

УДК 616.441-006-073.43

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА НОВООБРАЗОВАНИЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛАСТОГРАФИИ

Максимова Н.А., Кит О.И., Ильченко М.Г., Акопян Л.Г., Арзамасцева М.А.

ФГБУ «Ростовский научно-исследовательский онкологический институт» Минздрава России, Ростов-на-Дону, e-mail: rnioi@list.ru

Заболевания щитовидной железы в настоящее время сохраняют лидирующие позиции среди эндокринной патологии. В общей структуре онкозаболеваемости на долю злокачественных опухолей щитовидной железы приходится 2,8 %. Диагностика рака щитовидной железы – одно из актуальных направлений современной онкологии. Несмотря на существенные достижения лучевой диагностики, ни один из методов медицинской визуализации не позволяет с высокой точностью отличить доброкачественную патологию щитовидной железы от злокачественной. В обзоре рассмотрены литературные данные по ультразвуковой эластографии образований щитовидной железы. Дана классификация вариантов эластографии в зависимости от способа создания информации и интерпретации результатов. Представлены сведения о достоинствах, недостатках и ограничениях каждого из методов. Включение эластографии в комплексное ультразвуковое исследование щитовидной железы расширяет диагностические возможности метода, однако на сегодняшний день нет единых подходов и алгоритмов обнаружения и критериев злокачественности узловых образований щитовидной железы, что свидетельствует о необходимости дальнейшего изучения методики.

Ключевые слова: щитовидная железа, узловые образования, ультразвуковая диагностика, эластография.

ULTRASOUND ELASTOGRAPHY IN THYROID NEOPLASM DIAGNOSTICS

Maksimova N.A., Kit O.I., Pchenko M.G., Akopyan L.G., Arzamastseva M.A.

Rostov Research Institute of Oncology, Rostov-on-Don, e-mail: rnioi@list.ru

Thyroid diseases are now the leading ones among the endocrine pathologies. Malignant thyroid tumors amount for 2.8 % of cancers. Thyroid cancer diagnostics is one of important trends in modern oncology. Despite significant achievements of radiation diagnostics there are no medical visualization methods allowing accurately distinguish benign and malignant pathologies of the thyroid gland. The article reviews the literature data on ultrasound elastography of the thyroid gland and gives a classification of elastography types depending on ways of the information creation and interpretation of the results; the data on advantages, disadvantages and limitations of each method are presented. Inclusion of elastography in a complex ultrasound examination of the thyroid gland expands diagnostic capabilities of the method, but there are still no common approaches, detection algorithms and criteria of malignancy of thyroid nodules, indicating the need for further study of the technique.

Keywords: thyroid gland, nodular lesions, ultrasound diagnostics, elastography.

Среди современных медико-социальных проблем одной из важнейших являются заболевания щитовидной железы (ЩЖ), которые в настоящее время лидируют среди остальной эндокринной патологии. При этом доля рака щитовидной железы (РЩЖ) по отношению к доброкачественным узловым и очаговым образованиям, по данным литературы, колеблется от 2 до 30 % [1,4,9,18]. Заболеваемость РЩЖ в России у мужчин в 2014 г составила 1,88 на 100 тыс. населения, у женщин 6,75 на 100 тыс. населения [4]. Прогноз заболевания при РЩЖ во многом зависит от ранней диагностики. Основные трудности своевременной диагностики РЩЖ связаны с возможностью длительного его существования под видом или на фоне других заболеваний ЩЖ. Несмотря на существенные достижения лучевой диагностики, ни один из методов

медицинской визуализации не позволяет с высокой точностью отличить доброкачественную патологию щитовидной железы от злокачественной [10,18,23].

В настоящее время важнейшее значение в ультразвуковой диагностике заболеваний ЩЖ имеет исследование в В-режиме, цветовом и энергетическом доплеровском картировании. Дифференциальная диагностика заболеваний ЩЖ основывается на оценке размеров железы, её эхогенности, эхо-структуры и сведениях о региональных лимфоузлах. Узловые образования в железе дифференцируют по локализации, размерам, форме, границам, контурам, эхогенности, внутренней эхо-структуре, состоянию капсулы и васкуляризации железы [6,10,24]. Согласно многочисленным отечественным и зарубежным публикациям чувствительность и специфичность методики серой шкалы в дифференциальной диагностике злокачественных и доброкачественных процессов колеблется в пределах 55–70 % [18, 22]. Применение импульсно-волновой доплерографии, позволяющей оценивать кровотоки в узлах и щитовидной железе, повышает чувствительность метода незначительно до 65–75 % [6].

Современная ультразвуковая диагностика, состоящая из эхографии и доплерографии, дополнилась третьей технологией – эластографией – методом качественного и количественного анализа механических свойств тканей с помощью модуля упругости Юнга, характеризующего свойство мягких тканей сопротивляться растяжению/сжатию при упругой деформации [2,3]. Модуль Юнга может быть рассчитан по двум формулам:

$$E = \sigma / \epsilon$$

$$E = 3\rho C^2$$

Первая формула отражает принцип компрессионной эластографии – где упругость (E) определяется отношением величины компрессии (σ) к относительной деформации столбика ткани (ϵ).

Вторая формула отражает принцип эластографии «сдвиговой волны» – где модуль Юнга (E) определяется через скорость распространения сдвиговой волны (C) в веществе (ρ – плотность вещества) [2,3,17].

Компрессионная эластография – наиболее широкодоступный метод, позволяющий провести качественную оценку распределения упругости в тканях, единственным относительным количественным показателем компрессионной эластографии является коэффициент деформации SR (strain ratio). Данный показатель отражает степень сжимаемости ткани в зоне интереса по отношению к референтной ткани. Индуцированные смещения отслеживаются датчиком до и после компрессии и вычисляются специальной программой. Компрессия зависит от силы сжатия, которую прикладывает оператор, поэтому чтобы оптимизировать разную силу, изображение генерируется в режиме реального времени на

экране. Эта оценка жесткости тканей не является непосредственной и абсолютной, а представляет собой индекс Юнга, учитывающий субъективные данные. При использовании компрессионной эластографии информация может быть представлена либо графическим путем, либо с помощью цветового картирования [2,3,7,17]. Цветовая гамма кодировки у различных производителей отличается. Так, например, у некоторых аппаратов более плотная ткань отражается синим цветом, в то время как нормальная ткань – зеленым, а более мягкая – красным цветом, а для других аппаратов характерна серошкальная гамма. Как правило, новообразования с высокой жесткостью (обычно злокачественные) изображаются в синий, зеленый, красный цвет (в зависимости от производителя аппарата). Наряду с типичными ультразвуковыми признаками в базовых режимах (эхогенность, эхо-структура, контуры, степень васкуляризации и т.д.) при использовании эластографии узловые образования дифференцируются: 1) по наличию (факту проявления) цветового окрашивания в структуре узла, его интенсивности; 2) по типу окрашивания (синее, смешанное, другое); 3) по характеру окрашивания (однородное, неоднородное); 4) по характеристике размеров (площади окрашивания) узла в сравнении с размерами очагового поражения в серошкальном режиме. Таким образом, компрессионная эластография позволяет провести оценку упругости тканей с помощью анализа цветовых эластограмм и вычисления SR [3,15, 17].

Эластография «сдвиговой волны» – метод, позволяющий произвести количественную оценку упругости тканей, что исключает возможность субъективной интерпретации данных [2,11,17]. Физически сдвиговая волна представляет собой упругую поперечную волну (ультразвуковая волна – продольная), смещение частиц среды при этом перпендикулярны направлению волны. Принцип действия данной методики основан на генерации в тканях сдвиговой волны, вызванной ультразвуковым импульсом и последующей оценкой скорости ее продвижения. При этом визуализация прохождения сдвиговой волны также осуществляется самим ультразвуковым датчиком. Числовые значения показателя упругости выдаются в м/с или кПа, в зависимости от типа эластографии «сдвиговой волны», поэтому метод получил название «количественная ультразвуковая эластография или эластометрия».

В литературе сообщается, что для эластографии «сдвиговой волны» применяются два метода: точечная и двумерная эластография сдвиговой волной [11,17, 20, 22, 26].

Точечная эластография «сдвиговой волны» как способ получения сдвиговых волн позволяет получить количественную информацию об упругости тканей, но только на заданной глубине в зоне фокуса. Для получения сдвиговых волн на другой глубине надо сместить зону фокуса ближе или дальше от датчика и уже в ней создать новым мощным ультразвуковым

импульсом необходимое давление для получения сдвиговых волн и измерить их характеристики. Выбор места для измерения скорости сдвиговой волны производится с помощью пробного объема на двумерном ультразвуковом изображении. Результаты выражаются в м/с. Эта методика может применяться в обычных устройствах для УЗИ, где используется линейный датчик с помощью дополнительного модуля. Измерение жесткости ткани не кодируется в цветное изображение, в отличие от других методик.

При двумерной эластографии «сдвиговой волны» ультразвуковые сигналы подаются последовательно один за другим и могут фокусироваться на различной глубине. В результате чего сдвиговые волны формируют фронт в виде так называемого «конуса-Маха». Движение этого фронта отслеживается с помощью специального ультразвукового сканирования, и создается двумерное цветное картирование упругости исследуемых тканей, что дает возможность визуально выявлять участки с различной скоростью сдвиговых волн. Жесткость тканей изображается цветом: синий – для более мягких, и красный – для более жестких. Вслед за изучением цветowych эластограмм проводится эластометрия с помощью одного или нескольких пробных объемов, свободно перемещаемых и изменяемых по размерам. Цифровые данные могут быть представлены либо в виде показателей скорости сдвиговых волн (в м/с), либо упругости (кПа). Таким образом, данная технология позволяет количественно отразить эластичность щитовидной железы. Существенное отличие этой технологии от предыдущей (точечной эластографии сдвиговой волной) заключается в том, что цветное картирование значительно облегчает эластометрию, предоставляя врачу возможность выбирать только качественные, лишенные артефактов эластограммы [3, 16, 17].

Большинство работ по применению эластографии посвящены исследованиям патологии молочных желез, предстательной железы, печени [5,7,8,11,21]. Интерес к технологии эластографии ЩЖ растет, однако результаты и эффективность этой технологии постоянно дискутируются [16, 17, 18, 19]. В доступной нам литературе мы не встретили общих стандартов техники исполнения и интерпретации полученных результатов при эластографии щитовидной железы. Исследования проводились на малом количестве пациентов с использованием различного программного обеспечения, что привело к неоднозначным значениям чувствительности (начиная от 15,7 % до 98 %) и специфичности (от 58,2 % до 100 %) эластографии. В каждой работе давались свои средние пороговые показатели [14,16,17,20].

Компрессионная эластография, во всех своих вариантах, остается оператор-зависимым методом. Изменение деформации ткани зависит от сжатия, действующего со стороны оператора. Для правильного выполнения этого исследования требуется опыт и подготовка.

Очень важно постоянство силы и амплитуды движения, соответствие площади движения датчика к площади визуализации. Во время каждого исследования выполняют несколько попыток компрессии до тех пор, пока не будут получены соответствующие данные. При определении показателя Strain Ratio (SR) сравнивается площадь узла и ткани, что его окружает. Однако тиреоидные узлы часто могут быть слишком большими и занимать всю долю щитовидной железы, таким образом, не хватает здоровой ткани ЩЖ для сравнения. Кроме того, ткань ЩЖ за пределами узлов может быть не нормальной, в частности, представлена узловым зобом или лимфоцитарным тиреоидитом, что изменяет соотношение жесткости сравниваемых участков железы. А также при больших в диаметре узловых образованиях невозможно получить адекватное сжатие целого узла. Из-за близкого расположения узловых образований ЩЖ к сонным артериям, точность измерений может быть изменена в результате каротидной пульсации. Данные компрессионной эластографии могут отличаться в соответствии с измененной силой пульсации сонных артерий в зависимости от возраста, при наличии аритмии, атеросклерозе и гипертензии. В некоторых исследованиях сообщается, что из-за ограничений ультразвуковой системы количественный параметр может не определяться, а только изображаться относительная упругость тканей [16, 17, 18].

Метод эластография «сдвиговой волны» относительно молод, его практическое применение в клинической практике только начинается, поэтому публикации о применении эластографии сдвиговой волны при патологии щитовидной железы немногочисленны [14, 16, 13, 18, 20]. В настоящее время не определены практические рекомендации по клиническому применению эластографии «сдвиговой волны» щитовидной железы, нет четких, единых показателей модуля Юинга для неизменной ткани ЩЖ, доброкачественных и злокачественных узловых образований. Показатели жесткости при злокачественных узловых образованиях колеблются в большом диапазоне. Так, исходя из данных Поморцева А.В. и др., средние показатели модуля Юнга в интервале $13,56 \pm 1,1$ кПа наиболее характерны для неизменной паренхимы ЩЖ, при этом минимальное $7,72 \pm 1,02$ кПа, максимальное – $17,51 \pm 1,79$ кПа. В интервале $43,46 \pm 7,5$ кПа, минимальное – $32,26 \pm 6,5$ кПа, максимальное – $52,26 \pm 7,95$ кПа типичны для доброкачественных узловых образований ЩЖ, эти показатели достоверно исключают злокачественность процесса в железе, а в интервалах $93,13 \pm 20,47$ кПа, минимальное – $85,2 \pm 29,73$ кПа, максимальное – $145,83 \pm 35,1$ кПа, позволяют предполагать РЩЖ. Показатели эластичности, не входящие в вышеуказанные интервалы значений (средние значения – от $50,96$ кПа до $72,66$ кПа; минимальные от $38,76$ кПа до $55,47$ кПа; максимальные – от $60,21$ кПа до $110,73$ кПа) являются переходной зоной, что затрудняет дифференциальную

диагностику пролиферативных изменений очаговых образований ЩЖ при использовании эластографии «сдвиговой волны». Паршин В.С. и др. сообщают, что нормальная ткань ЩЖ имеет следующие показатели жёсткости: медианное значение – 15,60 кПа, минимальное равно 4,72, максимальное значение достигает 34,86 кПа. Жёсткость ткани доброкачественных узлов ЩЖ колебалась в пределах: минимум – 1,11 кПа, максимум – 84,91 кПа, медиана – 20,18 кПа. Жёсткость ткани злокачественных узлов ЩЖ колебалась в пределах: минимум – 13,45 кПа, максимум – 196,14 кПа, медиана – 112,92 кПа. Чувствительность и специфичность методики в дифференциальной диагностике злокачественных и доброкачественных процессов колеблется в пределах 70–95 %. Вышесказанное диктует необходимость определения диагностической ценности эластографии «сдвиговой волны» и разработки принципов количественной оценки ее результатов. Каждый из применяемых в настоящее время диагностических критериев не позволяет получить полную информацию о характере изменений в ЩЖ. О злокачественной природе очаговых образований можно высказаться лишь с большей или меньшей степенью вероятности. Верифицирующим методом очаговых образований щитовидной железы по-прежнему является тонкоигольная аспирационная биопсия с цитологическим исследованием.

В процессе нашей клинической практики и на основании литературных данных при оценке узловых образований ЩЖ, как при компрессионной эластографии, так и при эластографии «сдвиговой волны» мы столкнулись с рядом ограничений: в доброкачественных узловых образованиях с фиброзно-атрофической инволюцией регистрировалось повышение жесткости. Мы не встретили исследований, которые бы оценивали корреляцию между жесткостью тканей и их дегенеративными изменениями. Узловые образования с кальцинатами, будучи слишком жесткими, и коллоидные образования с плотными капсулами невозможно достоверно оценить этим методом, так как эластографический сигнал при этом неоднозначный.

Выводы. Эластография – это современный метод, который может значительно улучшить результаты ультразвуковой диагностики злокачественного перерождения узловых образований ЩЖ. Однако все вышесказанное свидетельствует о необходимости дальнейшего совершенствования методических интерпретаций, уточнению пороговых значений эластографии «сдвиговой волны» в диагностике очаговых поражений ЩЖ.

Список литературы

1. Валдина Е. А. Заболевания щитовидной железы / Е. А. Валдина. – СПб.: Питер, 2001. – С. 53–72.

2. Воронцова Н.А. Соноэластография в диагностике ургентных состояний в гинекологии: канд. мед. наук. – М., 2013. – С. 29-31.
3. Зыкин Б.И., Постнова Н.А., Медведев М.Е. Ультразвуковая эластография (обзор). Медицинский алфавит. Диагностическая радиология и онкотерапия 1-2/2013 г., С. 14-19.
4. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2014 году (заболеваемость и смертность). – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2016. – ил. – 250 с. ISBN 978-5-85502-219-3.
5. Кит О.И., Максимова Н.А., Дурицкий М.Н., Арзамасцева М.А., Ильченко М.Г. Роль ультразвукового исследования на этапах скрининга при проведении дней профилактики онкологических заболеваний молочных желез // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–1; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18134>.
6. Котляров П.М., Харченко В.П., Александров Ю.К., Могунов М.С., Сенча А.Н., Патрунов Ю.Н., Беляев Д.В. Ультразвуковая диагностика заболеваний щитовидной железы. – М.: ВИДАР, 2009. – 239 с.
7. Максимова Н.А., Арзамасцева М.А., Бойко К.П., Гурнак В.В., Ильченко М.Г. Ультразвуковая эластография – новый метод в дифференциальной диагностике новообразований различных локализаций // Оптимизация методов лечения рецидивов и метастазов рака различных локализаций. Сб. РНИОИ под редакцией д.м.н., проф. О.И. Кита. – Ростов-на-Дону: ЗАО «Ростиздат», 2012. – С. 149-153.
8. Максимова Н.А., Ильченко М.Г. Ультразвуковое исследование на этапах скрининга при проведении дней профилактики онкозаболеваний молочных желез в Ростовском научно-исследовательском онкологическом институте // Журн. Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2015. – № 5. – Тезисы 7 съезда Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине. – С. 106.
9. Миронов С. Б. Новые технологии ультразвукового изображения в диагностике узловых образований щитовидной железы / С. Б. Миронов // Сб. мат-лов II региональной конференции молодых ученых им. Академика РАМН Н. В. Васильева «Актуальные вопросы экспериментальной и клинической онкологии». – Томск, 2007. – С. 61.
10. Морозова А. В., Волков Г. П. Ультразвуковая диагностика объемных образований щитовидной железы // Материалы 5-го съезда Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине. – 2007. – Т. 22, № 7. – С. 179–180.
11. Митьков В.В., Митькова М.Д. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2015. – № 2. – С. 94-108.

12. Осипов Л.В. Технологии эластографии в ультразвуковой диагностике. Обзор // Диагностическая радиология и онкотерапия. – 2013. – № 3-4. – С. 5-23.
13. Паршин В.С., Тарасова Г.П., Павлинова Е.С. Эластография сдвиговой волны в дифференциальной диагностике доброкачественной и злокачественной природы узловых образований щитовидной железы // Радиация и риск. – 2014. – Т. 23, № 2. – С. 72-84.
14. Поморцев А.В., Астафьева О.В., Дегтярева Ю.С., Ахрарова О.И. Комплексная ультразвуковая диагностика очаговых образований в щитовидной железе // Кубанский научный медицинский вестник. – 2014. – № 2 (144). – С. 99-105.
15. Руденко О.В., Сафонов Д.В., Рыхтик П.И., Гурбатов С.Н., Романов С.В. Физические основы эластографии. Часть 2. Эластография на сдвиговой волне (лекция) // Радиология-Практика. – 2014. – № 4 (46). – С. 62-71.
16. Сенча А.Н., Могутов М.С., Беляев Д.В., Шмелев Д.М. Соноэластография в диагностике рака щитовидной железы // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2009. – № 4. – С. 99.
17. Ультразвуковая эластография в оценке патологии щитовидной железы [электронный ресурс]. Доступно по: <http://rh.org.ru/news/141-ultrazvukovaya-elasticografiya-otsenke-patologii-shchitovidnoj-zhelezy>. Дата обращения 19.04.2016.
18. 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, vol. 20, pp. 1145-1150.
19. Cosgrove D., Piscaglia F., Bamber J., Bojunga J., Correas J.M., Gilja O.H., Klauser A., Sporea S., Calliada I., Cantisani F.V., D'Onofrio M., Drakonaki E.E., Fink M., Friedrich-Rust M., Fromageau J., Havre R.F., Jenssen C., Ohlinger R., Săftoiu A., Schaefer F., Dietrich C.F. EFSUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Ultrasound Elastography. Part 2: Clinical Applications. Stuttgart-New York: Georg Thieme Verlag KG, 2013. Available at <http://elastografia.ru/upload/iblock/66f/66f89dc0f6693e57cdad15204749b5ad.pdf>.
20. Dighe M., Bae U., Richardson M.L. et al. Differential diagnosis of thyroid nodules with US elastography using carotid artery pulsation // *Radiology*. 2008. V. 248. № 2. P. 662–669.
21. Ferraioli G., Filice C., Castera L. et al. WFUMB Guidelines and Recommendations for Clinical Use of Ultrasound elastography: Part 3: Liver // *ultrasound Med. Biol.* 2015. V. 41/No. 5. P. 1161-1179.
22. 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, vol. 16, pp. 1-43.

23. Lyshchik A., Higashi T., Asato R. et al. Thyroid gland tumor diagnosis at US elastography // *Radiology*. 2005. V. 237. № 1. P. 202–211.

24. Parshin V.S., Yamashita S., Tsyb A.F. *Ultrasound Diagnosis of Thyroid Diseases in Russia*. Obninsk-Nagasaki, 2013. 147 p.

25. Rago T., Santini F., Scutari M. et al. Elastography: new developments in ultrasound for predicting malignancy in thyroid nodules // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2007. V. 92. № 8. P. 2917–2922.

26. Shiina T., Nightingale K.R., Palmeri M.L. et al. WFUMB Guidelines and Recommendations for Basic Principles and Terminology// *Ultrasound Med. Biol.* 2015.V.41.No. 5. P. 1126-1147.