



МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УЗЛОВ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПРИ РАДИОЧАСТОТНОЙ АБЛЯЦИИ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

В.А. Соловов^{1, 2}, О.Н. Аблекова²

¹Медицинский университет «Реавиз», ул. Чапаевская, д. 227, г. Самара, 443001, Россия

²Самарский областной клинический онкологический диспансер, ул. Солнечная, д. 50, г. Самара, 443031, Россия

Резюме. В последнее десятилетие наблюдается активный рост числа исследований, посвящённых мультипараметрическому ультразвуковому исследованию щитовидной железы и применению эластографии при узлах щитовидной железы, а также эффективности радиочастотной абляции. Эксперты отмечают, что мультипараметрическое ультразвуковое исследование – комплексная оценка узла с помощью серошкального ультразвукового исследования, доплерографии, эластографии (в том числе компрессионной и сдвиговой) и, при необходимости, контрастного усиления – значительно улучшает дифференциальную диагностику узлов щитовидной железы. Современная литература отражает возросший интерес к использованию новых ультразвуковых технологий для улучшения диагностики и лечения узловых образований щитовидной железы. В обзоре мы представили актуальные литературные данные о диагностической эффективности мультипараметрического ультразвукового исследования узлов щитовидной железы при проведении радиочастотной абляции.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь лёгких [D029424]; психическое здоровье [D008603]; профессиональные заболевания [D009784]; коморбидность [D015897]; депрессия [D003863]; тревожность [D001007]; качество жизни [D011788]; психосоциальные факторы [D011584]; профессиональная экспозиция [D016273]; респираторная функция [D012119]; психологическая адаптация [D000223].

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 при радиочастотной абляции: современные тенденции. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2025;15(3):207-215. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.3.MIM.1>

MULTIPARAMETRIC ULTRASONIC EXAMINATION OF THYROID NODULES IN RADIOFREQUENCY ABLATION: MODERN TRENDS

Vyacheslav A. Solovov^{1, 2}, Ol'ga N. Ablekova²

¹Medical University Reaviz, 227, Chapaevskaya St., Samara, 443001, Russia

²Samara Regional Clinical Oncology Dispensary, Solnechnaya St., 50, Samara, 443031, Russia

Abstract. In the last decade, there has been an active growth in the number of studies devoted to multiparametric ultrasound examination (MPUS) of the thyroid gland and the use of elastography in thyroid nodules, as well as the effectiveness of radiofrequency ablation (RFA). Experts note that multiparametric ultrasound – a comprehensive assessment of the node using gray-scale ultrasound, Dopplerography, elastography and, if necessary, contrast enhancement – significantly improves the differential diagnosis of thyroid nodules. Modern literature reflects an increased interest in the use of new ultrasound technologies to improve the diagnosis and treatment of thyroid nodules. In the review, we presented current literature data on the diagnostic effectiveness of multiparametric ultrasound of thyroid nodules, the use of radiofrequency ablation.

Keywords: chronic obstructive pulmonary disease [D029424]; mental health [D008603]; occupational diseases [D009784]; comorbidity [D015897]; depression [D003863]; anxiety [D001007]; quality of life [D011788]; psychosocial factors [D011584]; occupational exposure [D016273]; respiratory function [D012119]; psychological adaptation [D000223].

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Cite as: Solovov V.A., Ablekova O.N. Multiparametric ultrasonic examination of thyroid nodules in radiofrequency ablation: modern trends. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ": Rehabilitation, Doctor and Health.* 2025;15(3):207-215. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.3.MIM.1>



Введение

В последнее десятилетие наблюдается активный рост числа исследований, посвящённых мультипараметрическому ультразвуковому исследованию (МПУЗИ) щитовидной железы и применению эластографии при узлах щитовидной железы, а также эффективности радиочастотной абляции (РЧА). Международные базы данных (PubMed, Scopus, Web of Science) содержат многочисленные обзоры и метаанализы по данной теме [1, 2]. Эксперты отмечают, что мультипараметрическое УЗИ – комплексная оценка узла с помощью серошкального УЗИ, доплерографии, эластографии (в том числе компрессионной и сдвиговой) и при необходимости контрастного усиления – значительно улучшает дифференциальную диагностику узлов щитовидной железы [1]. Публикации последних лет также содержат клинические руководства и консенсусы, рекомендуемые интеграцию эластографии в стандартный протокол оценки узлов щитовидной железы [2], и исследования по эффективности минимально инвазивных методов лечения (РЧА, лазерная абляция, этаноловая склеротерапия) при доброкачественных узлах. Например, в 2022 г. проведён крупнейший многоцентровой проспективный анализ РЧА, подтвердивший её безопасность и эффективность [3], а в 2021 г. опубликовано рандомизированное исследование, сравнившее РЧА с лазерной абляцией (LA) узлов [4]. Таким образом, современная литература отражает возросший интерес к использованию новых ультразвуковых технологий для улучшения диагностики и лечения узловых образований щитовидной железы.

Принципы и методика мультипараметрического ультразвукового исследования (МПУЗИ) щитовидной железы

МПУЗИ щитовидной железы включает комплекс методик ультразвуковой визуализации, обеспечивающих разностороннюю оценку узла. Стандартно используются следующие компоненты:

- В-режим (серошкальное УЗИ) – позволяет оценить форму, размер, эхогенность узла, чёткость контуров, наличие микрокальцинатов и других подозрительных признаков. Это базовый метод, лежащий в основе систем риск-стратификации злокачественных новообразований (TI-RADS) [5].
- Цветовая и энергетическая доплерография – отображает васкуляризацию узла. Гиперваскуляризация или аномальное распределение сосудов могут указывать на злокачественность либо активность узла. Также доплерография важна для контроля эффективности РЧА (исчезновение интронодулярного кровотока после абляции) [6].
- Ультразвуковая эластография – метод оценки жесткости ткани по её деформации при сжатии

(компрессионная, или strain-эластография) либо по скорости распространения поперечных (сдвиговых) волн (сдвиговая волновая, Shear Wave Elastography, SWE). Эластография часто называется «электронной пальпацией», так как имитирует пальпаторную оценку плотности узла [7]. Принцип компрессионной эластографии: датчиком или внутренними источниками (например, пульсацией сонной артерии) осуществляется мягкое периодическое сжатие ткани и по степени смещения структур вычисляется относительная жёсткость. Результат отображается цветовой картой (мягкие участки красные, жёсткие – синие) и/или численно в виде отношения деформаций узла и окружающей ткани – индекса жёсткости (strain ratio) [7]. Система балльной оценки (4- или 5-балльная шкала) может использоваться для качественной интерпретации изображения [7]. Принцип сдвиговой волновой эластографии: ультразвуковой аппарат генерирует акустический импульс (ARFI), вызывающий в тканях упругие колебания – сдвиговые волны, распространяющиеся поперечно лучу [7]. Скорость этих волн (м/с) напрямую связана с модулем упругости Янга ткани [7]. SWE является количественной и оператор-независимой методикой: результаты представлены либо в виде усреднённого значения скорости/жёсткости в узловом новообразовании (point SWE) [7], либо цветовой картой жесткости по площади узла (2D-SWE) [7]. Оба вида эластографии дополняют друг друга: компрессионная даёт относительную оценку и требует опыта от исследователя, тогда как SWE предоставляет абсолютные показатели жесткости в кПа или м/с [7].

- Контрастное усиление (CEUS) – внутривенное введение микропузырькового контраста для оценки микроваскуляризации узла в режиме ультразвука. В щитовидной железе CEUS используется для дифференциальной диагностики узлов (характер кровенаполнения доброкачественных и злокачественных образований различается) и для навигации/контроля при абляции [6]. Например, злокачественные узлы часто дают быструю «вымывающую» динамику контраста, а доброкачественные коллоидные аденомы – более равномерное заполнение. Хотя CEUS ещё не входит в рутинные стандарты для щитовидной железы, исследования демонстрируют её ценность в сочетании с другими УЗ-параметрами [1].

Методика МПУЗИ. В клинической практике мультипараметрическое УЗИ выполняется как поэтапное исследование. Сначала проводят серошкальное УЗИ и доплерографию, оценивая признаки по системам TI-RADS. Затем, при наличии оборудования и показаний, осуществляют эластографию: компрессионную (несколько компрессий датчиком перпендикулярно шее для получения стабильной картины жесткости) и/или SWE (установка ROI внутри узла и в паренхиме для сравнения; получение не-

скольких измерений скорости сдвиговой волны) [7]. Полученные данные интегрируются: например твёрдый неподатливый узел с подозрительными УЗ-признаками будет рассматриваться с большей настороженностью, чем мягкий. При неоднозначных результатах тонкоигольная биопсия остаётся «золотым стандартом» диагностики. Таким образом, МПУЗИ – это сочетание нескольких УЗ-методов в одном протоколе, что повышает точность предоперационной диагностики щитовидных узлов [1].

Диагностическая значимость МПУЗИ в сравнении с другими методами визуализации (КТ, МРТ, сцинтиграфия)

Ультразвук является основным и наиболее информативным методом визуализации щитовидной железы. Сложившийся консенсус заключается в том, что УЗИ – метод выбора при первичном выявлении и оценке узлов щитовидной железы [5]. Его преимущества включают высокое разрешение для небольших образований (2–3 мм), возможность детальной оценки структуры узла и окружающих тканей, а также проведение прицельной биопсии под контролем УЗИ [5]. Мультипараметрическое УЗИ расширяет диагностические возможности: помимо УЗ-характеристик оцениваются гемодинамика (по доплеру) и эластичность узла, что повышает специфичность при дифференциации доброкачественных и злокачественных узлов [1]. Например, добавление эластографии к стандартному УЗИ улучшает выявление подозрительных узлов, повышая чувствительность до ~95% при сочетании критериев [1]. В целом, по сравнению с другими методами визуализации, современное УЗИ обеспечивает оптимальный баланс доступности, безопасности и диагностической точности.

Компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) используются при патологии щитовидной железы ограниченно. Эти методы обладают превосходной визуализацией анатомических деталей и часто выявляют инциденталомы щитовидной железы, когда исследование шеи выполняется по другим показаниям [5]. Однако для целенаправленной оценки узлов щитовидной железы их роль невелика. КТ сопряжена с лучевой нагрузкой и необходимостью введения йод содержащего контраста (что нежелательно при подозрении на тиреотоксикоз или у пациентов с аллергией на йод). МРТ лишена радиации, но имеет более низкое пространственное разрешение для мелких узлов, длительное время сканирования и высокую стоимость. В результате первичная визуализация узлов КТ/МРТ не рекомендована большинством специалистов, уступая место УЗИ [5]. Тем не менее, в некоторых случаях КТ/МРТ применяются дополнительно, например при загрудинном зобе для оценки

распространённости или при инвазии опухоли за пределы железы, а также для планирования хирургического вмешательства. В целом же, выявленный на КТ/МР-скане узел требует последующей оценки при УЗИ [8].

Сцинтиграфия щитовидной железы (радиоизотопное сканирование с ^{99m}Tc или ^{123}I) исторически была основным методом визуализации узлов до широкого распространения УЗИ. Радионуклидное исследование дифференцирует узлы по функциональной активности: «горячие» узлы на сцинтиграмме накапливают изотоп (гиперфункционирующие аденомы, обычно доброкачественные), а «холодные» узлы – нет (могут быть кистами, коллоидными узлами или злокачественными опухолями) [5]. Классически считалось, что «горячие» узлы почти всегда доброкачественные, а среди «холодных» выше риск рака. Однако сцинтиграфия не позволяет надёжно отличить доброкачественные образования от рака – около 15–20% раков могут быть «холодными», но большинство «холодных» узлов тоже доброкачественные [5]. С появлением высокоточного УЗИ и цитологической диагностики значение сцинтиграфии в первичном обследовании снизилось [5]. Сейчас она показана в основном при снижении уровня ТТГ, когда есть подозрение на токсическую аденому или многоузловой токсический зоб: в таких случаях сцинтиграфия подтверждает гиперфункционирующий («горячий») узел, что влияет на тактику лечения. Для оценки анатомии и характера узла сцинтиграфия не информативна, поэтому при нормальном ТТГ предпочтение отдают УЗИ и биопсии. Другие ядерные методы (ПЭТ с ^{18}F -ФДГ) иногда выявляют злокачественные узлы случайно, но также не являются рутинными для диагностики узлов щитовидной железы [5].

Вышеизложенное свидетельствует о том, что мультипараметрическое УЗИ обладает наибольшей диагностической ценностью при оценке узловых образований щитовидной железы, превосходя КТ/МРТ и сцинтиграфию в типичных клинических ситуациях. КТ и МРТ применяются при необходимости уточнить анатомические взаимоотношения или в онкологических случаях, а сцинтиграфия – для функциональной характеристики узлов при тиреотоксикозе. В сочетании с эластографией и другими новыми УЗИ-методиками, МПУЗИ обеспечивает высокую точность неинвазивной диагностики, минимизируя ненужные биопсии и операции [2, 5].

Применение компрессионной и сдвиговой волновой эластографии для диагностики и мониторинга эффективности РЧА

Роль эластографии в диагностике узлов. УЗ-эластография зарекомендовала себя как важный дополнительный инструмент в дифференциальной

диагностике узлов щитовидной железы. Плотность (жесткость) узла является значимым признаком: злокачественные узлы обычно более твёрдые из-за фиброзной стромы или кальцинатов, тогда как доброкачественные коллоидные узлы мягче. Этот принцип подтверждается клинически – пальпаторно жёсткий узел с большей вероятностью оказывается раком. Эластография позволяет количественно оценить этот признак неинвазивно [2]. Исследования и метаанализы показывают, что эластографические показатели достигают высокой точности в выявлении рака: чувствительность порядка 80–85%, специфичность ~80% при использовании как компрессионной, так и SWE-эластографии [2]. Например, в одном метаанализе суммарная чувствительность/специфичность составили ~84%/81% для качественной (визуальной) эластографии и ~83%/80% для полуколичественной (strain ratio), что свидетельствует о высокой диагностической ценности метода [2]. Таким образом, компрессионная эластография с помощью цветовой карты и балльных шкал (Rago, Asteria и др.) и сдвиговая эластография с измерением скорости/модуля упругости дополняют стандартное УЗИ. Они помогают отобрать узлы для биопсии (например, мягкие узлы без иных признаков можно наблюдать, избегая ненужной пункции [5] и повысить уверенность в доброкачественном характере образований [2]. Международные рекомендации (WFUMB, EFSUMB) уже включают эластографию в алгоритм обследования щитовидных узлов как вспомогательный метод [2].

Применение эластографии при РЧА. Эластография находит применение и на этапах лечения узлов радиочастотной абляцией – как до процедуры, так и после.

- *Прогнозирование эффективности РЧА (до абляции).* Предварительная оценка жесткости узла может служить прогностическим маркером успеха абляции. Недавние данные показывают, что чрезмерно плотные (фиброзные) узлы могут хуже поддаваться объёмному сокращению после РЧА. В многоцентровом исследовании отмечено, что у пациентов с «жесткими» узлами (по данным эластографии) вероятность недостаточной редукции объёма значительно выше, чем у пациентов с «мягкими» узлами [3]. В частности, твёрдые узлы имели в 11,6 раза больше шансов показать низкую эффективность (меньший процент сокращения объёма) по сравнению с мягкими узлами [3]. Вероятно, плотная коллагеновая ткань хуже прогревается и сокращается. С другой стороны, сообщается и об обратной зависимости: узлы с очень высоким соотношением жесткости к окружающей ткани могут, напротив, лучше реагировать на РЧА [9]. В исследовании Idiz и соавт. было показано, что у пациентов с более жёсткой паренхимой щитовидной железы (высокий ко-

эффициент «щитовидная железа/грудинно-ключично-сосцевидная мышца» при компрессионной эластографии) наблюдалось большее уменьшение размера узлов после РЧА [9]. Таким образом, вопрос прогностической роли эластографии обсуждается: вероятно, неоднородная/смешанная эластичность узла (сочетание мягких и твёрдых участков) также может указывать на меньшую эффективность единственной абляции [3]. В клинической практике это означает, что перед РЧА целесообразно выполнять эластографию узла: при очень твёрдых узлах можно предупреждать о возможной необходимости повторной абляции, а при мягких узлах ожидать лучшего сокращения объёма.

- *Мониторинг изменений после РЧА.* После проведённой абляции ткань узла подвергается коагуляционному некрозу, что сопровождается изменением её консистенции. Как правило, участок после абляции становится невазкуляризированным и плотным по сравнению с исходной тканью. Это подтверждают экспериментальные работы: так, в исследовании было показано, что сразу спустя 1 час после РЧА зона абляции чётко визуализируется на эластограмме как область повышенной жесткости [10]. Средний коэффициент эластичности (отношение к окружающей ткани) в зоне абляции в реальном времени составил ~3,4, а по SWE – около 50 кПа, что значительно выше, чем в интактной паренхиме [10]. В клинике это значит, что эластография может подтвердить полноту абляции: отсутствие мягких включений внутри узла косвенно указывает на тотальный некроз. Компрессионная эластография в реальном времени позволяет наблюдать равномерность уплотнения узла во время процедуры. Сдвиговая эластография количественно фиксирует рост модуля упругости в зоне, прошедшей термическое разрушение. Тем не менее, широкого практического применения эластография в постпроцедурном контроле пока не получила и остаётся исследовательским инструментом [7]. Главным образом после РЧА врачи опираются на измерение объёма узла и интранодулярный кровоток. Эластография же перспективна для раннего выявления участков неполной абляции, например, если в части узла сохраняется мягкость и эластичность, это может указывать на сохранение жизнеспособной ткани, требующей повторного воздействия. Современные исследования по этой теме малочисленны, поэтому окончательные выводы делать рано [7]. В будущем, возможно, эластография займет место в стандартах наблюдения после минимально инвазивного лечения.

Роль МПУЗИ в мониторинге эффективности РЧА

После проведения радиочастотной абляции необходимо динамическое наблюдение, чтобы оценить результативность лечения – степень умень-

шения узла, отсутствие остаточной активной ткани и возможный повторный рост. Ультразвуковое исследование является ключевым методом такого мониторинга, и мультипараметрический подход повышает его информативность.

Стандартный протокол наблюдения после РЧА включает УЗИ-осмотры спустя ~1, 3, 6 и 12 месяцев, далее ежегодно (при необходимости). Основные параметры оценки:

- *Изменение размеров узла (объёма).* Измеряется длина, ширина, толщина узлового остатка и рассчитывается объём. Вычисляется индекс сокращения объёма – Volume Reduction Rate (VRR), обычно в процентах от исходного объёма. Успешная абляция приводит к прогрессивному уменьшению узла со временем. Ожидается, что уже в первые месяцы объём снизится примерно наполовину, а через год – на 70-80% [3]. Например, медианный VRR составил ~58% через 3 месяца и ~76% через 12 месяцев в крупной серии наблюдений [3]. У пациента оценивают также субъективные улучшения – уходят ли симптомы, улучшается ли косметический эффект. Полное исчезновение узла бывает редко, но значительное его уменьшение – критерий эффективности. Если при контрольном УЗИ объём узла недостаточно уменьшился или наблюдается его рост, то требуется повторная абляция.

- *Структурные изменения на серошкальном УЗИ.* Узел после РЧА обычно превращается в гипэхогенное (тёмное) неоднородное образование без чётких прежних контуров. Аvascularная зона некроза часто со временем частично ликвидируется: могут появиться участки кистозной дегенерации (жидкостные полости) вследствие резорбции разрушенной ткани. УЗИ позволяет отличить такие постнекротические кисты от новых узлов. Постепенное уплотнение и уменьшение эхогенности узла – нормальное явление в течение 6-12 месяцев. Мультипараметрический подход включает оценку эхогенности, наличия кальцинатов (могут образоваться в остаточной ткани). Если же структура узла остаётся схожа с исходной (например, сохранена узловая архитектура), возможно, абляция была неполной.

- *Допплерография (кровоток узла).* Критически важный показатель – наличие или отсутствие кровотока внутри прежнего узла. Полноценная абляция должна приводить к исчезновению интранодулярной васкуляризации [6]. На цветном доплере в зоне некроза обычно не определяется сигналов кровотока; допустимо лишь периферическое кровоснабжение по краю, соответствующее сдавленным сосудам щитовидной паренхимы. Если же при контрольном УЗИ внутри узлового остатка визуализируются участки с кровотоком, это свидетельствует о сохранении жизнеспособной ткани или регенерации узла [6]. Такие случаи рассматриваются как по-

казание к повторной абляции или альтернативному лечению, поскольку оставшаяся активная часть узла может вновь увеличиваться. Таким образом, МПУЗИ после РЧА обязательно включает доплерографию для своевременного выявления персистирующего кровоснабжения. Исследования указывают, что сохранение даже небольшого участка с кровотоком коррелирует с потребностью в повторной РЧА [6].

- *Контрастное усиление (CEUS) для контроля абляции.* Хотя не всегда выполняется, CEUS – очень чувствительный метод обнаружения остаточной перфузии внутри узла после абляции. В ранние сроки (через несколько минут/дней после РЧА) с помощью контраста можно чётко дифференцировать зону коагуляционного некроза (она контраст не накапливает, «дефект перфузии») от неполностью разрушенных участков узла (сохраняют кровоснабжение и будут контрастироваться) [6]. В руководствах отмечено, что наличие контрастирования внутри узла после абляции – показание к дополнительному воздействию, тогда как отсутствие контрастирования означает полную деструкцию ткани [6]. CEUS также применяют непосредственно во время РЧА: вводя контраст, оператор может убедиться, что весь узел превратился в аваскулярную зону, прежде чем завершить процедуру [11]. В дальнейшем, при неоднозначной картине на обычном УЗИ, CEUS помогает отличить ткань после абляции (аваскулярна) от рецидива узла (имеет кровоток). Однако рутинно CEUS после РЧА применяется не во всех клиниках, чаще полагаются на стандартное УЗИ и доплер.

- *Эластография в мониторинге.* Роль эластографии после абляции пока исследуется. Плотность ткани после абляции обычно повышается за счёт фиброза, что можно зафиксировать эластографически [10]. Если же на эластограмме в толще узлового остатка видны «мягкие» зоны, это может указывать на участки непролеченной ткани. Пока нет чётких пороговых критериев, но такой подход весьма перспективен. Некоторые авторы подчёркивают необходимость дальнейших исследований для оценки ценности эластографии в мониторинге результатов РЧА [7]. В настоящее время основной упор в постпроцедурном контроле делается на вышеперечисленные УЗИ-признаки (размер, структура, кровоток), а эластография служит дополнительной опцией. В перспективе, возможно, сочетание SWE и контрастирования даст наиболее полную картину: SWE количественно оценит жёсткость ткани, а CEUS подтвердит отсутствие кровотока.

Резюмируя, мультипараметрическое УЗИ – незаменимый инструмент наблюдения после РЧА. Его применение позволяет объективно подтвердить эффективность (значительное уменьшение и отсутствие васкуляризации узла) либо своевременно

выявить недостаточную абляцию/рецидив и скорректировать лечение [6]. Благодаря УЗИ-контролю, отмечено, что рост узлов после правильно выполненной РЧА происходят лишь в ~5-10% случаев в течение 2-5 лет наблюдения [6], и эти случаи своевременно лечатся повторной абляцией. Такой мониторинг значительно отличается в лучшую сторону от послеоперационных наблюдений, где основная проблема – управление гипотиреозом, тогда как при РЧА железа сохраняет функцию.

Основные тенденции и перспективы дальнейших исследований

Область применения МПУЗИ, эластографии и малоинвазивных методов лечения в эндокринологии динамично развивается. На основе анализа современной литературы можно выделить несколько ключевых трендов и направлений будущих исследований:

- *Стандартизация и унификация методик эластографии.* Одной из актуальных задач является выработка единых стандартов выполнения и интерпретации эластографии щитовидной железы. В разных исследованиях применялись разные аппараты, шкалы и пороговые значения, что затрудняет сопоставление результатов [7]. Будущие многоцентровые проекты должны определить оптимальные cut-off значения жесткости для диагностики рака, стандартизовать измерение (например, фиксированный размер ROI, обязательное сравнение с мышцей и паренхимой) и включить эластографию в системы стратификации риска наряду с классическими УЗ-признаками. Уже предпринимаются шаги по интеграции результатов эластографии в классификацию TI-RADS и атлас изображений узлов [7]. Ожидается, что повышение воспроизводимости метода и обучение специалистов улучшат его диагностическую отдачу.

- *Комплексная оценка узлов (multiparametric approach) и искусственный интеллект.* Тенденция к объединению различных ультразвуковых параметров для повышения точности диагностики будет усиливаться. Недавние работы демонстрируют преимущества мультипараметрического подхода, учитывающих одновременно данные В-режима, эластографии и контрастирования, для выявления рака щитовидной железы [1]. В будущем такие системы могут лечь в основу обновлённых рекомендаций, позволяя более точно отбирать пациентов для биопсии и хирургического вмешательства. Кроме того, активно развиваются алгоритмы машинного обучения и глубокого обучения, способные автоматически анализировать УЗИ-изображения узлов [7]. Например, компьютерные программы (CAD-системы) могут оценивать текстурные признаки, жёсткость и васкуляризацию узла и выдавать веро-

ятность злокачественности [7]. Предполагается, что сочетание традиционных методов с AI-анализом повысит объективность диагностики и снизит зависимость от опыта врача. Перспективным выглядит обучение нейросетей сразу на мультипараметрических данных (серошкальное изображение + карта эластографии + доплер), что позволит выявлять скрытые закономерности и улучшить качество предсказаний [7].

- *Расширение показаний для минимально инвазивных методов (РЧА, ЛА, MWA, HIFU).* В последние 5 лет наблюдается явный сдвиг в сторону нехирургических методов лечения заболеваний щитовидной железы [6]. РЧА и лазерная абляция теперь рассматриваются не только для доброкачественных узлов, но и для некоторых злокачественных. В частности, набирает данные использование РЧА для папиллярного микрокарциномы у тщательно отобранных пациентов (с опухолью ≤ 1 см без признаков агрессивности) – первые результаты показывают низкий процент рецидивов и осложнений [6]. Это крайне перспективно для пациентов, отказывающихся от операции или имеющих противопоказания. Другой пример – микроволновая абляция (MWA) и высокоинтенсивный фокусированный ультразвук (HIFU), новые техники термоабляции, которые уже применяются в клинике [6]. Они могут в будущем конкурировать с РЧА, предоставляя альтернативы в зависимости от размеров и расположения узла (например, HIFU – полностью неинвазивный метод, интересен при непростых локализациях). Исследования сравнительной эффективности MWA vs RFA, HIFU vs RFA – важное направление на ближайшие годы. Также отмечается интерес к комбинированным методам, например сочетание этаноловой склеротерапии и РЧА для сложных больших узлов, по данным, повышает общий процент эффективности лечения [3]. Будущие работы способны оптимизировать такие комбинации.

- *Долгосрочные результаты и наблюдения.* Хотя эффективность РЧА и ЛА подтверждена в кратко- и среднесрочном периоде, требуется больше данных о долгосрочных исходах (5-10 лет). В частности, частота рецидивов узлов после РЧА и ЛА, длительность сохранения достигнутого уменьшения, необходимость повторных процедур – всё это предмет исследований. Уже сейчас известны показатели: примерно у 5-10% пациентов возможно повторное увеличение узла через несколько лет [6], особенно если исходно узел был крупным или остались жизнеспособные участки. Нужны исследования как предотвратить такие рецидивы (например, более агрессивная первичная абляция или адъювантная терапия). Кроме того, будет изучаться качество жизни и экономические аспекты: по мере широкого внедрения РЧА важно подтвердить, что она дей-

ствительно улучшает качество жизни пациентов по сравнению с наблюдением или операцией, а также является экономически эффективной стратегией для системы здравоохранения.

- *Новые технические разработки в УЗ-диагностике.* В сфере визуализации ожидается дальнейшее совершенствование ультразвуковых аппаратов. Уже появляются трёхмерные и четырёхмерные УЗИ-технологии, которые могут быть применены и к эластографии, – 3D/4D эластография даст полный объёмный профиль жёсткости узла [7]. Супер-резолюционные доплеровские методики (например, SMI – Superb Microvascular Imaging) позволяют визуализировать мельчайшие сосуды без контраста и могут дополнить мультипараметрическое УЗИ узлов, улучшая выявление аваскулярных некрозов или васкуляризированных остаточных очагов. Дальнейшая интеграция с навигацией: УЗ-аппараты, совмещенные с системами наведения, помогут более точно проводить абляции и сразу же оценивать их результат. Всё это находится в фокусе инноваций.

- *Исследования на специальных группах пациентов.* Перспективны исследования применения эластографии и РЧА в особых ситуациях: узлы на фоне аутоиммунного тиреоидита, диффузно-узловой зоб, беременность, детский возраст. Уже сообщается об успешном опыте РЧА у детей и подростков с доброкачественными узлами [3], что открывает новый пласт исследований, учитывая особенности детской щитовидной железы. Также интересно изучение эластографии при тиреоидитах (болезнь Хашимото, подострый тиреоидит) – первые данные противоречивы и требуют уточнения роли метода [7].

В целом, тенденция такова, что мультипараметрическое ультразвуковое исследование и минимально инвазивные лечения становятся новым стандартом в ведении узлов щитовидной железы. Будущие исследования направлены на повышение точности диагностики (через сочетание методик и ИИ), расширение показаний для неоперационных вмешательств и обеспечение долгосрочной эффективности и безопасности этих подходов [6, 7].

Рекомендации по использованию МПУЗИ и эластографии в клинической практике

На основании анализа современных данных можно сформулировать следующие рекомендации для клиницистов по применению мультипараметрического УЗИ и эластографии при узловых образованиях щитовидной железы:

- *Внедрение МПУЗИ при оценке всех узлов > 1 см и подозрительных узлов.* Стандартное ультразвуковое исследование щитовидной железы целесообразно сочетать с дополнительными режимами (эластографией, доплером, при наличии – CEUS) в слу-

чаях, когда результаты могут повлиять на тактику. Например, при узле средней степени риска (TI-RADS 4) проведение эластографии поможет уточнить риск малигнизации: жёсткий узел усилит показания к немедленной биопсии, а мягкий – может позволить отложить инвазивное вмешательство [2, 5]. Рекомендуется использовать компрессионную эластографию для качественной оценки (с указанием балльного счёта по принятой шкале) и сдвиговую эластографию для количественного измерения жёсткости в кПа либо м/с. Полученные эластографические данные следует интерпретировать в контексте остальных УЗИ-признаков и лабораторных данных, а не изолированно.

- *Обучение и калибровка навыков эластографии.* Учитывая оператор-зависимость компрессионной эластографии, важно, чтобы специалисты прошли соответствующее обучение. Надёжность результатов повышается при выполнении не менее 5-10 измерений на узел и использовании среднего значения или наихудшего показателя жесткости. Следует обращать внимание на технические подсказки аппарата (индикатор качества компрессии, стабильность картинки) [7]. Для сравнительной оценки рекомендуется измерять strain ratio – относительную жёсткость узла к окружающей нормальной ткани (либо мышце) [7]. Использование соотношений снижает влияние внешних факторов и позволяет сравнивать результаты между пациентами. Клиникам целесообразно выработать локальные референсные значения: например, знать, какой диапазон strain ratio характерен для доброкачественных узлов по опыту данного прибора. При SWE важно избегать артефактов, например не измерять слишком поверхностные узлы (необходимо минимум ~5 мм глубины для корректного распространения сдвиговой волны) [7]. Также следует учитывать, что из-за небольшой толщины щитовидной железы абсолютные значения SWE могут занижаться [7], поэтому ориентироваться надо на сопоставление «узел/паренхима», а не на абсолютный модуль.

- *Использование МПУЗИ для стратификации риска и отбора на биопсию.* На практике можно рекомендовать интегрировать данные эластографии и доплера в систему TI-RADS. Узлы без кровотока, с эластографически мягкой структурой и отсутствием иных подозрительных признаков могут наблюдаться динамически, даже если их размер > 1 см, особенно при доброкачественной цитологии. Напротив, сочетание несколькихстораживающих факторов (например, очень жесткий узел с микрокальцинатами и внутренним кровотоком) – повод направить на биопсию даже узел малого размера. Эластография не заменяет биопсию, но позволяет более взвешенно принимать решение о необходимости пункции. Это поможет снизить число необязательных инва-

живных процедур, увеличив специфичность диагностики [2]. Врач ультразвуковой диагностики в заключении должен отражать результаты МПУЗИ: указывать степень васкуляризации узла, эластографическую оценку (балл/кПа) и интерпретировать их (например, «эластография: узел мягкий, что вероятно имеет доброкачественный характер»). Такие подробности помогут эндокринологу в выборе тактики.

- *Подтверждение доброкачественности узла перед малоинвазивным лечением.* Если планируется РЧА или лазерная абляция, обязательны тщательные диагностические мероприятия. Согласно рекомендациям, нужно иметь двукратно подтверждённую доброкачественную цитологию узла (два пункционных исследования) [6], либо гистологию (если узел ранее удалён частично). МПУЗИ может помочь убедиться в отсутствии подозрительных признаков: отсутствие в узле кровотока, низкая жёсткость, однородная структура – всё это усиливает уверенность в правильности диагноза «доброкачественный узел». Однако даже при благоприятных УЗИ-признаках игнорировать цитологию нельзя. Рекомендуется при любом несоответствии (например, узел мягкий по эластографии, но выглядит подозрительно на серошкальном УЗИ) провести дополнительные проверки перед лечением.

- *Тщательный УЗ-навигационный контроль во время РЧА и использование CEUS по показаниям.* Выполнение РЧА должно сопровождаться постоянным УЗ-контролем положения иглы и степени прогрева ткани (появления гиперэхогенного облачка). Мультипараметрическое УЗИ может быть задействовано и интраоперационно: при сложных узлах полезно до абляции выполнить CEUS для картирования сосудистой сети узла, а после абляции – повторный контраст, чтобы убедиться в полном отсутствии кровотока [11]. Если CEUS недоступен, рекомендуется сразу после абляции сделать цветное доплеровское сканирование – при правильной методике внутри узла не должно остаться видимых цветовых сигналов [6]. Если они есть, целесообразно в ту же сессию дополнительно обработать эти участки электродом. Такой подход повышает вероятность полной абляции узловой ткани за одну процедуру.

- *Постпроцедурное наблюдение по протоколу.* После РЧА пациент должен быть поставлен на учёт и проходить плановые УЗИ-осмотры. Рекомендуемый график: 1 месяц – оценка ранних результатов и исключение осложнений, 6 месяцев – основная оценка эффективности (к этому сроку обычно выражено сокращение), 12 месяцев – итоговая оценка. Далее при стабильном состоянии контроль можно проводить раз в год в течение нескольких лет. При каждом осмотре важно проводить мультипараметрическую оценку: измерять объём узла, фиксировать

VRR, исследовать кровоток (доплер), при необходимости – эластографию. Документирование этих показателей позволит отследить динамику. Например, если через 6 месяцев $VRR < 50\%$ и сохраняются васкуляризованные участки, стоит запланировать повторную абляцию, не дожидаясь дальнейшего роста узла. Если же к 6–12 месяцам узел значительно уменьшился ($\geq 50\text{--}60\%$ VRR) и аваскулярен, далее достаточно ежегодного УЗИ. Эластография может применяться для объективизации рубцовых изменений, но основное решение о дополнительном лечении принимается на основании размеров и кровотока.

- *Обмен данными и участие в регистрах.* Поскольку методы РЧА и МПУЗИ относительно новые, клиникам рекомендуется вести регистры пациентов, делиться опытом. Фиксация всех случаев, в том числе неудач или рецидивов, с анализом причин (например, «рецидив произошёл в мягком участке узла, недолеченным из-за близости к трахее») поможет улучшить результаты. Проведение локальных исследований, участие в многоцентровых проектах способствуют выработке более чётких критериев для МПУЗИ и абляции. Также важно повышать информированность коллег – эндокринологов, хирургов – о возможностях МПУЗИ и РЧА, чтобы они направляли пациентов своевременно.

- *Пациент-ориентированный подход.* При внедрении новых технологий всегда следует учитывать предпочтения и комфорт пациента. Мультипараметрическое УЗИ – неинвазивная процедура, которая легко воспринимается пациентами. Эластография добавляет всего несколько минут к обычному сканированию и не несёт рисков, поэтому её безопасно рекомендовать всем, у кого есть показания. Что касается РЧА, перед процедурой пациент должен быть информирован о её сути, преимуществах и ограничениях по сравнению с операцией (с сохранением щитовидной железы, но возможной потребностью в повторных сеансах). В послеабляционном наблюдении важно объяснять пациенту необходимость явок на контрольное УЗИ, даже если его ничего не беспокоит, – это залог своевременно выявленного и устранения проблем.

Выводы

Применение мультипараметрического УЗИ с эластографией в клинической практике позволяет улучшить качество диагностики и лечения узлов щитовидной железы. Следуя приведённым рекомендациям – интегрируя МПУЗИ в алгоритм обследования, тщательно отбирая пациентов на РЧА и обеспечивая грамотный мониторинг, специалисты смогут повысить эффективность выявления рака, избежать избыточных операций при доброкачественных узлах и обеспечить пациентам щадящее и

результативное лечение с сохранением функции щитовидной железы [6, 11]. Это перспективное направление эндокринологии, требующее мульти-

дисциплинарного сотрудничества и постоянного профессионального развития врача ультразвуковой диагностики.

Литература [References]

- 1 Brandenstein M, Wiesinger I, Künzel J, Hornung M, Stroszczyński C, Jung EM. Multiparametric Sonographic Imaging of Thyroid Lesions: Chances of B-Mode, Elastography and CEUS in Relation to Preoperative Histopathology. *Cancers (Basel)*. 2022 Sep 29;14(19):4745. <https://doi.org/10.3390/cancers14194745>. PMID: 36230668; PMCID: PMC9564296.
- 2 Cantisani V, De Silvestri A, Scotti V, Fresilli D, Tarsitano MG, Polti G, Guiban O, Polito E, Pacini P, Durante C, Grani G, Isidori AM, Giannetta E, Sorrenti S, Trimboli P, Catalano C, Ciocchi R, Lauro A, D'Andrea V. US-Elastography With Different Techniques for Thyroid Nodule Characterization: Systematic Review and Meta-analysis. *Front Oncol*. 2022 Mar 16;12:845549. <https://doi.org/10.3389/fonc.2022.845549>. PMID: 35371974; PMCID: PMC8966910.
- 3 Kandil E, Omar M, Aboueisha M, Attia AS, Ali KM, Abu Alhuda RF, Issa PP, Wolfe S, Omari S, Buti Y, Abozaid O, Toraih E, Shama MA, Lee G, Tufano RP, Russell JO. Efficacy and Safety of Radiofrequency Ablation of Thyroid Nodules: A Multi-institutional Prospective Cohort Study. *Ann Surg*. 2022 Oct 1;276(4):589-596. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000005594>. Epub 2022 Jul 15. PMID: 35837903.
- 4 Cesareo R, Manfrini S, Pasqualini V, Ambrogi C, Sanson G, Gallo A, Pozzilli P, Pedone C, Crescenzi A, Palermo A. Laser Ablation Versus Radiofrequency Ablation for Thyroid Nodules: 12-Month Results of a Randomized Trial (LARA II Study). *J Clin Endocrinol Metab*. 2021 May 13;106(6):1692-1701. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgab102>. PMID: 33608728.
- 5 Durr-E-Sabih, Rahim K. Thyroid Nodule Imaging, Status and Limitations. *Asia Ocean J Nucl Med Biol*. 2015 Winter;3(1):50-7. PMID: 27408881; PMCID: PMC4937690.
- 6 Sorrenti S, Dolcetti V, Fresilli D, Del Gaudio G, Pacini P, Huang P, Camponovo C, Leoncini A, D'Andrea V, Pironi D, Frattaroli F, Trimboli P, Radzina M, Cantisani V. 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.
- 7 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>. Epub 2018 Oct 1. PMID: 30690960; PMCID: PMC6443591.
- 8 Knipe H, Walizai T, Sharma R, et al. Thyroid nodule. Reference article, Radiopaedia.org (Accessed on 28 Feb 2025) <https://doi.org/10.53347/rld-77692>
- 9 Idiz UO, Aysan E, Elmas L, Yildiz S, Akbulut H. The Place of Elastography in Evaluating the Efficacy of Radiofrequency Ablation of Thyroid Nodules. *Am Surg*. 2017 Nov 1;83(11):1228-1234. PMID: 29183524.
- 10 Shi, L.; Li, X.; Liao, W.; Wu, W.; Xu, M. Real-Time Elastography versus Shear Wave Elastography on Evaluating the Timely Radiofrequency Ablation Effect of Rabbit Liver: A Preliminary Experimental Study. *Diagnostics*. 2023;13:1145. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13061145>
- 11 Bernardi S, Dobrinja C, Fabris B, Bazzocchi G, Sabato N, Ulcigrai V, Giacca M, Barro E, De Manzini N, Stacul F. Radiofrequency ablation compared to surgery for the treatment of benign thyroid nodules. *Int J Endocrinol*. 2014;2014:934595. <https://doi.org/10.1155/2014/934595>. Epub 2014 Jun 22. PMID: 25045352; PMCID: PMC4090443.

Авторская справка

Соловов Вячеслав Александрович

Д-р мкед. наук, доцент, профессор кафедры последипломного образования, Медицинский университет «Реавиз»; заведующий отделением интервенционных методов диагностики и лечения, Самарский областной клинический онкологический диспансер. ORCID 0000-0002-8791-6825; SPIN-код: 9790-6194. AuthorID: 251742. Author ID (Scopus): 14632821400
Вклад автора: дизайн работы, научное редактирование текста работы.

Аблекова Ольга Николаевна

Заведующая отделением ультразвуковой диагностики, Самарский областной клинический онкологический диспансер. ORCID 0009-0000-1774-8494
Вклад автора: анализ и подготовка текста работы, источников литературы.

Author's reference

Vyacheslav A. Solovov

Dr. Sci. (Med.), Docent, Professor of the Department of Postgraduate Education, Medical University "Reaviz"; Head of the Department of Interventional Diagnostic and Treatment Methods, Samara Regional Clinical Oncology Dispensary. ORCID 0000-0002-8791-6825; SPIN-code: 9790-6194. AuthorID: 251742. Author ID (Scopus): 14632821400
Author's contribution: design of the work, scientific editing of the text of the work.

Ol'ga N. Ablekova

Head of the Department of Ultrasound Diagnostics, Samara Regional Clinical Oncology Dispensary. ORCID 0009-0000-1774-8494
Author's contribution: analysis and preparation of the text of the work, literature sources.