

## ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2023.5.CLIN.2>

## REVIEW ARTICLE

УДК 629.782.519.711

## МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УЗЛОВ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ РИСКА ЗЛОКАЧЕСТВЕННОСТИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

**В.А. Соловов, О.Н. Аблекова**

Самарский областной клинический онкологический диспансер, ул. Солнечная, д. 50, Самара, Россия, 443031

**Резюме.** Ультразвуковое исследование (УЗИ) широко используется для диагностики заболеваний щитовидной железы. Основными достоинствами метода являются низкая стоимость, отсутствие ионизирующего облучения, высокая чувствительность и возможность проведения инвазивных вмешательств под ультразвуковой навигацией. При этом отмечаются существенные недостатки ультразвукового исследования, такие как низкая специфичность и значительная зависимость от опыта врача. Для повышения специфичности и нивелирования влияния опыта оператора в последнее десятилетие были разработаны новые методики ультразвукового исследования, такие как УЗ-эластография и УЗИ с контрастным усилением. Вместе с серо-шкальным УЗИ они являются неотъемлемой частью мультипараметрического ультразвукового исследования. В обзоре представлены актуальные литературные данные о диагностической эффективности мультипараметрического УЗИ узлов щитовидной железы, особое внимание уделено стратификации рисков злокачественных образований.

**Ключевые слова:** мультипараметрическое УЗИ, узлы щитовидной железы, эластография, УЗИ с контрастным усилением.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Соловов В.А., Аблекова О.Н. Мультипараметрическое ультразвуковое исследование узлов щитовидной железы: определение риска злокачественности (обзор литературы). *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2023;13(5):51–55. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2023.5.CLIN.2>

## MULTIPARAMETRIC ULTRASOUND IN THYROID NODULES EVALUATION: RISK-STRATIFICATION (REVIEW OF LITERATURE)

**V.A. Solovov, O.N. Ablekova**

Samara Regional Clinical Oncology Center, 50 Solnechnaya str., Samara, 443031, Russia

**Abstract.** Ultrasound (US) is the first imaging modality for thyroid parenchyma evaluation. In the last decades, the role of ultrasound has been improved with the introduction of new US software, such as contrast-enhanced ultrasound and US-elastography. US-elastography is nowadays recognized as an essential part of the multiparametric ultrasound examination. More controversial is the role of contrast-enhanced ultrasound in thyroid evaluation, due to its high variability in sensitivity and specificity. We have therefore drawn up an updated representation of the current evidence in the literature for thyroid nodule multiparametric ultrasound evaluation with particular regard to US-elastography and contrast-enhanced ultrasound.

**Key words:** multiparametric ultrasound, thyroid nodules, US-elastography, CEUS.

**Competing interests.** The authors declare no competing interests.

**Funding.** This research received no external funding.

**Cite as:** Solovov V.A., Ablekova O.N. Multiparametric ultrasound in thyroid nodules evaluation: risk-stratification (review of literature). *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2023;13(5):51–55. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2023.5.CLIN.2>

## Введение

Ультразвуковое исследование (УЗИ) в настоящее время является основным методом диагностики заболеваний щитовидной железы, при этом узлы щитовидной железы обычно выявляются случайно с распространённостью 19–68 % [1, 2].

Несмотря на то, что УЗИ представляет собой высокочувствительный метод обнаружения узлов щитовидной железы, оно имеет относительно низкую специфичность и диагностическую точность при дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных новообразований. Фактически, при выявлении в узле признаков рака щитовидной железы (РЩЖ), таких как микрокальцификаты, гипоехогенность, вертикально ориентированная форма и неровные или бугристые контуры, существует корреляция со злокачественными новообразованиями, но без высокой прогностической ценности [3, 4].

Поэтому, когда у пациента при УЗИ выявляются узловые образования с признаками РЩЖ, рекомендуется проведение тонкоигльной аспирационной биопсии (ТАПБ). При этом существенно увеличивается количество необходимых цитологических исследований. Однако, учитывая распространённость узловых образований, практически нереально провести биопсию каждого узла щитовидной железы [5–7].

В последние годы в клиническую практику были внедрены новые ультразвуковые технологии, такие как исследование с контрастным усилением и ультразвуковая эластография, для повышения точности выявления злокачественных новообразований [8].

Более того, ультразвуковая эластография становится перспективным инструментом дифференциальной диагностики злокачественных узлов щитовидной железы в сравнении с серо-шкальным УЗИ [3, 9]. Плотная консистенция узла связана с высоким риском РЩЖ [10].

Следует отметить, что роль ультразвука не ограничивается дифференциальной диагностикой узловых образований, он также оценивает экстратиреоидное распространение и выявление лимфоаденопатии шеи [11]. Кроме того, УЗИ используется для навигации при интервенционных процедурах [12].

**Цель исследования** – оценить диагностическую эффективность мультипараметрического УЗИ в определении злокачественных узлов щитовидной железы.

## Материалы и методы

Поиск литературы был проведён в двух международных базах данных – PubMed и MEDLINE, а также в двух российских базах данных – eLibrary, CyberLeninka с использованием следующих ключевых слов для поиска: мультипараметрическое УЗИ, УЗИ-эластография, УЗИ с контрастным усилением узловых образований щитовидной железы.

**Серо-шкальное УЗИ.** Ультразвуковое исследование – это наиболее распространённый метод визуализации патологии щитовидной железы благодаря своей широкой доступности и высокой информативности при диагностике злокачественных новообразований [13].

В большинстве развитых стран в руководствах по ультразвуковой диагностике для стратификации риска злокачественного новообразования рекомендуется применять диагностические критерии системы TIRADS (Thyroid Imaging Reporting and Data Systems) как инструмента для единообразной отчетности [3, 9, 14, 15].

Термины TIRADS основаны на оценке узлов щитовидной железы: внутренней структуры (солидная, кистозная, смешанная), эхогенности (гипер-, изо-, гипоехогенная, выражено гипоехогенная), контуров (ровные, бугристые, звездчатые), наличия кальцификатов (микро-, макрокальцификаты), вертикально ориентированной формы [16].

Система TIRADS является общепризнанным универсальным инструментом, позволяющим с большой точностью выявлять РЩЖ, идентифицировать доброкачественные узлы, которые не требуют пункционной аспирационной биопсии [17, 18]. По мнению большинства исследователей, система TIRADS имеет хорошую чувствительность и специфичность (79 % и 71 % соответственно) при диагностике РЩЖ [19–21].

**Цветовой доплер.** Ряд исследований показал низкую диагностическую точность цветового доплеровского ультразвукового исследования для диагностики рака щитовидной железы [22]. Фактически Cantisani и соавт. ретроспективно продемонстрировали высокую частоту доброкачественности (около 56,7 %) в серии из 1090 узлов щитовидной железы с пери- и внутриузловой васкуляризацией при цветовом доплеровском картировании (ЦДК) [22]. Как следствие этого – цветовой доплер не был включён в качестве параметра TIRADS [3, 9].

**Тонкоигльная аспирационная пункционная биопсия.** Поскольку УЗИ не обеспечивает достаточной точности для диагностики злокачественных новообразований щитовидной железы, ТАПБ является минимально инвазивным методом диагностики рака щитовидной железы [23]. При этом ТАПБ также имеет ограничения, связанные с размером узла, с возможным отсутствием информативных результатов цитологической диагностики или связанные с трудностями различия фолликулярных аденом и карцином. Вместе с тем в цитологически неопределённом узле, в котором «микрофолликулярные архитектурные паттерны» могут быть обнаружены не только в неопухлевых поражениях, таких как аденоматозная гиперплазия, но и при доброкачественных поражениях, таких как фолликулярная аденома, или при злокачественных новообразованиях, таких как фолликулярная карцинома, присутствует необходимость разработки дополнительных, менее инвазивных методов [23].

На сегодняшний день ТАПБ обычно выполняется при выявлении узлов более 10 мм с подозрительными УЗ-признаками рака или с неопределёнными признаками размером более 15 мм [10]. ТАПБ является «золотым стандартом» диагностики рака щитовидной железы из-за его высокой специфичности (60–98 %) и чувствительности (54–90 %) [5]. ТАПБ выполняют под ультразвуковой навигацией иглами калибрами 22–23G [24]. В большинстве случаев не отмечается побочных эффектов после проведения ТАПБ, однако могут возникнуть редкие осложнения, такие как боль и кровотечение [25].

**Эластография.** TIRADS основан на серо-шкальном ультразвуковом сканировании, при этом следует учитывать тот факт, что нет ни одного параметра ультразвукового серо-шкального сканирования, достаточно чувствительного или специфичного для диагностики злокачественных новообразований.

Для преодоления вышеупомянутых ограничений была предложена эластография в качестве дополнительного метода диагностики злокачественных новообразований [5, 26].

В последние годы Всемирная федерация ультразвука в медицине и биологии и Европейская федерация ультразвука в медицине предложили клинические рекомендации применения компрессионной эластографии и количественной эластографии сдвиговой волны для диагностики рака щитовидной железы [27].

Эластография повышает чувствительность и специфичность УЗИ, а также позволяет избежать ненужные инвазивные вмешательства [28]. При этом, по мнению ряда авторов, компрессионная эластография является более точной, чем эластография сдвиговой волны [10].

При проведении компрессионной эластографии датчик устанавливают перпендикулярно в поперечном и продольном сканировании, а затем выполняют периодические произвольные циклы сжатия. Как следствие, узел и паренхима щитовидной железы окрашиваются соответственно их жёсткости. На этих полихроматических картах (или эластограммах) подозрительные на рак жёсткие узлы отображаются красным или синим цветом, в то время как мягкие доброкачественные узлы представлены оттенками зелёного.

Эластография сдвиговой волны может быть получена несколькими способами. Наиболее широко используемый метод заключается в наложении двух областей интереса: первая – в пределах узла, вторая помещается в соседнюю здоровую паренхиму. Эксперты предлагают выбирать области интереса аналогичного размера и на одинаковой глубине. Значения коэффициента деформации автоматически рассчитываются УЗИ-сканером. При проведении эластографии сдвиговой волны датчик размещают перпендикулярно к патологическому образованию, используя мягкое и контролируемое давление для вертикального сжатия; затем позиционируется область интереса внутри поражения. Оборудование, в зависимости от конкретной используемой технологии, обеспечивает количественную оценку, которая рассчитывается в кПа или м/с [29].

В двух крупных метаанализах (37 исследований, 7203 узла щитовидной железы) было показано, что эластография сдвиговой волны имеет чувствительность 68–77 % и специфичность 76–85 %. Учёные сделали заключение, что эластография сдвиговой волны может повысить точность диагностики злокачественных узлов щитовидной железы [30, 31].

Проведено исследование, в котором сравниваются два эластосонографических метода. Были проанализированы 22 рандомизированных контролируемых исследования с 2661 узлом щитовидной железы (2063 доброкачественных и 598 злокачественных). Метаанализ показал, что компрессионная

эластография достигает 84 % чувствительности и 90 % специфичности, тогда как эластография сдвиговой волны – 79 % и 87% соответственно. Авторы пришли к выводу, что чувствительность компрессионной эластографии превосходит чувствительность эластографии сдвиговой волны (0,84 против 0,79 соответственно), но со сравнимыми значениями специфичности [32].

Как показывают вышеупомянутые метаанализы и рекомендации Европейской федерации ультразвука в медицине и биологии, эластографические методы являются многообещающими диагностическими инструментами для дифференциальной диагностики злокачественных узлов щитовидной железы.

**УЗИ с контрастным усилением (КУУЗИ).** На сегодняшний день нет единых количественных или качественных стандартов и критериев для УЗИ с контрастным усилением, при этом, по мнению ряда авторов, данная методика кажется достаточно чувствительной и специфичной для диагностики злокачественных новообразований щитовидной железы [33–35].

В опубликованных в последнее время метаанализах (47 оригинальных статей, 5257 узлов щитовидной железы, из них 2521 злокачественный) была оценена эффективность УЗИ с контрастным усилением с помощью введения контрастного вещества Sonovue. Исследователи выявили, что КУУЗИ имеет высокую чувствительность около 85 % и специфичность 82 % [33, 34]. При этом авторы отмечают, что на сегодняшний день нет консенсуса относительно способности КУУЗИ улучшать диагностическую точность УЗИ [36].

Фактически в рекомендациях Европейской федерации ультразвука в медицине и биологии говорится, что КУУЗИ не может быть рекомендовано для рутинного клинического использования при оценке узлов щитовидной железы [8].

Несмотря на то, что ТАПБ является «золотым» стандартом классификации узлов щитовидной железы, нередко случаи неинформативности цитологических результатов. Неопределённый результат представляет собой «серую» диагностическую зону, которая встречается в 5–20 % цитологических отчётов с наличием клеточной атипии неопределённой значимости. Как следствие, значительное количество пациентов получают ненужные операции на щитовидной железе, более для диагностических, чем для терапевтических целей, что приводит к увеличению клинических рисков, затрат и определённому уровню осложнений. Следовательно, необходимы улучшение и разработка неинвазивных методов диагностики узлов.

Категория узлов TIRADS 3 широко обсуждается, учитывая то, что менее чем в 30 % узлов будет диагностирован ПЩЖ при гистологическом исследовании. В частности, менее чем 10 % оказываются злокачественными в узлах TIRADS 3A и 15–30 % – в узлах TIRADS 3B. Учитывая это, узлы TIRADS 3A обычно являются кандидатами для консервативного подхода (последующее ультразвуковое наблюдение и повторение ТАПБ с морфологической верификацией), в то время как рекомендованное лечение узлов TIRADS 3B – это хирургическое вмешательство.

Мультипараметрическое ультразвуковое исследование обеспечивает дополнительную информацию для определения риска злокачественных новообразований и снижает потребность в хирургическом вмешательстве при доброкачественных узлах. По мнению ряда исследователей, компрессионная эластография показала существенную корреляцию между значениями коэффициента деформации более 2,05 и риском злокачественных новообразований с чувствительностью 87,5 % и специфичностью 92 % при оценке узлов щитовидной железы с неопределённой цитологией [37]. Напротив, Bardet и соавт. пришли к выводу, что пороговые значения компрессионной эластографии не могут улучшить дифференциацию доброкачественных и злокачественных узлов щитовидной железы с неопределённым результатом цитологии [16].

### Заключение

В заключение следует отметить, что многие исследования уже продемонстрировали высокую диагностическую эффективность эластографии при характеристике узлов щитовидной железы, отмечаются такие преимущества, как низкая стоимость и оперативность метода, возможность использовать тоже ультразвуковое оборудова-

ние. Эти результаты легко воспроизводятся, что даёт низкую вариабельность между наблюдениями, они безопасны, потому что нет необходимости в контрастном усилении. Вероятно, это станет основным методом в ближайшем будущем; однако в настоящее время научных данных всё ещё недостаточно. Применение КУУЗИ имеет ограничения, такие как использование контрастного вещества и более высокая стоимость, а также более длительное время осмотра, поэтому применение данного метода в повседневной клинической практике в настоящее время не рекомендуется.

При этом некоторые вопросы остаются открытыми. Какой метод эластографии наиболее точный? Насколько воспроизводима УЗ-эластография? Каков потенциал эластографии при оценке неverified узлов щитовидной железы? В какой степени хронический тиреоидит влияет на жёсткость щитовидной железы? Может ли эластография уменьшить ненужные ТАПБ и последующее лечение?

В настоящее время проводятся широкомасштабные многоцентровые исследования и разрабатываются оптимизированные ультразвуковые протоколы для повышения точности диагностики злокачественных узлов щитовидной железы.

### Литература [References]

- Cabanillas ME, McFadden DG, Durante C. Thyroid cancer. *Lancet*. 2016 Dec 3;388(10061):2783-2795. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30172-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30172-6) Epub 2016 May 27. PMID: 27240885.
- Guth S, Theune U, Aberle J, Galach A, Bamberger CM. Very high prevalence of thyroid nodules detected by high frequency (13 MHz) ultrasound examination. *Eur J Clin Invest*. 2009 Aug;39(8):699-706. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2362.2009.02162.x> PMID: 19601965.
- Russ G, Bonnema SJ, Erdogan MF, Durante C, Ngu R, Leenhardt L. European Thyroid Association Guidelines for Ultrasound Malignancy Risk Stratification of Thyroid Nodules in Adults: The EU-TIRADS. *Eur Thyroid J*. 2017 Sep;6(5):225-237. <https://doi.org/10.1159/000478927> Epub 2017 Aug 8. PMID: 29167761; PMCID: PMC5652895.
- Rago T, Cantisani V, Ianni F, Chiovato L, Garberoglio R, Durante C, Frasoldati A, Spiezia S, Farina R, Vallone G, Pontecorvi A, Vitti P. Thyroid ultrasonography reporting: consensus of Italian Thyroid Association (AIT), Italian Society of Endocrinology (SIE), Italian Society of Ultrasonography in Medicine and Biology (SIUMB) and Ultrasound Chapter of Italian Society of Medical Radiology (SIRM). *J Endocrinol Invest*. 2018 Dec;41(12):1435-1443. <https://doi.org/10.1007/s40618-018-0935-8> Epub 2018 Oct 16. PMID: 30327945.
- He YP, Xu HX, Zhao CK, Sun LP, Li XL, Yue WW, Guo LH, Wang D, Ren WW, Wang Q, Qu S. Cytologically indeterminate thyroid nodules: increased diagnostic performance with combination of US TI-RADS and a new scoring system. *Sci Rep*. 2017 Jul 31;7(1):6906. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07353-y> PMID: 28761147; PMCID: PMC5537223.
- Pacini F, Basolo F, Bellantone R, Boni G, Cannizzaro MA, De Palma M, Durante C, Elisei R, Fadda G, Frasoldati A, Fugazzola L, Guglielmi R, Lombardi CP, Miccoli P, Papini E, Pellegriti G, Pezzullo L, Pontecorvi A, Salvatori M, Seregni E, Vitti P. Italian consensus on diagnosis and treatment of differentiated thyroid cancer: joint statements of six Italian societies. *J Endocrinol Invest*. 2018 Jul;41(7):849-876. <https://doi.org/10.1007/s40618-018-0884-2> Epub 2018 May 4. PMID: 29729004.
- Radzina M, Cantisani V, Rauda M, Nielsen MB, Ewertsen C, D'Ambrosio F, Prieditis P, Sorrenti S. Update on the role of ultrasound guided radiofrequency ablation for thyroid nodule treatment. *Int J Surg*. 2017 May;41 Suppl 1:S82-S93. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2017.02.010> PMID: 28506420.
- Sidhu PS, Cantisani V, Dietrich CF, Gilja OH, Saftoiu A, Bartels E et al. The EFSUMB Guidelines and Recommendations for the Clinical Practice of Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) in Non-Hepatic Applications: Update 2017 (Long Version). *Ultraschall Med*. 2018 Apr;39(2):e2-e44. English. <https://doi.org/10.1055/a-0586-1107> PMID: 29510439.
- Tessler FN, Middleton WD, Grant EG, Hoang JK, Berland LL, Teefey SA, et al. ACR Thyroid Imaging, Reporting and Data System (TI-RADS): White Paper of the ACR TI-RADS Committee. *J Am Coll Radiol*. 2017 May;14(5):587-595. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2017.01.046> Epub 2017 Apr 2. PMID: 28372962.
- Cantisani V, David E, Grazhdani H, Rubini A, Radzina M, Dietrich CF et al. Prospective Evaluation of Semiquantitative Strain Ratio and Quantitative 2D Ultrasound Shear Wave Elastography (SWE) in Association with TIRADS Classification for Thyroid Nodule Characterization. *Ultraschall Med*. 2019 Aug;40(4):495-503. English. <https://doi.org/10.1055/a-0853-1821> Epub 2019 May 28. PMID: 31137050.
- Ramundo V, Di Gioia CRT, Falcone R, Lamartina L, Biffoni M, Giacomelli L et al. Diagnostic Performance of Neck Ultrasonography in the Preoperative Evaluation for Extrathyroidal Extension of Suspicious Thyroid Nodules. *World J Surg*. 2020 Aug;44(8):2669-2674. <https://doi.org/10.1007/s00268-020-05482-6> PMID: 32193621.
- Papini E, Pacella CM, Solbiati LA, Achille G, Barbaro D, Bernardi S et al. Minimally-invasive treatments for benign thyroid nodules: A Delphi-based consensus statement from the Italian minimally-invasive treatments of the thyroid (MITT) group. *Int. J. Hyperth*. 2019;36:375-381. <https://doi.org/10.1159/000508484>
- Trimboli P, Durante C. Ultrasound risk stratification systems for thyroid nodule: between lights and shadows, we are moving towards a new era. *Endocrine*. 2020 Jul;69(1):1-4. <https://doi.org/10.1007/s12020-020-02196-6> Epub 2020 Jan 13. PMID: 31933234.
- Castellana M, Grani G, Radzina M, Guerra V, Giovannella L, Deandrea M, Ngu R, Durante C, Trimboli P. Performance of EU-TIRADS in malignancy risk stratification of thyroid nodules: a meta-analysis. *Eur J Endocrinol*. 2020 Sep;183(3):255-264. <https://doi.org/10.1530/EJE-20-0204> PMID: 32544875.
- Поморцев А.В., Токаренко О.С. Диагностическая значимость мультипараметрического ультразвукового исследования и системы EU-TIRADS в дифференциальной диагностике очаговых образований щитовидной железы. *Инновационная медицина Кубани*. 2020;(3):29-37. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2020-19-3-29-37> [Pomortsev A.V., Tokarenko O.S. Diagnostic value of multiparametric ultrasound and the EU-TIRADS system for differentiation of focal thyroid lesions. *Innovative Medicine of Kuban*. 2020;(3):29-37. (In Russ) <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2020-19-3-29-37>].

- 16 Bardet S, Ciappuccini R, Pellot-Barakat C, Monpeyssen H, Michels JJ, Tissier F et al. Shear Wave Elastography in Thyroid Nodules with Indeterminate Cytology: Results of a Prospective Bicentric Study. *Thyroid*. 2017 Nov;27(11):1441-1449. <https://doi.org/10.1089/thy.2017.0293> PMID: 28982296.
- 17 Grani G, Lamartina L, Ascoli V, Bosco D, Biffoni M, Giacomelli L et al. Reducing the Number of Unnecessary Thyroid Biopsies While Improving Diagnostic Accuracy: Toward the "Right" TIRADS. *J Clin Endocrinol Metab*. 2019 Jan 1;104(1):95-102. <https://doi.org/10.1210/je.2018-01674> PMID: 30299457.
- 18 Li W, Wang Y, Wen J, Zhang L, Sun Y. Diagnostic Performance of American College of Radiology TI-RADS: A Systematic Review and Meta-Analysis. *AJR Am J Roentgenol*. 2021 Jan;216(1):38-47. <https://doi.org/10.2214/AJR.19.22691> Epub 2020 Nov 19. PMID: 32603229.
- 19 Wei X, Li Y, Zhang S, Gao M. Meta-analysis of thyroid imaging reporting and data system in the ultrasonographic diagnosis of 10,437 thyroid nodules. *Head Neck*. 2016 Feb;38(2):309-15. <https://doi.org/10.1002/hed.23878> Epub 2015 Jun 16. PMID: 25244250.
- 20 Yoon JH, Lee HS, Kim EK, Moon HJ, Kwak JY. Malignancy Risk Stratification of Thyroid Nodules: Comparison between the Thyroid Imaging Reporting and Data System and the 2014 American Thyroid Association Management Guidelines. *Radiology*. 2016 Mar;278(3):917-24. <https://doi.org/10.1148/radiol.2015150056> Epub 2015 Sep 8. PMID: 26348102.
- 21 Александров Ю.К., Яновская Е.А., Шубин Л.Б., Дякив А.Д. Эффективность стратификационных систем в диагностике узловых заболеваний щитовидной железы. *Проблемы эндокринологии*. 2019;65(4):216-226. <https://doi.org/10.14341/probl10087> [Aleksandrov Yu.K., Yanovskaya E.A., Shubin L.B., Dyakiv A.D. The effectiveness of risk stratification systems in diagnosis of nodular thyroid disorders. *Problems of Endocrinology*. 2019;65(4):216-226. <https://doi.org/10.14341/probl10087>].
- 22 Cantisani V, Catania A, De Antoni E, Greco R, Caruso R, Di Segni M et al. Is pattern III as evidenced by US color-Doppler useful in predicting thyroid nodule malignancy? Large-scale retrospective analysis. *Clin Ter*. 2010;161(2):e49-52. PMID: 20499019.
- 23 Dighe M, Barr R, Bojunga J, Cantisani V, Chamm MC, Cosgrove D et al. Thyroid Ultrasound: State of the Art. Part 2 - Focal Thyroid Lesions. *Med Ultrason*. 2017 Apr 22;19(2):195-210. <https://doi.org/10.11152/mu-999> PMID: 28440355.
- 24 Moss WJ, Finegersh A, Pang J, Califano JA, Coffey CS, Orosco RK, Brumund KT. Needle Biopsy of Routine Thyroid Nodules Should Be Performed Using a Capillary Action Technique with 24- to 27-Gauge Needles: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Thyroid*. 2018 Jul;28(7):857-863. <https://doi.org/10.1089/thy.2017.0643> Epub 2018 Jun 5. PMID: 29742978.
- 25 Feldkamp J, Führer D, Luster M, Musholt TJ, Spitzweg C, Schott M. Fine Needle Aspiration in the Investigation of Thyroid Nodules. *Dtsch Arztebl Int*. 2016 May 20;113(20):353-9. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2016.0353> PMID: 27294815; PMCID: PMC4906830.
- 26 Тимофеева Л.А., Сенча А.Н., Тухбатуллин М.Г., Шубин Л.Б. Современные аспекты ультразвуковой эластографии в дифференциальной диагностике узловых новообразований щитовидной железы. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2019;9(3):30-40. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2019-9-3-30-40> [Timofeeva L.A., Sencha A.N., Tukhatullin M.G., Shubin L.B. Modern aspects of ultrasound elastography in differential diagnosis of nodular thyroid neoplasms. *REJR*. 2019;9(3):30-40. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2019-9-3-30-40>].
- 27 Sorrenti S, Dolcetti V, Fresilli D, Del Gaudio G, Pacini P, Huang P et al. The Role of CEUS in the Evaluation of Thyroid Cancer: From Diagnosis to Local Staging. *J Clin Med*. 2021 Sep 30;10(19):4559. <https://doi.org/10.3390/jcm10194559> PMID: 34640574; PMCID: PMC8509399.
- 28 Celletti I, Fresilli D, De Vito C, Bononi M, Cardaccio S, Cozzolino A et al. TIRADS, SRE and SWE in INDETERMINATE thyroid nodule characterization: Which has better diagnostic performance? *Radiol Med*. 2021 Sep;126(9):1189-1200. <https://doi.org/10.1007/s11547-021-01349-5> PMID: 34129178; PMCID: PMC8370962.
- 29 Samir AE, Dhyani M, Anvari A, Prescott J, Halpern EF, Faquin WC, Stephen A. Shear-Wave Elastography for the Preoperative Risk Stratification of Follicular-patterned Lesions of the Thyroid: Diagnostic Accuracy and Optimal Measurement Plane. *Radiology*. 2015 Nov;277(2):565-73. <https://doi.org/10.1148/radiol.2015141627> PMID: 25955578.
- 30 Chang N, Zhang X, Wan W, Zhang C, Zhang X. The Preciseness in Diagnosing Thyroid Malignant Nodules Using Shear-Wave Elastography. *Med Sci Monit*. 2018 Feb 2;24:671-677. <https://doi.org/10.12659/msm.904703> PMID: 29391387; PMCID: PMC5806774.
- 31 Filho RHC, Pereira FL, Iared W. Diagnostic Accuracy Evaluation of Two-Dimensional Shear Wave Elastography in the Differentiation Between Benign and Malignant Thyroid Nodules: Systematic Review and Meta-analysis. *J Ultrasound Med*. 2020 Sep;39(9):1729-1741. <https://doi.org/10.1002/jum.15271> PMID: 32227500.
- 32 Hu X, Liu Y, Qian L. Diagnostic potential of real-time elastography (RTE) and shear wave elastography (SWE) to differentiate benign and malignant thyroid nodules: A systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2017 Oct;96(43):e8282. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000008282> PMID: 29068996; PMCID: PMC5671829.
- 33 Trimboli P, Castellana M, Virili C, Havre RF, Bini F, Marinuzzi F et al. Performance of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in assessing thyroid nodules: a systematic review and meta-analysis using histological standard of reference. *Radiol Med*. 2020 Apr;125(4):406-415. <https://doi.org/10.1007/s11547-019-01129-2> PMID: 31970579.
- 34 Liu Q, Cheng J, Li J, Gao X, Li H. The diagnostic accuracy of contrast-enhanced ultrasound for the differentiation of benign and malignant thyroid nodules: A PRISMA compliant meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2018 Dec;97(49):e13325. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000013325> PMID: 30544392; PMCID: PMC6310493.
- 35 Тимофеева Л.А., Шубин Л.Б. Обоснование применения соноэластографии при узловой патологии щитовидной железы. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2019;100(5):242-246. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-5-242-246> [Timofeeva L.A., Shubin L.B. A Rationale for Using Sonoelastography in Thyroid Nodular Pathology. *Journal of radiology and nuclear medicine*. 2019;100(5):242-246. (In Russ) <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-5-242-246>].
- 36 Zhang J, Zhang X, Meng Y, Chen Y. Contrast-enhanced ultrasound for the differential diagnosis of thyroid nodules: An updated meta-analysis with comprehensive heterogeneity analysis. *PLoS One*. 2020 Apr 20;15(4):e0231775. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231775> PMID: 32310968; PMCID: PMC7170259.
- 37 Zhao CK, Xu HX. Ultrasound elastography of the thyroid: principles and current status. *Ultrasonography*. 2019 Apr;38(2):106-124. <https://doi.org/10.14366/usg.18037> PMID: 30690960; PMCID: PMC6443591.

**Авторская справка****Соловов Вячеслав Александрович**

Д-р мед. наук, заведующий отделением интервенционных методов диагностики и лечения.  
samarasdc@yahoo.com

Вклад автора: постановка задач исследования, определение цели и задач.

**Аблекова Ольга Николаевна**

Заведующая отделением ультразвуковой диагностики.

Вклад автора: подведение итогов, написание выводов.

**Author's reference****Vyacheslav A. Solovov**

Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of Interventional Methods of Diagnosis and Treatment.  
samarasdc@yahoo.com

Author's contribution: setting the objectives of the study, defining the aim and objectives.

**Olga N. Alekova**

Head of the Ultrasound diagnostics department.

Author's contribution: summarising, writing conclusions