

orthodontic anchorage // Int. j. oral. maxillofac implants. – 2004. – Jan.-Feb. № 19 (1). – P. 100–106.

8. *Freudenthaler J. W., Haas R., Bantleon H. P.* Bicortical titanium screws for critical orthodontic anchorage in the mandible: a preliminary report on clinical applications // Clin. oral. implants res. – 2001. – Aug. № 12 (4). – P. 358–363.

9. *Gedrange T., Bourauel C., Kobel C., Harzer W.* Three-dimensional analysis of endosseous palatal implants and bones after vertical, horizontal, and diagonal force application // Europ. j. orthod. – 2003. – Apr. № 25 (2). – P. 109–115.

10. *Herman R., Currier G., Miyake A.* Mini-implant anchorage for maxillary canine retraction: A pilot study // American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. – 2006. – Vol. 130, Issue 2. – P. 228–235.

11. *Huang L., Shotwell J., Wang H.* Dental implants for orthodontic anchorage // American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. – 2006, – Vol. 127, Issue 6. – P. 713–722.

12. *Thiruvengkatachari B., Pavithranand A., Rajasigamani K., Kyung H. M.* Comparison and measurement of the amount of anchorage loss of the molars with and without the use of implant anchorage during canine retraction // Am j. orthod. dentofacial. orthop. – 2006. – № 129 (4). – P. 551–554.

13. *Saito S.* Endosseus titanium implants as anchors for mesio-distal tooth movement // Amer. j. orthod. – 2000. – Vol. 18. – P. 601–607.

14. *Sung J. H., Kyung H. M., Bae S. M., Park H. S., Kwon O. W., McNamara J. A.* Microimplants in orthodontics // Dentos inc. – 2006.

15. *Thiruvengkatachari B., Pavithranand A., Rajasigamani K., Kyung H. M.* Comparison and measurement of the amount of anchorage loss of the molars with and without the use of implant anchorage during canine retraction // Am. j. orthod. dentofacial. orthop. – 2006. – № 129 (4). – P. 551–554.

Поступила 29.11.2013

А. В. ПОМОРЦЕВ, О. В. АСТАФЬЕВА, Ю. С. ДЕГТЯРЕВА, О. И. АХРАРОВА

КОМПЛЕКСНАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА ОЧАГОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЕ

*Кафедра лучевой диагностики ГБОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ,
Россия, 350063, г. Краснодар, ул. Седина, 4; тел. 89184912554. E-mail: pomor@nm.ru*

Целью данного исследования является оценка роли эластографии сдвиговой волны в рамках комплексного ультразвукового исследования в дифференциальной диагностике очаговых образований щитовидной железы. Обследованы 134 пациента как с различной узловой патологией щитовидной железы до оперативного вмешательства. Данные комплексного ультразвукового исследования с применением цветового доплеровского картирования и методики соноэластографии сдвиговой волны были сопоставимы с результатами морфологического исследования при биопсии щитовидной железы. Мы пришли к выводу, что использование эластографии в рамках комплексного ультразвукового исследования дает ценную информацию о характеристике узла, которая помогает в дифференциальной диагностике рака щитовидной железы.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, цветовое доплеровское картирование, эластография сдвиговой волны, рак щитовидной железы.

A. V. POMORTSEV, O. V. ASTAF'eva, Y. S. DEGTIAREOVA, O. I. ACHRAROVA

COMPLEX OF ULTRASOUND TECHNIQUES IN DIAGNOSIS OF NODULAR THYROID PATHOLOGY

*Department of beam diagnostics of Kuban state medical university,
Russia, 350063, Krasnodar, Sedina, 4; tel. 89184912554. E-mail: pomor@nm.ru*

The objectives of this study is evaluation of the role of elastography of shear wave in addition to color Doppler ultrasound in differential diagnosis of the focal thyroid pathology. For this purpose 134 patients with different nodal pathology of thyroid gland were examined before surgery. The acquired elastography datasets were comparable to the morphological analysis at the thyroid gland biopsy. We've concluded that the elastography of shear wave with color Doppler ultrasound provide a more reliable and valid assessment of the thyroid nodule, than both 2D ultrasound imaging and Color Doppler. This technique can aid in the diagnosis of thyroid cancer more early.

Key words: ultrasound, color Doppler ultrasound, elastography of shear wave, thyroid cancer.

Одной из значимых проблем современной эндокринологии являются очаговые заболевания щитовидной железы. Начиная с 2000-х годов наблюдается неуклонный рост очаговых и диффузных заболеваний щитовидной железы (ЩЖ). При проведении ультразвукового исследования более чем у 20% населения определяют различные узловые образования, и в 3% случаев узел ЩЖ является раком независимо от размера патологи-

ческого очага. Частота встречаемости узловых образований ЩЖ за последние 30 лет увеличилась с 4–9% до 15–22%, а рак щитовидной железы участился более чем в 2 раза [1, 2, 3].

Прогноз при узловых образованиях ЩЖ во многом зависит от ранней диагностики заболевания. Несмотря на существенные достижения лучевой диагностики, ни один из методов медицинской визуализации не

позволяет отличить доброкачественную патологию щитовидной железы от злокачественной [4, 5].

В научных работах, посвященных проблемам патологии щитовидной железы, большое внимание уделяется ультразвуковой диагностике [6, 8, 9].

В основу данного метода положены определение объема щитовидной железы, оценка ее экзогенности и экоструктуры, типов васкуляризации узлов образований. За последние годы опубликован ряд работ, посвященных исследованию щитовидной железы с помощью метода эластографии [7]. Патологически измененные ткани характеризуются увеличением жесткости и снижением способности к деформации. В основе метода эластографии лежит получение количественных и качественных различных эластических свойств (упругости, жесткости и растяжимости) нормальных и патологически измененных тканей. Однако каждый из применяемых в настоящее время диагностических критериев не позволяет получить полную информацию о характере изменений в ЩЖ. Нередко полученные результаты ультразвукового исследования носят противоречивый характер. 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. Все это свидетельствует о необходимости дальнейшего совершенствования существующих и разработки новых информативных методов, применяемых в диагностике очаговых поражений ЩЖ, с последующим определением их места в диагностическом алгоритме.

Цель настоящего исследования – определение информативности критериев ультразвукового исследования для разработки дифференциально-диагностического алгоритма при выявлении очаговых образований ЩЖ.

Материалы и методы исследования

Для определения диагностической значимости и обоснованности предложенного алгоритма комплексной ультразвуковой диагностики заболеваний щитовидной железы было обследовано 134 пациента. Всем пациентам в комплексное обследование было включено ультразвуковое исследование в режиме серой шкалы в сочетании с цветовым доплеровским картированием (ЦДК) и соноэластографией сдвиговой волны. Исследование проводилось на ультразвуковом приборе «Aixplorer» фирмы «Super Sonic Imagine» (Франция) с диапазоном частот линейного датчика 6–12 МГц.

Заключительный диагноз обследованных пациентов подтверждался гистологическим исследованием операционного материала.

В зависимости от исхода заболевания, а также степени выраженности пролиферативных процессов все пациенты были ретроспективно дифференцированы на 3 клинические группы (анализ историй болезни осуществлен по результатам обращений в ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2» министерства здравоохранения Краснодарского края, в том числе здоровых лиц):

1-я группа I (n=45) – контрольная группа пациентов. При УЗИ, по данным клинических и лабораторных исследований патологии выявлено не было.

2-я группа II (n=44) – пациенты, у которых определялись одиночные очаговые образования, гистологи-

чески трактуемые как фолликулярные аденомы без признаков атипии.

3-я группа III (n=45) – 40 пациентов с верифицированным диагнозом папиллярного рака щитовидной железы и 5 – с диагнозом фолликулярного рака.

На этапе клинического дооперационного обследования пациентам 2-й и 3-й клинических групп проводилась тонкоигольная аспирационная биопсия под контролем УЗИ (ТАПБ) с цитологическим исследованием, в последующем морфологическое исследование операционного материала.

На первом этапе проводилась оценка изображения ЩЖ в режиме серой шкалы. Применяли общепринятую методику измерения объема долей ЩЖ и размеров очагового образования.

Цветовое доплеровское картирование (ЦДК) проводилось всем пациентам для подтверждения или исключения сосудистого генеза сомнительных анэхогенных и гипозоногенных образований, а также для определения характера и степени васкуляризации патологического очага и для изучения особенностей локализации и количества кровеносных сосудов. С учетом малого диаметра исследуемых сосудов в данном случае коррекция угла инсонации не проводилась. Для улучшения качества визуализации размеры «зоны опроса» устанавливали тем меньше, чем более мелкий сосуд необходимо было исследовать, при этом использовалось максимальное увеличение для серошкального изображения. Яркость устанавливали на максимально возможный уровень, при котором отсутствовали помехи в виде пятен сплошного окрашивания от движения тканей.

При анализе результатов в зависимости от степени выделяли гипер-, гипо-, аваскулярные, а также образования с умеренной степенью васкуляризации; в зависимости от характера – пери-, интранодулярный и смешанный типы кровотока. Спектральная доплерография позволяла определить принадлежность исследуемого сосуда к конкретному типу сосудистого русла с одновременной регистрацией скоростных показателей. Проводили оценку степени и характера васкуляризации ткани щитовидной железы и патологических очагов; наличие, локализацию и количество цветовых сигналов, соответствующих кровеносным сосудам («цветовых локусов»). Завершающим этапом исследования являлась импульсно-волновая доплерометрия выявленных сосудов, во время которой определялся тип кровотока (артериальный или венозный).

На заключительном этапе в рамках комплексного исследования ЩЖ проводилось УЗИ в режиме сдвиговой эластографии (СЭГ). В зависимости от степени жесткости и эластичности наиболее подозрительного участка очагового образования ЩЖ эластографические изображения классифицировались по 3 типам цветового окрашивания и соответствующего им диапазона значений модуля Юнга следующим образом:

1-й тип – равномерное окрашивание в синий цвет (низкие значения модуля Юнга), характерно для неизмененной паренхимы щитовидной железы и окружающих тканей.

2-й тип – мозаичная структура с преобладанием участков синего цвета и нескольких более плотных участков зеленого цвета (средние значения модуля Юнга).

3-й тип – мозаичная структура с участками красного цвета (высокие значения модуля Юнга).

С использованием одного из уравнений модуля Юнга (МЮ) ($E=3c^2$, где c – скорость сдвиговой волны) проводили количественную эластометрию.

В дальнейшем все ультразвуковые признаки очагового поражения ЩЖ были математически обработаны (с учетом клинических групп пациентов), и методом факторного дискриминантного анализа определялась информационная значимость различных параметров.

Статистический анализ полученных данных проводился с использованием пакета анализа «Microsoft Excel 2000». Во всех случаях определялись среднее арифметическое, средняя ошибка, тест на равенство дисперсий выборок. Достоверность различий оценивалась с применением параметрического t -критерия Стьюдента.

Результаты исследования

При стандартном ультразвуковом исследовании в контрольной группе пациентов (группа I) патологических изменений в структуре щитовидной железы не выявлено; отсутствуют зоны патологического кровотока в режиме ЦДК (табл. 2). При исследовании в режиме СЭГ среднее значение жесткости (модуля Юнга) неизменной паренхимы ЩЖ составляло $12,65 \pm 5,45$ кПа (табл. 1). Во всех случаях наблюдался первый тип окрашивания эластограмм (рис. 1).

Во II клинической группе (солитарные фолликулярные аденомы без признаков атипии) в структуре ЩЖ в стандартном В-режиме определялись овальные либо округлые образования различных размеров, эхогенности и структуры, с четкими, ровными контурами. Визуализировать тонкую соединительно-тканную гиперэхогенную капсулу удавалось лишь в 69% случаев. В 84,8% случаев просматривался тонкий гипозоногенный ободок (в т. ч. вокруг капсулы) – «хало», соответствующий в режиме ЦДК сосудистому перинодулярному кольцу, периферический тип кровотока. Отличительной чертой аденомы в 7 случаях (15,9%) являлась выраженная гиперваскуляризация, создающая эффект

«горящего» узла при исследовании в режиме ЦДК – смешанный тип кровотока. В режиме серой шкалы данный узел представлялся гипозоногенным образованием однородной структуры, преимущественно с четкими, ровными контурами.

При исследовании в режиме СЭГ пациентов II клинической группы у 33 (74%) больных определялся второй тип окрашивания эластограмм (рис. 2), при этом среднее значение модуля Юнга составляло $42,64 \pm 18,65$ кПа. У 11 (26%) пациентов определялся первый тип окрашивания, при котором эластографические показатели жесткости в очаговых образованиях не превышали 29 кПа.

В III клинической группе (гистологически верифицированный папиллярный и медуллярные раки ЩЖ) картина очаговых изменений ЩЖ в В-режиме отличалась гетерогенностью эхографической картины и была представлена 4 различными УЗ-вариантами.

1. «Классический» вариант (23 (51%) наблюдения) – гипозоногенное образование с нечетким, неровным контуром, в 18 (78,3%) случаях с наличием единичных микрокальцинатов.

2. «Изоэхогенный» вариант (12 (26,6%) наблюдений) – представлен изоэхогенным образованием с множественными микрокальцинатами.

3. «Псевдокистозный» вариант (3 (6,7%) наблюдения) – представлен крупной многокамерной кистой с множественными утолщенными перегородками.

4. «Псевдоаденоматозный» вариант (5 (11,1%) наблюдений) – в режиме серой шкалы соответствовал атипическим аденомам.

В режиме ЦДК злокачественные узлы характеризовались интранодулярным типом кровотока в 28 (62,2%) случаях, реже смешанным и перинодулярным типами (30% и 7,8% соответственно); при этом интенсивность кровоснабжения образования не всегда зависела от его размеров. Во всех случаях имела место патологическая ангиоархитектоника. При исследовании в режи-

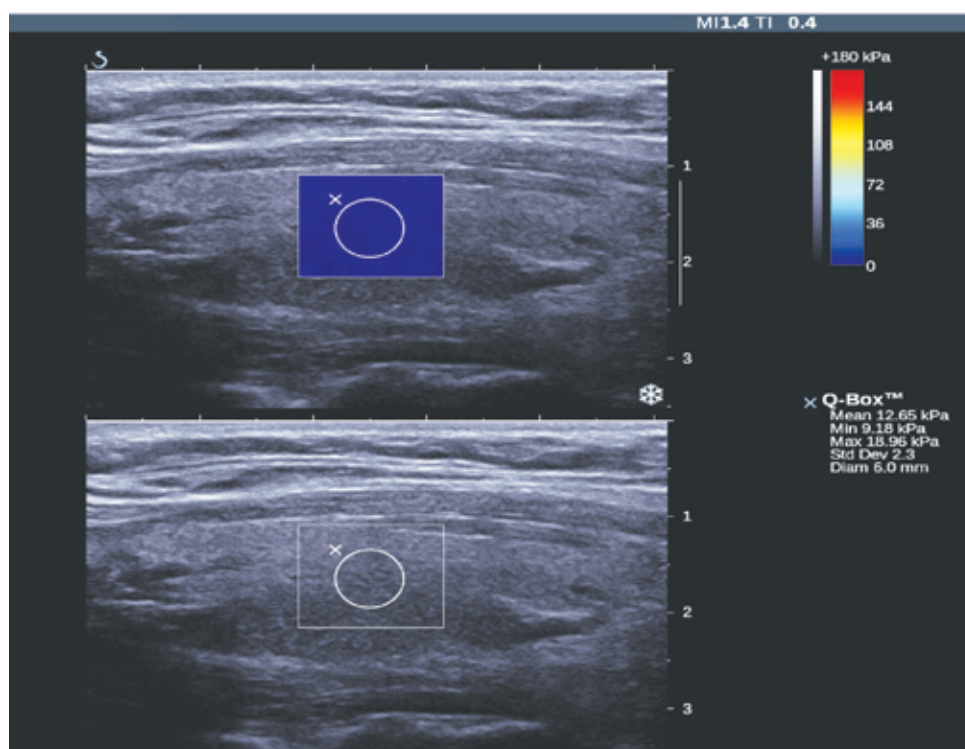


Рис. 1. Эластограмма неизменной щитовидной железы, модуль Юнга – 12,65 кПа

**Показатели СЭГ щитовидной железы в клинических группах
обследованных и их достоверность**

Клинические группы	Модуль Юнга (кПа)	Достоверность
I	13,56±1,1	p <0,05
II	43,46±7,5	p<0,01
III	93,13±20,47	p<0,01

Таблица 2

**Показатели ЦДК при исследовании очаговых образований
в щитовидной железе по клиническим группам**

Тип кровотока в узлах	Клинические группы					
	I группа, n=45		II группа, n=44		III группа, n=45	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Отсутствие «цветовых локусов»	45	100	20	45,5	2	4,4
Периферический тип васкуляризации	0	0	15	34	5	11,1
Центральный тип васкуляризации	0	0	5	11,4	15	33,4
Смешанный тип васкуляризации	0	0	4	9,1	23	51,1

ме СЭГ среднее значение жесткости в структуре наиболее подозрительных участков составило 196,45±24,23 (табл. 1). На эластограммах превалировал третий тип окрашивания – в 38 (84%) наблюдениях (рис. 3); в остальных случаях наблюдалось окрашивание по второму типу – 7 (16%) случаев.

Обсуждение результатов исследования

Для оценки информативности ультразвуковых маркеров узловых образований и разработки на этой основе диагностического алгоритма был использован дискриминантный анализ, суть которого состоит в следующем. Все ультразвуковые параметры оцениваются по их вкладу в разделение пациентов на 3 группы, отличающиеся степенью выраженности пролиферативных изменений. Затем из всей группы признаков выделяются наиболее информативные, и на их основе строится алгоритм.

Математически построение алгоритма заключается в создании дискриминантной функции вида:

$$S_1 = X_1 \times a_1 + X_2 \times a_2 + \dots + X_n \times a_n + \text{const},$$

где X_1, X_2, \dots, X_n – значения признаков,
 a_1, a_2, \dots, a_n – коэффициенты при соответствующих значениях признаков; const – константа.

Дискриминантному анализу были подвергнуты ультразвуковые признаки узловых образований щитовидной железы, выявляемые при исследовании в режиме серой шкалы, при доплерографическом ис-

следовании, эластографии сдвиговой волны, а также ТАПБ (табл. 2).

В процессе математической обработки результатов эхографии было установлено, что такой традиционно описываемый признак, как объём ЩЖ и размеры узлового образования имеет крайне низкую диагностическую точность – 45% и не является значимым параметром для дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных образований ЩЖ. Существование этих признаков указывает лишь на наличие патологии щитовидной железы, что объясняет низкий информационный вклад этих признаков в процесс формирования диагноза.

Наиболее специфичным (93%) признаком рака ЩЖ следует признать наличие кальцинатов в очаговых образованиях, что согласуется с данными литературы, но низкая чувствительность признака (36%) существенно снижает его диагностическую ценность.

Нечеткий наружный контур очаговых образований имеет чувствительность 68,5% при специфичности 94,8%. Эти средние значения для данного маркера мы объяснили определенной субъективностью в его определении.

Гипоэхогенный ободок «хало» по периферии очаговых образований в диагностике РЩЖ показал 72%-ную чувствительность, при 88%-ной специфичности. Совпадение этого признака с гистологически верифицированным раком ЩЖ было отмечено у 78,6% пациентов, что свидетельствует о наличии зоны роста с высокой пролиферативной активностью клеток в ободке «хало». Наличие анэхогенных зон в очаговых образованиях вы-

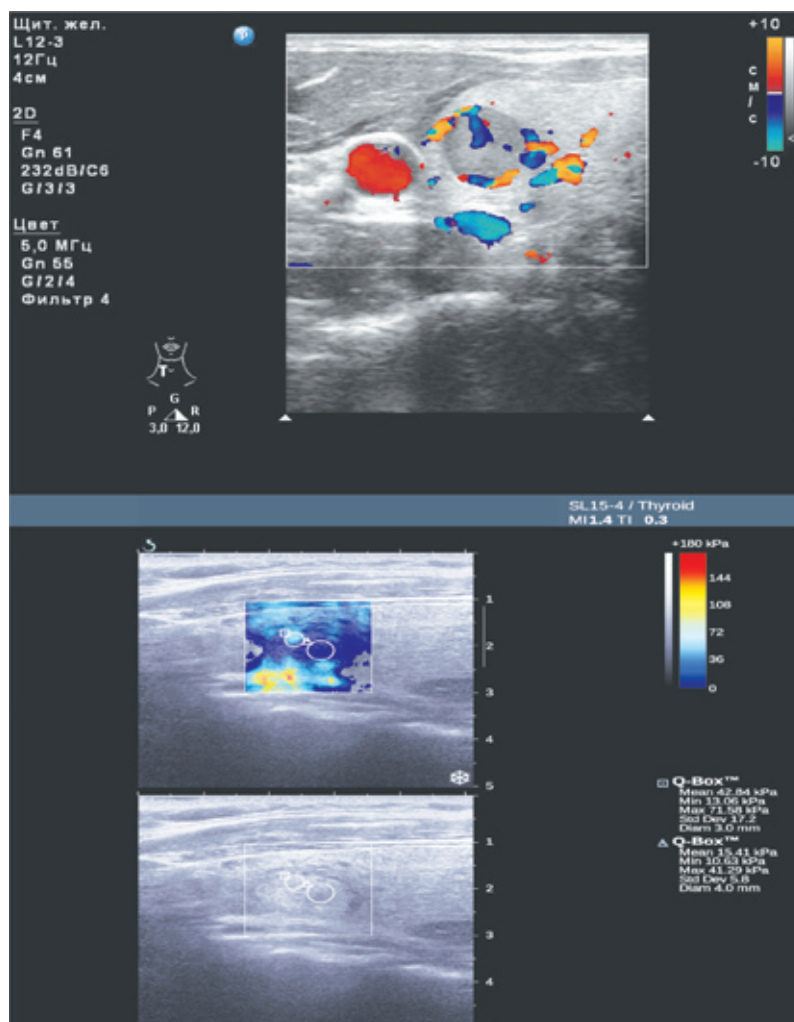


Рис. 2. Фолликулярная аденома в режиме ЦДК и СЭГ

являло РЩЖ со специфичностью уже 79%, но при чувствительности 42%.

Таким образом, при математической обработке материала не было выявлено ключевых УЗ-признаков, позволяющих достаточно достоверно дифференцировать доброкачественные и злокачественные очаговые образования в ЩЖ. Большинство «патогномоничных» характеристик позволяет лишь заподозрить злокачественный характер очага, что совпадает с данными других исследователей [1, 3].

Математический анализ показателей ЦДК показал увеличение риска злокачественности при наличии центрального и смешанного типов кровотока в образовании (табл. 2). Так, при аваскулярных очагах рак щитовидной железы встретился только в 2 (4,4%) наблюдениях; при периферическом характере кровотока в очагах РЩЖ встретился только у 5 (11,1%) пациентов. Данные доплерометрии в ряде случаев не могут быть определяющими в диагностике рака щитовидной железы, однако в комплексном применении со стандартным УЗИ значительно повышают диагностическую точность метода.

При анализе показателей эластометрии ЩЖ отмечено повышение от I к III в клинических группах, причем между 1-й и 3-й группами данные показатели были достоверными ($p \leq 0,05$).

Высокие цифровые значения критерия Юнга указывают на значительное изменение структуры тканей. Установлено, что средние показатели критерия Юнга

$42,64 \pm 18,65$ кПа типичны для доброкачественных узловых образований ЩЖ. Соответствующие им синие и зеленые оттенки цветового паттерна требуют уточнения характера пролиферативных изменений, однако характерны для узловых образований доброкачественного характера (рис. 2).

Появление в цветовом паттерне эластограммы оттенков красного позволяет диагностировать активно пролиферирующие процессы в ЩЖ независимо от размеров узла (рис. 3). При этом соответствующие им средние показатели критерия Юнга наиболее подозрительных участков очаговых образований ЩЖ соответствуют $196,45 \pm 24,23$ кПа.

Показатели эластичности очагового образования ЩЖ, не входящие в вышеуказанные интервалы значений, являются переходной зоной, что в некоторых случаях затрудняет дифференциальную диагностику пролиферативных изменений очаговых образований ЩЖ при использовании ЭСВ. Это требует от врача детального, углубленного анализа эластограммы в совокупности с другими ультразвуковыми и доплерографическими признаками, а также может послужить показанием для уточнения диагноза инвазивными методиками (ТАПБ). Обнаружение в очаговых образованиях локальных зон со средними значениями жесткости более 40 кПа (средние значения критерия Юнга) является показанием к повторным пункциям и динамическому наблюдению не реже 2 раз в год.

Чувствительность и специфичность ультразвукового исследования и ТАПБ в диагностике рака щитовидной железы

Вид исследования	Чувствительность	Специфичность	Прогностическая ценность положительного теста	Прогностическая ценность отрицательного теста	Диагностическая точность
Объем ЩЖ	66%	93%	95%	94,5%	45%
Контуры (неровность, размытость)	68,5%	94,8%	80,0%	99,2%	75%
Ободок «хало»	72%	88%	80,9%	99%	77%
Анэхогенные зоны в очагах	42%	79%	77,6 %	82,4%	78%
Наличие кальцинатов	36%	93%	70%	65,9%	76%
Особенности васкуляризации очаговых образований (ЦДК)	73,5%	97,9%	95,1%	87,1%	71%
Количественные данные СЭГ (модуль Юнга)	97,1 %	93,1%	80,9%	99,0%	92,4%
ТАПБ	97,1 %	93,1%	80,9%	99,1%	94,6%

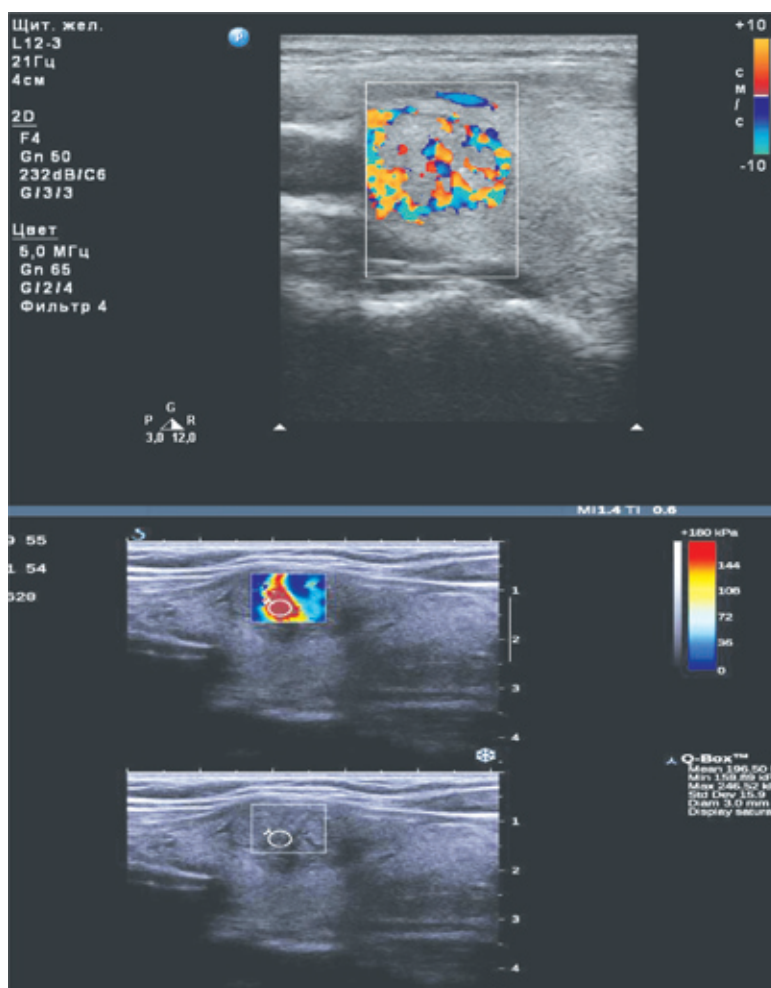


Рис. 3. Папиллярный рак щитовидной железы в режиме ЦДК и СЭГ. Модуль Юнга некоторых участков превышает 240 кПа

С учетом данных «информационных весов» различных ультразвуковых параметров был разработан диагностический алгоритм (рис. 4) ведения пациентов с различными очаговыми образованиями ЩЖ, в котором независимо от размеров образования при наличии 2 и более признаков: нечеткие контуры; неровные контуры; средние значения Юнга более 40 кПа – «центральный или смешанный» тип васкуляризации относятся пациента к группе высокого риска по наличию рака щитовидной железы.

Таким образом, диагностика очаговой патологии щитовидной железы в В-режиме не отличается строгой специфичностью и наличием патогномоничных признаков. Использование ЦДК при узловой патологии щитовидной железы расширяет диагностические возможности врача УЗД, однако, как и В-метод, не способствует однозначному и быстрому определению характера патологического процесса. Высокая диагностическая ценность ЭСВ в дифференциальной диагностике рака щитовидной железы не зависит от особенностей ультразвукового строения очагового образования в В-режиме и с высокой степенью вероятности может свидетельствовать о злокачественности очагового образования. Проведение ЭСВ является ключевым этапом в комплексном ультразвуковом исследовании очагового поражения щитовидной железы и способствует более рациональному определению зон для прицельной ТАПБ. Только комплексное ультразвуковое исследование очаговых образований щитовидной железы с учетом информационной значимости параметров позволяет оптимизировать тактику ведения данных пациентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валдина Е. А. Заболевания щитовидной железы. – СПб: Питер, 2001. – 180 с.
2. Кузнецов Н. С., Бронштейн М. Э. Многоузловой зоб и рак щитовидной железы // Современные аспекты хирургической эндокринологии. – 1998. – Т. 15. № 9. – С. 126–127.
3. Миронов С. Б. Новые технологии ультразвукового изображения в диагностике узловых образований щитовидной железы // Сборник материалов II региональной конференции молодых ученых им. академика РАМН Н. В. Васильева «Актуальные вопросы экспериментальной и клинической онкологии». – 2007. – Т. 13. № 9. – С. 61–62.
4. 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.
5. Пачек А. И., Пропп Р. Н. Рак щитовидной железы. – М., 1995. – 225 с.
6. Подвязников С. О. Рак щитовидной железы. Клиника, диагностика, лечение // Современная онкология. – 1999. – Т. 1. № 2. – С. 50–54.
7. Сенча А. Н., Мозутов М. С., Сергеева Е. Д. Соноэластография и новейшие технологии ультразвукового исследования в диагностике рака щитовидной железы. – М.: издательский дом «Видар», 2010. – 60 с.
8. Чубарова Н. В. Ультразвуковая томография в диагностике заболеваний щитовидной железы // Вопросы онкологии. – 1989. – Т. 4. № 8. – С. 92–95.
9. Holden A. The role of color and duplex doppler ultrasound in the assessment of thyroid nodules // Australas radiol. – 1995. – V. 39–4. – P. 343–349.

Поступила 03.03.2014

Н. К. РУДЬ, А. М. САМПИЕВ

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ УГЛЕКИСЛОТНЫХ ЭКСТРАКТОВ ИЗ СЕМЯН ЧЕРНУШКИ ПОСЕВНОЙ

*Кафедра фармации ГБОУ ВПО КубГМУ Минздрава России,
Россия, 350063, г. Краснодар, ул. Седина, 4;
тел. 268-44-39. E-mail: farmdep@mail.ru*

В работе представлены результаты исследования минерального состава сверхкритических углекислотных экстрактов № 1, № 2 и № 3 из семян чернушки посевной методом капиллярного электрофореза. Согласно проведенным исследованиям установлено, что во всех углекислотных экстрактах было идентифицировано 8 минеральных веществ (калий, натрий, магний, кальций, медь, цинк, железо и марганец). Максимальное содержание макроэлементов наблюдалось в экстракте № 2 (2966±78 мг/кг). Что касается микроэлементов, то доминирующее их количество было сосредоточено в экстракте № 3 (27,3±0,82 мг/кг). При изучении количественного содержания отдельных элементов установлено, что в экстракте № 2 в преобладающем количестве были обнаружены калий, магний и кальций. Высокое содержание натрия, цинка и меди было отмечено в экстракте № 3. Экстракт № 1 отличался от экстрактов № 2 и № 3 максимальным содержанием железа и марганца. Таким образом, результаты изучения сверхкритических углекислотных экстрактов из семян чернушки посевной в отношении макро- и микроэлементов свидетельствуют о степени их обогащенности важнейшими сочетаниями минеральных веществ.

Ключевые слова: CO₂-экстракт, чернушка посевная, минеральные вещества.

N. K. RUD, A. M. SAMPIEV

**MINERAL COMPOSITION SUPERCRITICAL CARBON DIOXIDE SEED
EXTRACT RINGLETS SEEDING**

*Department of pharmacy kuban state medical university,
Russia, 350063, Krasnodar, Sedin str., 4; tel. 268-44-39. E-mail: farmdep@mail.ru*