и оранжевого цветов. Шесть разновидностей спектров, выявленных при доброкачественных образованиях щитовидной железы, с соблюдением процентного соотношения для каждого цвета.

наблюдали в 15 участках (8,9%). Этот тип включал синий 10%; зеленый 75%; оранжевый 5%; красный 10% цвета. Три цвета окрашивания наблюдали в 60 участках (35,7%). Двухцветная окраска выявлена в 55,4%, трехцветная в 35,7%, четырехцветная в 8,9%. При двухцветной окраске зеленая окраска составляла 70%. Вклад синего и оранжевого цвета либо отсутствовал, либо достигал 30% площади. При трехцветной окраске вклад зеленого света составлял 60–70%, вклад синего, желтого и красного цветов не превышал 20% либо отсутствовал. При четырехцветной окраске вклад зеленого цвета составил – 75%, вклад синего цветов не превышал 10%.

Таким образом, по результатам компрессионной эластографии при доброкачественных опухолях мы наблюдали три типа окрашивания. Во всех типах присутствовал зеленый фрагмент спектра. Далее следовал оранжевый и желто-красный, синий цвет составлял не более 20%, но в большей степени он отсутствовал (рис. 6).

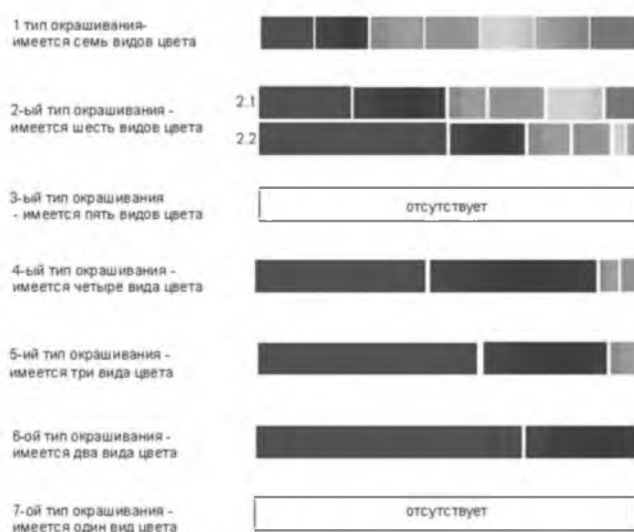


Рис. 7. Типы спектров, полученных по результатам компрессионной эластографии, при папиллярном раке щитовидной железы.

Информативность компрессионной эластографии в диагностике папиллярного рака щитовидной железы.

Жесткость при папиллярном раке.

Среди 112 участков злокачественной природы мы не наблюдали окрашивания объемного образования семью цветами, пятью и одним цветом;

Шесть цветов – 28,5%; четыре цвета – 53,5%; три цвета – 12,5%; два цвета – 3,5%. При шестичетной окраске вклад фиолетового и синего цвета составил 60%, остальные 40% окраски были обусловлены голубым, зеленым, желтым, красным и оранжевым цветами. При четырехцветной окраске вклад фиолетового цвета составил – 45%; синего цвета составил – 45%; зеленого – 5%; голубого – 5%. При трехцветной окраске вклад синего цвета составил – 60%; синего – 30%; голубого – 10%. При двухцветной окраске вклад фиолетового цвета составил – 70%; синего – 30%.

Таким образом, при папиллярном раке щитовидной железы наблюдалось картирование шестью, четырьмя, тремя и двумя цветами. Преобладали фиолетовый и синий цвета, которые присутствовали во всех окнах опроса и могли составлять от 100 до 50% площади. Зеленый, желтый, оранжевый и красный цвета составляли от 10 до 50% площади (рис. 7).

Для злокачественных опухолей ЩЖ при компрессионной эластографии возможно окрашивание двумя-четырьмя-шестью цветами. Двухцветное окрашивание наблюдается в 5,3%, трехцветное в 12,5%, четырехцветное в 53,5%, шестичетное – в 28,5%. При любом количестве цветов окраски характерно преобладание синих и фиолетовых оттенков спектра, вклад которых достигает 80–100%.

Получая при компрессионной эластографии двухцветную, трехцветную, четырехцветную или шестичетную

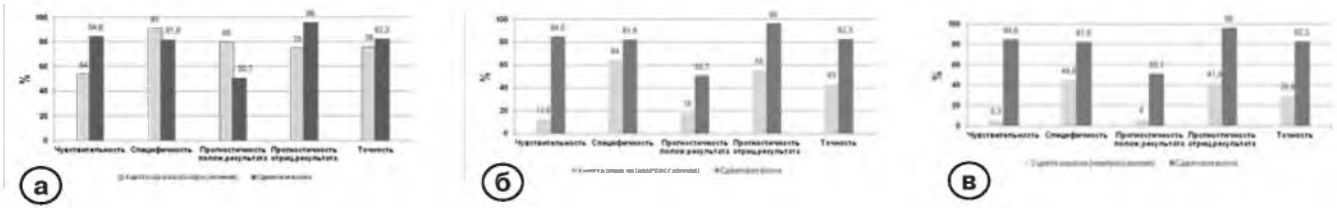


Рис. 8. Показатели чувствительности, специфичности, прогностичности положительного результата, прогностичности отрицательного результата и точности при: а) компрессионной эластографии (окраске опухоли 4 цветами) и при сдвиговой волне; б) компрессионной эластографии (окраске опухоли 3 цветами) и при сдвиговой волне; в) компрессионной эластографии (окраске опухоли 2 цветами) и при сдвиговой волне.

окраску с преобладаем двух цветов – фиолетового и синего, вероятнее отнести узел к числу злокачественных образований. Все информационные показатели оказались выше при четырех цветной окраске окон опроса и составили: чувствительность – 54%; специфичность – 91%; прогностичность положительного результата – 80%; прогностичность отрицательного результата – 75%; точность – 76%. При окраске двумя цветами: чувствительность – 5,3%; специфичность – 44,6%; прогностичность положительного результата – 6%; прогностичность отрицательного результата – 41,4%; точность – 28,9%.

Компрессионная эластография, не имея высоких показателей информативности, тем не менее может рассматриваться как метод предварительной дифференциации узловых образований щитовидной железы на злокачественные и доброкачественные.

Максимальные показатели информативности компрессионной эластографии в дифференциальной диагностике рака ЩЖ наблюдались при четырехцветной окраске и составляли: чувствительность – 54%; специфичность – 91%; прогностичность положительного результата – 80%; прогностичность отрицательного результата – 75%; точность – 76%. Для папиллярного рака T1-T2 характерно преобладание двух цветов – фиолетового и синего. При четырехцветном и трехцветном окрашивании их вклад достигает 80% (рис. 8 а, б, в).

Обнаружение при компрессионной эластографии узловых образований ЩЖ с четырехцветной окраской и преобладанием фиолетового и синего цветов, позволяет предположить наличие злокачественной опухоли с точностью до 76%.

Как самостоятельный метод, эластография на основе сдвиговой (поперечной) волны имеет значительное

преимущество по сравнению с компрессионной эластографией.

Оба вида эластографии – компрессионная и эластография на основе сдвиговой волны – способствуют улучшению дифференциальной диагностики рака ЩЖ. Эластография на основе сдвиговой волны в целом превосходит информативность компрессионной эластографии.

Выводы

1. Выполняя ультразвуковую оценку щитовидной железы при узловом зобе, целесообразно первоначально оценить жесткость нормальной ткани, которая составляет 6,5-29,7 кПа.
2. Оценка жесткости узловых образований на основе компрессионной или сдвиговой волны является одним из ультразвуковых критериев, способствующих дифференциальной диагностике узловых образований ЩЖ.
3. Оба вида эластографии – компрессионная и эластография на основе сдвиговой волны способствуют улучшению дифференциальной диагностики рака ЩЖ. Информативность эластографии на основе сдвиговой волны превосходит аналогичные показатели по сравнению с компрессионной эластографией.
4. Пороговое значение жесткости ткани доброкачественных и злокачественных узловых образований ЩЖ по данным эластографии сдвиговой волны, при оптимальном соотношении чувствительности (84%) и специфичности (81%), составляет 41кПа.
5. Результаты компрессионной эластографии оценивали по двум критериям: количеству цветов и по площади, которую занимал тот или иной цвет. Площадь выражалась в процентах. ■

Список литературы/ References

1. Котляров П.М., Харченко В.П., Александров Ю.К., Могунов М.С., Сенча А.Н., Патрунов Ю.Н., Белев Д.В. Ультразвуковая диагностика заболеваний щитовидной железы. М.: ВИДАР. 2009: 239С.
Kotljarov P.M., Harchenko V.P., Aleksandrov Ju.K., Mogunov

M.S., Sencha A.N., Patrunov Ju.N., Beljaev D.V. Ul'trazvukovaja diagnostika zabojevanij shhitovidnoj zhelezy [Ultrasonic diagnosis of thyroid diseases.]. М.: VIDAR. 2009: 239S [In Russ].

2. Митьков В.В., Хуако С.А., Цыганов С.Е., Кириллова

Т.А., Митькова М.Д. Сравнительный анализ данных эластографии сдвиговой волной и результатов морфологического исследования тела матки (предварительные результаты). *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2013; 5: 99-114.

Mit'kov V.V., Huako S.A., Cyganov S.E., Kirillova T.A., Mit'kova M.D. Sravnitel'nyj analiz dannyh jelastografii sdvigoj volnoj i rezul'tatov morfologicheskogo issledovanija tela matki (predvaritel'nye rezul'taty) [Comparative analysis of data of shear wave elastography and results of uterine body morphological study (preliminary results)]. *Ul'trazvukovaja i funkcional'naja diagnostika*. 2013; 5: 99-114 [In Russ].

3. Сенча А.Н., Могутов М.С., Патрунов Ю.Н. и соавт. Количественные и качественные показатели ультразвуковой эластографии в диагностике рака щитовидной железы. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2013; 5: 85-98.

Sencha A.N., Mogutov M.S., Patrunov U.N. et al. Kolichestvennye i kachestvennye pokazateli ul'trazvukovoi jelastografii v diagnostike raka shhitovidnoj zhelezy [Quantitative and qualitative indicators of ultrasound elastography in the diagnosis of thyroid cancer.]. *Ul'trazvukovaja i funkcional'naja diagnostika*. 2013; 5: 85-98 [In Russ].

4. Осипов Л.В. Технологии эластографии в ультразвуковой диагностике. *Обзор. Диагностическая радиология и онкотерапия*. 2013; 3,4: 5-23.

Osipov L.V. Tehnologii jelastografii v ul'trazvukovoi diagnostike. *Obzor. [Elastography technologies in ultrasound diagnostics. Overview.] Diagnosticheskaya radiologiya i onkotepiya*. 2013; 3,4: 5-23 [In Russ].

5. Паршин В.С., Ямасита С., Цыб А.Ф. Зоб. Ультразвуковая диагностика. Клинический атлас. Нагасаки-Обнинск, Университет Нагасаки, 2000; С. 106.

Parshin V.S., Yamasita C, Cib A.F. Zob. Ul'trazvukovaja diagnostika. Klinicheskii atlas [Ultrasound diagnostics. Clinical atlas]. Nagasaki-Obninsk. Universitet Nagasaki, 2000; S 106 [In Russ].

6. Паршин В.С., Цыб А.Ф., Ямасита С. Рак щитовидной железы. Ультразвуковая диагностика. Клинический атлас. По материалам Чернобыля. Обнинск: МРНЦ РАМН. 2002; С 230.

Parshin V.S., Cib A.F., Yamasita C. Rak shhitovidnoj zhelezy. Ul'trazvukovaja diagnostika. Klinicheskii atlas [Thyroid cancer.

Ultrasound diagnostics. A clinical atlas. In Chernobyl materials.]. *Po materialam Cyernobilya. Obninsk. MRNC RAMN*. 2002; S 230 [In Russ].

7. Parshin V.S., Yamashita S., Tsyb A.F. Ultrasound Diagnosis of Thyroid Diseases in Russia. Obninsk-Nagasaki. 2013; S147.

8. Цыб А.Ф., Паршин В.С., Ямасита С. Ультразвуковая диагностика заболеваний щитовидной железы. М.: Медицина. 1997; С.329.

Cib A.F., Parshin V.S., Yamasita C. Ul'trazvukovaja diagnostika zabolevanij shhitovidnoj zhelezy [Ultrasonic diagnosis of thyroid diseases.]. М.: Medicina. 1997; S 329 [In Russ].

9. Asteria C., Giovanardi A., Pizzocaro A., Cozzaglio L., Morabito A., Somalvico F., Zoppo A. US-elastography in the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules. *Thyroid*. 2008; 18: 523-531.

10. Cantisani V., D'Andrea V., Biancari F., Medvedyeva O., Di Segni M., Olive M., Patrizi G., Redler A., De Antoni E.E., Masciangelo R., Frezzotti F., Ricci P. Prospective evaluation of multiparametric ultrasound and quantitative elastosonography in the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules: preliminary experience. *Eur. J. Radiol*. 2012; 81: 2678-2683.

11. Vorlander C., Wolff J., Saalabian S., Lienenluke R.H., Wahl R.A. Real-time ultrasound elastography a non-invasive diagnostic procedure for evaluating dominant thyroid nodules *Langenbecks Arch. Surg*. 2010; 395: 865-871.

12. Bojunga J., Herrmann E., Meyer G., Weber S., Zeuzem S., Friedrich-Rust M. Real-time elastography for the differentiation of benign and malignant thyroid nodules: a meta-analysis *Thyroid*. 2010; 20: 1145-1150.

13. Gharib H., Papini E., Paschke R., Duick D.S., Valcavi R., Hegedus L., Vitti P. American Association of Clinical Endocrinologists, Associazione Medici Endocrinologi and European Thyroid Association Medical Guidelines for Clinical Practice for the Diagnosis and Management of Thyroid Nodules. *Endocr. Pract*. 2010;16: 1-43.

14. Moon H.J., Kim E.K., Yoon J.H., Kwak J.Y. Clinical implication of elastography as a prognostic factor of papillary thyroid microcarcinoma. *Ann. Surg. Oncol*. 2012; 19: 2279-2287.