



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья

УДК 616.441-006.03/04-073.43-079.4

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-6-10-21>

Особенности ультразвуковой визуализации разных типов кальцификатов щитовидной железы и их сопряженность с онкологическим риском

Александр Демьянович Зубов¹, Анастасия Евгеньевна Кутья²

^{1,2} ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Донецк, ДНР, Россия

¹ ows-don@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0636-5030>

² Anastasia.kutya.1997@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-3700-9299>

Автор, ответственный за переписку: Александр Демьянович Зубов, ows-don@mail.ru

Резюме

Изучены особенности мультипараметрической ультразвуковой визуализации кальцификатов щитовидной железы разных типов и ее значимость в стратификации онкологического риска на материале 932 пациентов, направленных для выполнения биопсии щитовидной железы. Установлено, что кальцификация в щитовидной железе представлена макрокальцификатами, микрокальцификатами, кальцинированными капсулами и полностью кальцинированными узлами, имеющими характерные ультразвуковые признаки. Определено, что технология MicroPure позволяет улучшить визуализацию микрокальцификатов, дифференцировать их от прочих гиперэхогенных точечных структур, но неэффективна в отношении прочих видов кальцификации. Частота микрокальцификации в узлах щитовидной железы значимо сопряжена с риском их злокачественности, но она может быть выявлена в доброкачественных узлах и в неизменной паренхиме, для прочих типов кальцификации зависимость от риска злокачественности либо отсутствует, либо не является линейной. Таким образом, ультразвуковая оценка кальцификации узлов щитовидной железы с применением технологии MicroPure позволяет провести стратификацию их онкологического риска, что может быть использовано в выборе дальнейшей тактики ведения пациента.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, технология MicroPure, кальцификаты щитовидной железы, онкологический риск

Для цитирования: Зубов А. Д., Кутья А. Е. Особенности ультразвуковой визуализации разных типов кальцификатов щитовидной железы и их сопряженность с онкологическим риском // Радиология — практика. 2023;6:10-21. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-6-10-21>

© Зубов А. Д., Кутья А. Е., 2023

ORIGINAL RESEARCH

Original research

Features of Ultrasound Imaging of Different Types of Thyroid Calcifications and their Association with Cancer Risk

Aleksandr D. Zubov¹, Anastasiya E. Kut'ya²

^{1,2} M. Gorky Donetsk State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Donetsk, DPR, Russia

¹ ows-don@gmail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0636-5030>

² Anastasia.kutya.1997@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-3700-9299>

Corresponding author: Aleksandr D. Zubov, ows-don@gmail.ru

Abstract

The features of multiparametric ultrasound imaging different types of thyroid calcifications and its significance in cancer risk stratification were studied on the material of 932 patients referred for thyroid biopsy. It has been established that calcification in the thyroid gland is represented by macrocalcifications, microcalcifications, calcified capsules and fully calcified nodules with characteristic ultrasonic features. MicroPure technology was determined to improve visualization of microcalcifications, differentiate them from other hyperechogenic point structures, but was ineffective for other types of calcifications. The frequency of microcalcification in thyroid nodules is significantly associated with the risk of their malignancy, but can be detected in benign nodules and in intact parenchyma; for other types of calcifications, the dependence on the risk of malignancy is either absent or not linear. The frequency of microcalcification in thyroid nodules is significantly associated with the risk of their malignancy, but can be detected in benign nodules and in intact parenchyma; for other types of calcifications, the dependence on the risk of malignancy is either absent or not linear. Thus, ultrasound assessment of thyroid nodule calcification using MicroPure technology allows us to stratify their oncologic risk, which can be used in the choice of further patient management tactics.

Keywords: Ultrasound Examination, MicroPure Technology, Thyroid Calcifications, Oncological Risk

For citation: Zubov A. D., Kut'ya A. E. Features of Ultrasound Imaging of Different Types of Thyroid Calcifications and their Association with Cancer Risk // *Radiology – Practice*. 2023;6:10-21. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-6-10-21>

Актуальность

Кальцификаты (кальцинаты) представляют собой патологические скопления нерастворимых солей кальция, этиология которых до настоящего времени не совсем понятна [1]. Они образуются при дистрофических процессах,

латентном или длительно протекающем воспалении, в участках некроза, при метаболизме опухолевых клеток [1, 9].

При УЗИ в щитовидной железе, по данным ряда авторов, выделяют четыре вида кальцификатов [2]: микрокальцификаты, макрокальцификаты, кальци-

нированный узел, кальцинированная капсула узла. Другие исследователи не все эти формы дифференцируют в отдельные группы [5, 6, 13].

Для ультразвуковой визуализации микрокальцификатов (образований до 1 мм в диаметре) предложена технология MicroPure (изначально для исследования молочной железы), основанная на получении данных высокочастотным линейным датчиком и обработке полученной информации с помощью технологии Computerized Aided Diagnosis. При этом микрокальцификаты отображаются ярко светящимися включениями в виде фокусов белого цвета на темно-синем фоне окружающих тканей, что воспринимается глазом на 10 % лучше, чем в В-режиме [12].

В щитовидной железе кальцификаты возникают на месте разрушения ткани либо вследствие нарушения регуляции гомеостаза [5, 8]. Вопрос о диагностической значимости кальцификатов щитовидной железы при раке решается авторами неоднозначно. Указывается, что они встречаются как при доброкачественной, так и злокачественной патологии, а их выявление практически при всех заболеваниях щитовидной железы существенно затрудняет их использование в дифференциальной диагностике [2, 13]. В последние годы значительную популярность приобретает мнение, что микрокальцификаты щитовидной железы (МикроКЩЖ) являются дифференциально-диагностическим признаком рака [11]. Однако существует и иное мнение: указывается, что МикроКЩЖ могут присутствовать и в доброкачественных узловых образованиях щитовидной железы, и при диффузной патологии [3, 7, 10], т. е. не являются специфичным критерием рака, а также выявляются в режиме MicroPure в неизмененной ткани железы [3]. Мнение о высокой диагностической ценности МикроКЩЖ при тиреоидном раке обусловлено главным образом гистологиче-

скими данными о типичных для папиллярного рака структурах — псаммомных тельцах, имеющих концентрическую структуру [8]. Однако диагностическая значимость признака необоснованно экстраполируется и на другие типы рака щитовидной железы, не сопровождающиеся образованием псаммомных телец. Кроме того, помимо псаммомных телец в щитовидной железе могут присутствовать иные типы МикроКЩЖ, не связанные с канцерогенезом и не имеющие характерной концентрической структуры [5, 9, 10]. Эхографически дифференцировать псаммомные тельца и МикроКЩЖ иной структуры не представляется возможным ни в В-режиме, ни в режиме MicroPure, поэтому ряд авторов указывают, что выявление МикроКЩЖ в узловых образованиях щитовидной железы без установления их микроструктуры не может считаться доказательным критерием злокачественности [3, 10, 14]. Компромиссом является мнение, что наличие МикроКЩЖ свидетельствует о высокой вероятности папиллярного рака только в узле, имеющем наиболее подозрительные на рак ультразвуковые признаки — гипоэхогенность, нечеткость контуров [13].

Сообщается, что наличие макрокальцификатов (МакроКЩЖ) характерно при медуллярном раке щитовидной железы, который, однако, является достаточно редким заболеванием — порядка 5 % от всех злокачественных тиреоидных опухолей [5]. Имеются также единичные сообщения об отсутствии взаимосвязи макрокальцификатов в узлах щитовидной железы с их злокачественностью [11, 15].

Цель: изучение особенностей ультразвуковой визуализации и диагностической значимости разных типов кальцификатов щитовидной железы.

Материалы и методы

В исследование были включены 932 пациента, проходивших обследование

в профильном отделении по поводу решения вопроса о тонкоигольной биопсии щитовидной железы, за 3-летний период. Из них мужчин было 103 ($11,1 \pm 1,0$ %), женщин 829 ($88,9 \pm 1,0$ %), средний возраст составил $55,9 \pm 14,3$ года.

Всем пациентам проведено УЗИ щитовидной железы (сканер Aplio 500 с линейным датчиком 7,5–12,0 МГц) в В-режиме, доплерографических режимах и с использованием технологии MicroPure. Оценивали наличие узлового образования, риск его злокачественности на основании отечественной стратификационной шкалы THIRADS (2010 г.) в соответствии с градациями: THIRADS 1 — отсутствие узлового образования, THIRADS 2 — доброкачественный узел, THIRADS 3 — низкий риск злокачественности (до 10 %), THIRADS 4a — подозрительный на рак (риск злокачественности до 30 %), THIRADS 4b — злокачественный (риск злокачественности до 90 %) [4]. Случаи THIRADS 5 (ранее подтвержденный рак) в исследование не включали. Также эхографически оценивали наличие и характер кальцификации в узле и в неизменной паренхиме железы.

134 (14,4 %) пациента были оперированы по показаниям с последующим гистологическим исследованием материала.

Результаты обрабатывали общепринятыми методами параметрической и непараметрической статистики. Рассчитывали средние значения, стандартное отклонение, удельный вес и его ошибку. Сравнение частот и распределения признаков производили с применением критерия хи-квадрат. Взаимосвязь градации THIRADS и частоты кальцификации оценивали с применением непараметрического критерия Спирмена. Уровень значимости определяли с точностью до 0,0001, при расчетном уровне значимости менее указанного значения его указывали как $p < 0,0001$.

Результаты и их обсуждение

Всего КИЦЖ были выявлены у 212 ($22,7 \pm 2,1$ %) пациентов. На основании ультразвуковых характеристик были выделены 4 типа кальцификации.

МакроКИЦЖ — 104 наблюдения ($11,2 \pm 1,0$ %) — определялись как гиперэхогенные структуры размером более 1 мм, с выраженной акустической тенью (рис. 1).

МикроКИЦЖ — 71 наблюдение ($7,6 \pm 0,9$ %) — встречались значительно реже, чем МакроКИЦЖ ($p = 0,0088$), и визуализировались как точечные гиперэхогенные структуры диаметром до 1 мм, с наличием или отсутствием эффекта дистального затухания (рис. 2).

В существенно меньшем количестве по сравнению с вышеуказанными образованиями ($p < 0,0001$) — 24 случая ($2,6 \pm 0,5$ %) — выявляли кальцинированные узлы щитовидной железы, которые определялись как округлые или овальные гиперэхогенные структуры без визуализации внутреннего содержимого (ткани узла), и кальцинированные капсулы узла — 13 наблюдений ($1,4 \pm 0,4$ %) — в виде тонкого «кружевного» ободка вокруг узлового образования с хорошо визуализируемой узловой тканью; разница между частотой этих типов кальцификации статистически не значима ($p = 0,0678$).

Следует отметить преимущества технологии MicroPure в улучшении визуализации МикроКИЦЖ и дифференцировки их от других точечных гиперэхогенных структур. Так, в приведенном примере визуализируется узел щитовидной железы с выраженными эхографическими признаками злокачественности, четко определяется один МикроКИЦЖ (рис. 3), однако при использовании режима MicroPure уверенно определяются уже три МикроКИЦЖ, что позволяет расценивать микрокальцификацию как множественную. При исследовании узлов щитовидной желе-

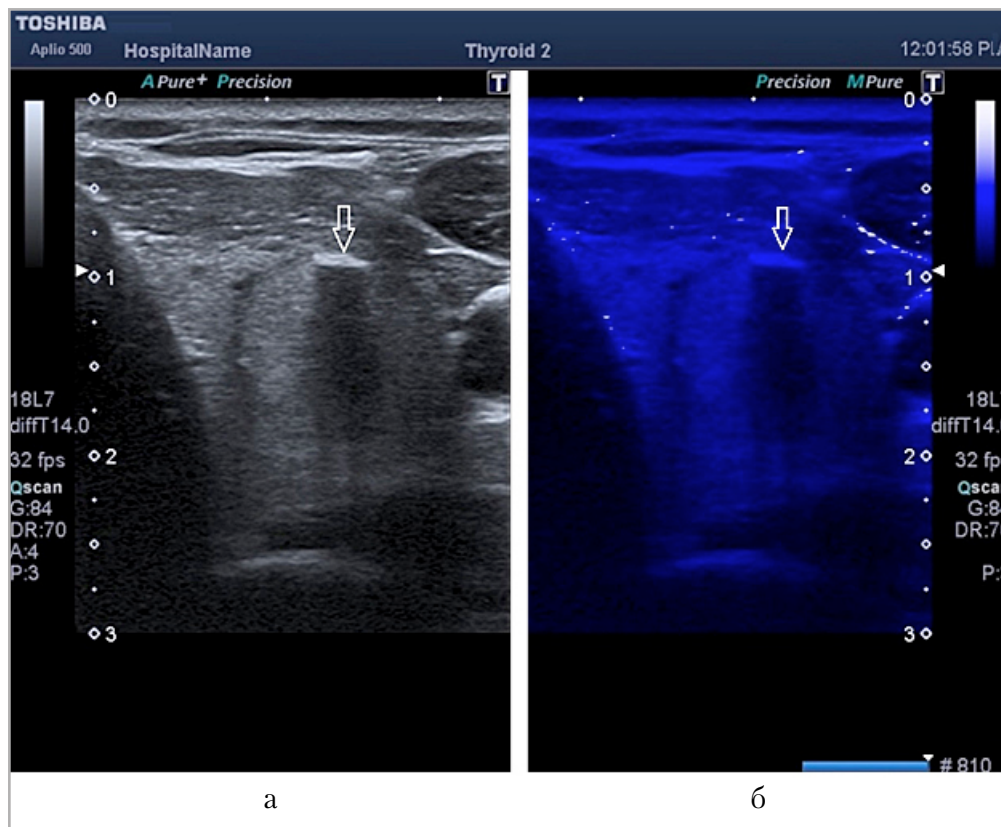


Рис. 1. Эхограмма щитовидной железы: *а* — стандартный В-режим, *б* — режим MicroPure: макрокальцификаты в нетоксический аденоме (стрелки)

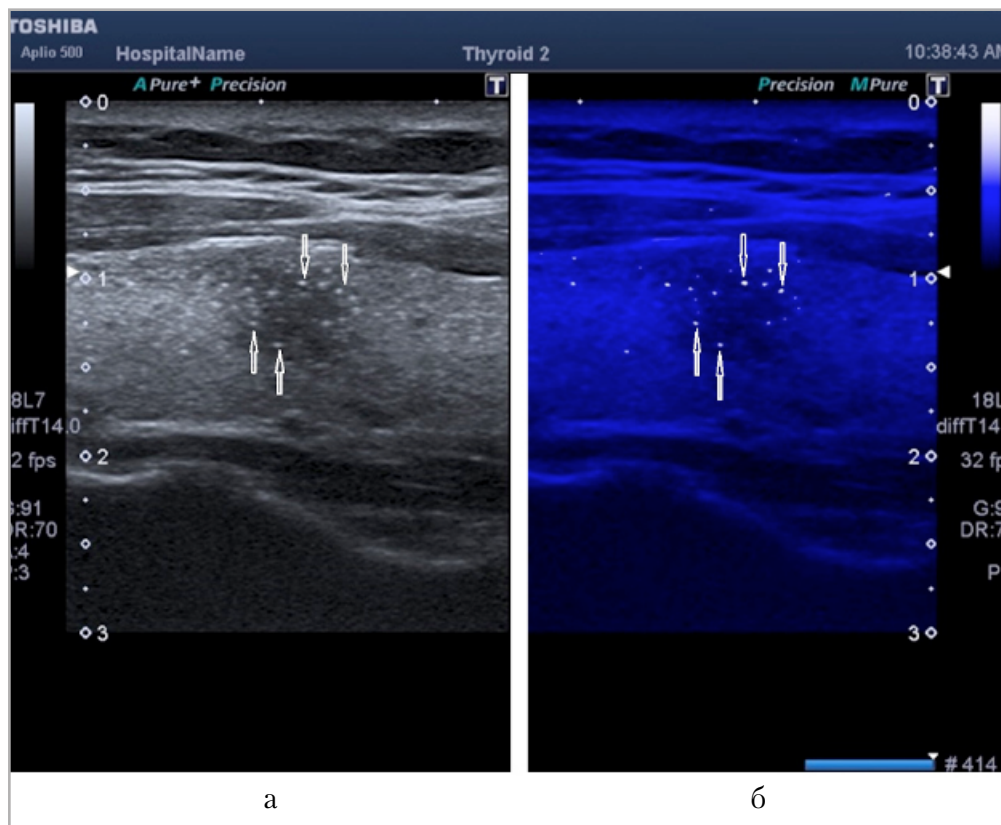


Рис. 2. Эхограмма щитовидной железы: *а* — стандартный В-режим, *б* — режим MicroPure: множественные микрокальцификаты в злокачественном узле (стрелки)

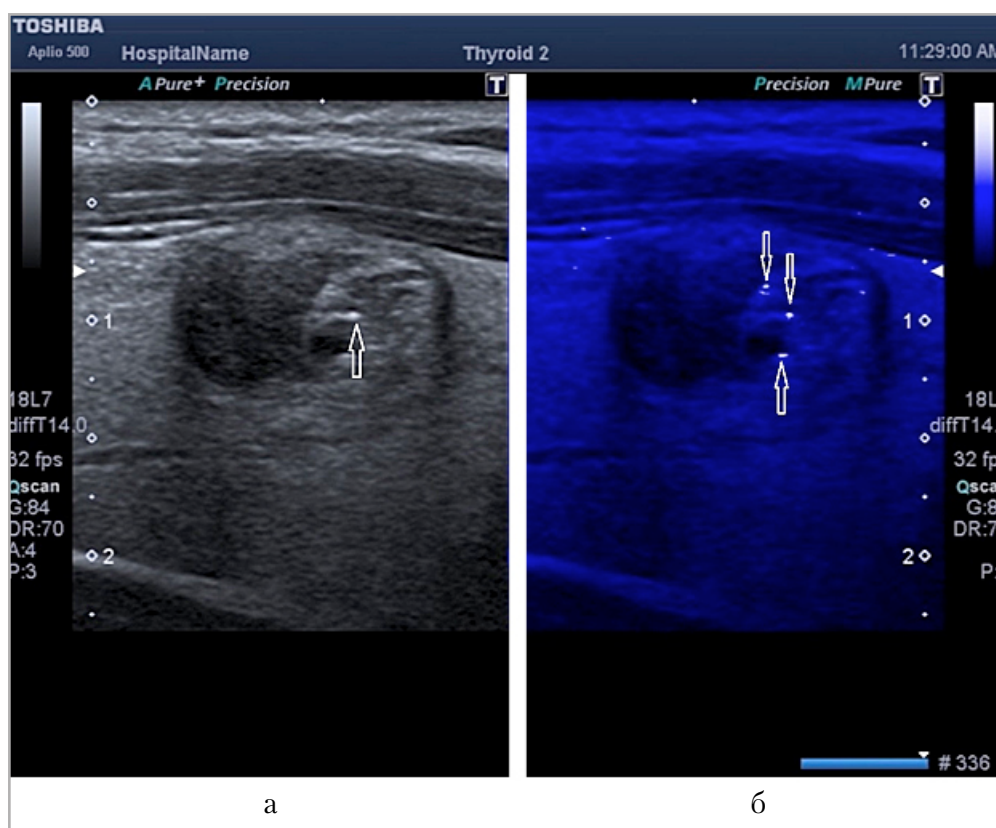


Рис. 3. Эхограмма щитовидной железы: *а* — стандартный В-режим, *б* — режим MicroPure: визуализация МикроКЩЖ в злокачественном узле (стрелки)

зы, не имевших эхопризнаков микроКЩЖ в В-режиме, в режиме MicroPure в 3 наблюдениях ($0,3 \pm 0,2$ % от общего объема изучаемой выборки) были выявлены характерные «светящиеся» точки, т. е. стандартное ультразвуковое заключение в В-режиме в отношении МикроКЩЖ было ложноотрицательным. Во всех случаях это были гиперэхогенные элементы узла (ткань, капсула узла, ободок, включения и пр.), на фоне которых в В-режиме МикроКЩЖ определить было затруднительно. После выявления МикроКЩЖ в режиме MicroPure при последующем прецизионном поиске их удавалось найти и в В-режиме, но на светлом фоне гиперэхогенного образования визуализация МикроКЩЖ была неудовлетворительной.

Еще у 46 пациентов ($4,9 \pm 0,7\%$) при использовании режима MicroPure количество МикроКЩЖ было большим, чем при УЗИ в В-режиме, т. е. прин-

ципальной роли в выявлении микрокальцификации применение дополнительных технологий не имело, однако позволяло более точно судить о степени ее выраженности. Таким образом, всего у 49 пациентов ($5,3 \pm 0,7$ %) использование режима MicroPure позволило выявить МикроКЩЖ, не определявшиеся в В-режиме.

В другом клиническом случае, напротив, визуализируется узловое образование с множественными точечными гиперэхогенными включениями по периферии, в ткани узла и вокруг него, без эффекта дистального затухания, имеющими сходные эхографические характеристики (рис. 4). Эти включения могут быть расценены как МикроКЩЖ, однако при УЗИ в режиме MicroPure только часть из них имеет характерное для микрокальцификации «свечение», при этом МикроКЩЖ выявлены только по периферии узла и в непосредственно прилега-

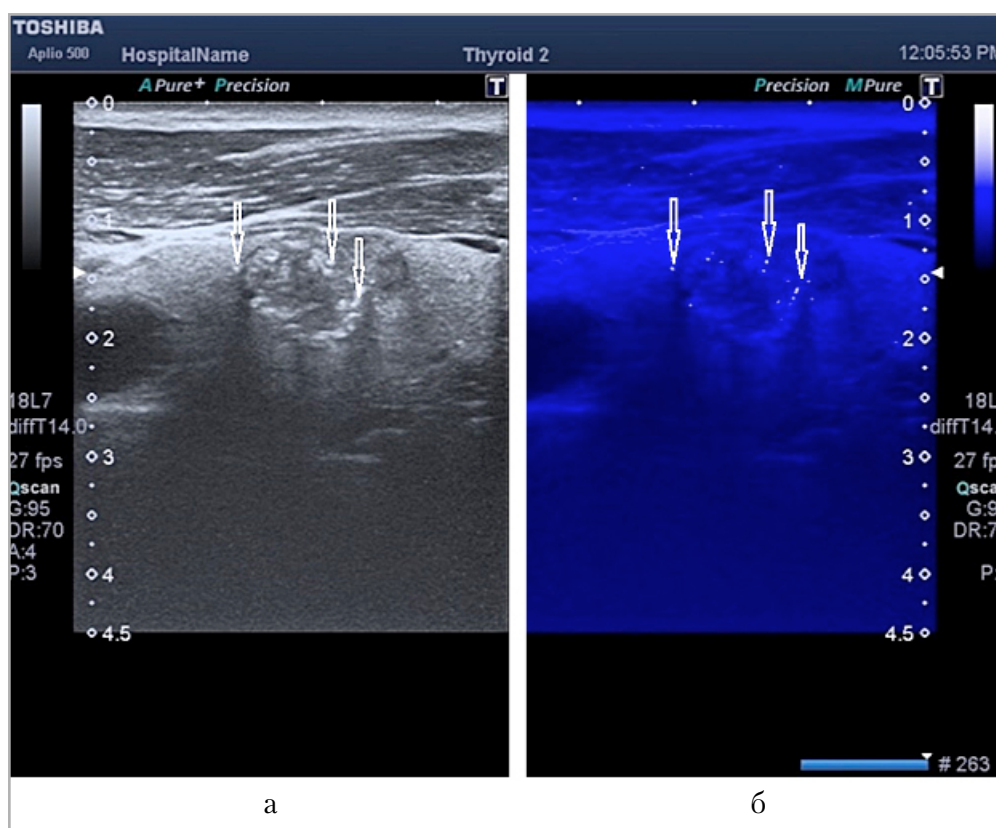


Рис. 4. Эхограмма щитовидной железы: *а* — стандартный В-режим, *б* — режим MicroPure: визуализация МикроКЩЖ в злокачественном узле (стрелки)

ющей к ней ткани щитовидной железы; в ткани узла и неизменной паренхиме в отдалении от образования признаков микрокальцификации не выявлено.

В изучаемой выборке у 65 пациентов ($7,0 \pm 0,8 \%$) заключение УЗИ в В-режиме о наличии МикроКЩЖ после исследования в режиме MicroPure было изменено. В т. ч. у 5 ($0,5 \pm 0,2 \%$) ложноположительное заключение о наличии МикроКЩЖ было полностью снято. Еще в 11 наблюдениях ($1,2 \pm 0,4 \%$) только часть точечных гиперэхогенных объектов имела признаки микрокальцификации, что позволило оценить их как МикроКЩЖ, другие же включения, подобные микрокальцификатам в серошальном изображении, не имели характерного «свечения» в режиме MicroPure, т. е. заключение о наличии микрокальцификации не было изменено, но была более точно оценена ее выраженность.

Таким образом, всего у 65 пациентов ($7,0 \pm 0,8 \%$) применение режима MicroPure позволило уточнить (в 57 случаях [$6,1 \pm 0,8 \%$]) или принципиально изменить (в 8 случаях [$0,9 \pm 0,3 \%$]) заключение о микрокальцификации в щитовидной железе.

Из 71 пациента с МикроКЩЖ в 49 случаях ($69,0 \pm 5,5 \%$) применение режима MicroPure позволило улучшить визуализацию указанных включений по сравнению с В-режимом, в т. ч. в 3 ($4,2 \pm 2,4 \%$) — избежать ложноотрицательного заключения в отношении наличия МикроКЩЖ.

Далее был проведен анализ зависимости частоты кальцификации от риска злокачественности узлового образования, которую оценивали в соответствии с УЗ классификацией и стратификационной шкалой THIRADS [4] по вышеуказанным грациям (табл.).

Количество и удельный вес случаев кальцификации разных типов
в щитовидной железе в зависимости от градации THIRADS

Градация THIRADS	n	МикроКЩЖ	МакроКЩЖ	Кальциниро- ванный узел	Кальцини- рованная капсула	Всего КЩЖ
1	87	1 (1,1 ± 1,1 %)	2 (2,3 ± 1,6 %)	—	—	3 (3,4 ± 2,0 %)
2	181	8 (4,4 ± 1,5 %)	15 (8,3 ± 2,0 %)	6 (3,3 ± 1,3 %)	3 (1,7 ± 0,9 %)	21 (11,6 ± 2,4 %)
3	577	34 (5,9 ± 1,0 %)	65 (11,3 ± 1,3 %)	16 (2,8 ± 0,7 %)	8 (1,4 ± 0,5 %)	123 (21,3 ± 1,7 %)
4a	60	17 (28,3 ± 5,8 %)	17 (28,3 ± 5,8 %)	1 (1,7 ± 1,7 %)	2 (3,3 ± 2,3 %)	37 (61,7 ± 6,3 %)
4б	27	11 (40,7 ± 9,5 %)	5 (18,5 ± 7,5 %)	1 (3,7 ± 3,6 %)	—	17 (63,0 ± 9,3 %)
Всего	932	71 (7,6 ± 0,9 %)	104 (11,2 ± 1,0 %)	24 (2,6 ± 0,5 %)	13 (1,4 ± 0,4 %)	212 (22,7 ± 2,1 %)

Средняя частота КЩЖ в изучаемой выборке составила $22,7 \pm 2,1$ %. Следует отметить, что КЩЖ были выявлены не только в потенциально злокачественных узловых образованиях, но и в узлах с низким риском злокачественности, доброкачественных и даже в паренхиме ЩЖ без узлообразования (достаточно редко — $3,4 \pm 2,0$ %). Так, клинический пример иллюстрирует наличие узлового образования щитовидной железы, эхографические характеристики которого позволяют определить его как коллоидный узел, т. е. доброкачественное образование, не требующее морфологической верификации — THIRADS 2 (рис. 5). Однако в нем визуализируются МикроКЩЖ, что подтверждается при

исследовании с применением технологии MicroPure.

Распределение частоты кальцификации в зависимости от риска злокачественности, определяемой по шкале THIRADS, было неоднотипным в зависимости от типа кальцификатов.

Полученные данные указывают на значимую сопряженность (критерий хи-квадрат) градации THIRADS и частоты МикроКЩЖ ($p < 0,0001$), корреляция между этими признаками является прямой и статистически значимой (коэффициент корреляции $R_s = 0,9332$, $p = 0,0459$). Однако выявление МикроКЩЖ не только в имеющих низкий риск злокачественности (в $5,9 \pm 1,0$ %) и доброкачественных (в $4,4 \pm 1,5$ %) узлах,

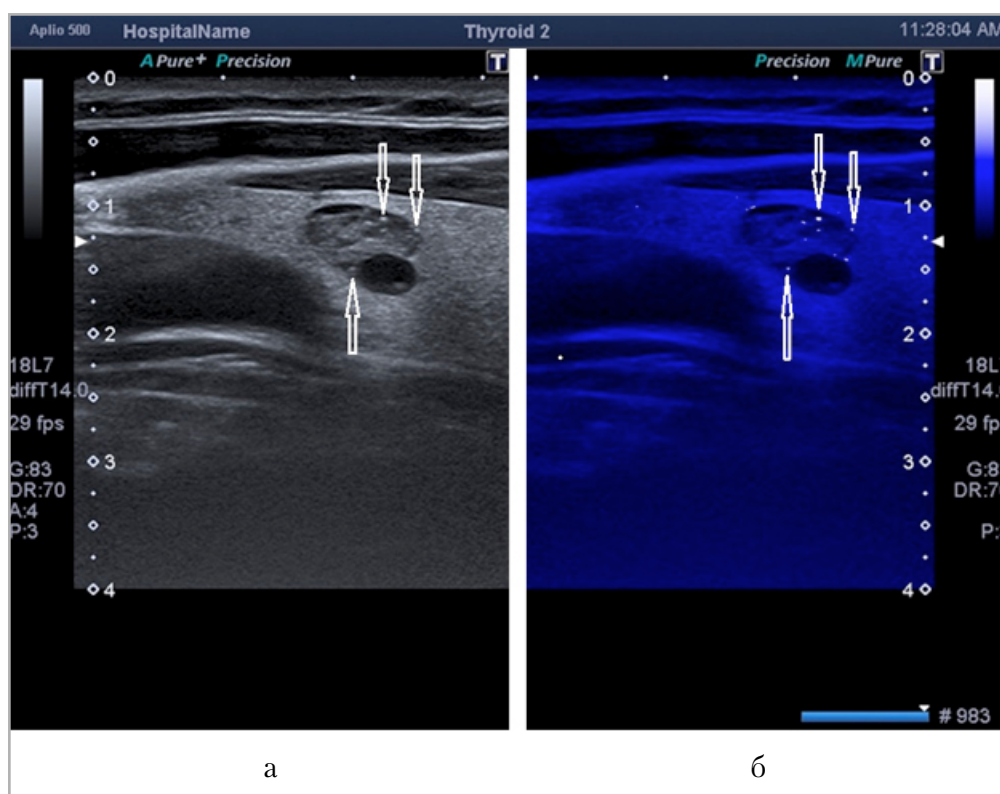


Рис. 5. Эхограмма щитовидной железы: *а* — стандартный В-режим, *б* — режим MicroPure: визуализация МикроКЩЖ в коллоидном узле (стрелки)

но даже в неизмененной паренхиме ($1,1 \pm 1,1$ %) не позволяет считать наличие МикроКЩЖ достаточно специфичным признаком рака щитовидной железы.

Для МакроКЩЖ зависимость не является линейной за счет статистически значимого снижения частоты МакроКЩЖ в группе с наибольшим риском злокачественности — THIRADS 4б, в связи с чем сопряженность ($p = 0,861$) и корреляция (коэффициент корреляции $R_s = 0,8271$, $p = 0,1253$) не являются статистически значимыми.

Для кальцинированных узлов ($R_s = 0,6158$, $p = 0,3081$) и кальцинированных капсул ($R_s = 0,1844$, $p = 0,7763$) зависимость между риском злокачественности и наличием кальцификации отсутствует.

Таким образом, УЗИ щитовидной железы с применением технологии MicroPure позволяет выявить признаки кальцификации, что может быть использовано в оценке риска злокаче-

ственности и определении дальнейшей тактики ведения пациента.

Выводы

1. Кальцификация в узловых образованиях щитовидной железы представлена макрокальцификатами ($11,2 \pm 1,0$ %), микрокальцификатами ($7,6 \pm 0,9$ %), полностью кальцинированными узлами ($2,6 \pm 0,5$ %) и образованием кальцинированной капсулы узла ($1,4 \pm 0,4$ %); эти формы имеют характерные эхопризнаки и могут быть дифференцированы при УЗИ.
2. Технология MicroPure позволяет улучшить визуализацию МикроКЩЖ, особенно в гиперэхогенных узлах и их компонентах, у $69,0 \pm 5,5$ % пациентов с таковыми включениями и дифференцировать их от иных точечных структур со сходными в В-режиме эхографическими характеристиками. В отношении прочих видов кальцификации в щи-

товидной железе данная технология неинформативна.

3. Частота микрокальцификации в узловых образованиях щитовидной железы значимо сопряжена ($p < 0,0001$) и коррелирует ($R_s = 0,9332$, $p = 0,0459$) с риском их злокачественности, однако МикроКЩЖ могут быть выявлены и в доброкачественных узлах ($4,4 \pm 1,5 \%$), и в неизменной паренхиме ($1,1 \pm 1,1 \%$), что ограничивает диагностическую ценность данного критерия. Зависимость частоты прочих видов кальцификации от риска злокачественности либо отсутствует, либо не является линейной.

Список источников

1. Данильченко С. Н., Станиславов А. С., Кузнецов В. Н., Коченко А. В., Калиниченко Т. Г., Резник А. В., Стариков В. В., Москаленко Р. А., Романюк А. Н. Структура и морфология нанокристаллических кальцификатов щитовидной железы // Ж. нано- и электронной физики. 2016. Т. 8. № 1. С. 01031–01036.
2. Зубов А. Д., Зубов А. А., Караман А. В. Кальцификаты щитовидной железы: анализ данных ультразвукового исследования // Университетская клиника. 2021. Приложение II. С. 198–199.
3. Зубов А. Д., Сенченко О. В., Зубов А. А., Караман А. В. Ультразвуковая классификация узлов щитовидной железы THIRADS — десятилетний опыт использования // Университетская клиника. 2021. Т. 2. № 39. С. 80–88.
4. Зубов А. Д., Чирков Ю. Э., Чередниченко С. И., Губанов Д. М. THIRADS — ультразвуковая классификация узлов щитовидной железы // Променева діагностика, променева терапія. 2010. N 3. С. 33–38.
5. Степанов В. Г., Александров Ю. К., Тимофеева Л. А. Остеокальцификаты узлов щитовидной железы // Медицинский вестник Евразии. 2023. N 2. С. 139–150.
6. Тимофеева Л. А., Степанов В. Г., Александров Ю. К., Насруллаев М. Н. Ультразвуковое исследование кальцинированных образований щитовидной железы. REJR. 2023. N 13(1). С. 49–57.
7. D'Arbo A., Cintra G. Clinical, Laboratory, Ultrasound and FNB aspects of thyroid nodules with calcifications // Open J. Thyroid Res. 2019. V. 2, no. 1. P. 001–004.
8. De Santis S., Sotgiu G., Crescenzi A., Taffon C., Felici A. C., Orsini M. On the chemical composition of psammoma bodies microcalcifications in thyroid cancer tissues // J. Pharm. Biomed. Anal. 2020. V. 190. P. 113534.
9. Ferreira L. B., Gimba E., Vinagre J., Sobrinho-Simoes M., Soares P. Molecular Aspects of Thyroid Calcification // Int. J. Mol. Sci. 2020. V. 21, no 20. P. 7718.
10. Guerlain J., Perie S., Lefevre M., Perez J., Vandermeersch S., Jouanneau C., Huguet L., Frochot V., Letavernier E., Weil R., Rouziere S., Bazin D., Daudon M., Haymann J. P. Localization and characterization of thyroid microcalcifications: A histopathological study // PLoS One. 2019. V. 14, no 10. P. 1–13.
11. Kobaly K., Kim C. S., Langer J. E., Mandel S. J. Macrocalcifications Do Not Alter Malignancy Risk Within the American Thyroid Association Sonographic Pattern System When Present in Non-High Suspicion Thyroid Nodules // Thyroid. 2021. V. 31, no 10. P. 1542–1548.
12. Machado P., Eisenbrey J. R., Stanczak M., Cavanaugh B. C., Zorn L. M., Forsberg F. Characterization of Breast Microcalcifications Using a New Ultrasound Image-Processing Technique // Journal of Ultrasound in Medicine. 2018. V. 38, no. 7. P. 1733–1738.
13. Nabahati M., Ghaemian N., Moazezi Z., Mehraeen R. Different sonographic features of peripheral thyroid nodule calcification and risk of malignancy: a prospective observational study // Pol. J. Radiol. 2021. V. 86. P. e366–e371.
14. Segal Ph. Calcifications on thyroid ultrasound do not necessarily represent

thyroid cancer // *Clinical Thyroidology*. 2018. V. 11, no. 5. P. 8–9.

15. Shin H. S., Na D. G., Paik W., Yoon S. J., Gwon H. Y., Noh B. J., Kim W. J. Malignancy Risk Stratification of Thyroid Nodules with Macrocalcification and Rim Calcification Based on Ultrasound Patterns // *Korean J. Radiol.* 2021. V. 22, no 4. P. 663–671.

References

1. Danilchenko S. N., Stanislavov A. S., Kuznetsov V. N., Kochenko A. V., Kalinichenko T. G., Reznik A. V., Starikov V. V., Moskalenko R. A., Romaniuk A. M. Structure and morphology of nanocrystalline thyroid calcifications. *Zh. nano- i jelektronnoj fiziki*. 2016;8(1):01031–01036. (In Russ.).
2. Zubov A. D., Zubov A. A., Karaman A. V. Thyroid calcifications, analysis of ultrasound data. *Universitetskaja klinika*. 2021. App. II. P. 198–199. (In Russ.).
3. Zubov A. D., Senchenko O. V., Zubov A. A., Karaman A. V. Ultrasound classification of thyroid gland nodes THIRADS – ten years of experience. *Universitetskaja klinika*. 2021;2(39):80–88. (In Russ.).
4. Zubov A. D., Chirkov Yu. E., Cherednichenko S. I., Gubanov D. M. THIRADS – ultrasound classification of thyroid nodes. *Promeneva diagnostika, promeneva terapija*. 2010;3:33–38. (In Russ.).
5. Stepanov V. G., Aleksandrov Ju. K., Timofeeva L. A. Osteocalcifications of thyroid nodules. *Medicinskij vestnik Evrazii*. 2023;2:139–150. (in Russ.).
6. Timofeeva L. A., Stepanov V. G., Alexandrov Yu. K., Nasrullaev M. N. Ultrasound examination of thyroid calcified formations. *REJR*. 2023;13(1): 49–57. (In Russ.).
7. D'Arbo A., Cintra G. Clinical, Laboratory, Ultrasound and FNB aspects of thyroid nodules with calcifications. *Open J. Thyroid Res*. 2019;2(1):001–004.
8. De Santis S., Sotgiu G., Crescenzi A., Taffon C., Felici A. C., Orsini M. On the chemical composition of psammoma bodies microcalcifications in thyroid cancer tissues. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 2020;190:113534.
9. Ferreira L. B., Gimba E., Vinagre J., Sobrinho-Simoes M., Soares P. Molecular Aspects of Thyroid Calcification. *Int. J. Mol. Sci.* 2020;21(20):7718.
10. Guerlain J., Perie S., Lefevre M., Perez J., Vandermeersch S., Jouanneau C., Huguet L., Frochot V., Letavernier E., Weil R., Rouziere S., Bazin D., Daudon M., Haymann J. P. Localization and characterization of thyroid microcalcifications: A histopathological study. *PLoS One*. 2019;14(10):1–13.
11. Kobaly K., Kim C. S., Langer J. E., Mandel S. J. Macrocalcifications Do Not Alter Malignancy Risk Within the American Thyroid Association Sonographic Pattern System When Present in Non-High Suspicion Thyroid Nodules. *Thyroid*. 2021; 31(10):1542–1548.
12. Machado P., Eisenbrey J. R., Stanczak M., Cavanaugh B. C., Zorn L. M., Forsberg F. Characterization of Breast Microcalcifications Using a New Ultrasound Image-Processing Technique. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2018;38(7): 1733–1738.
13. Nabahati M., Ghaemian N., Moazezi Z., Mehraeen R. Different sonographic features of peripheral thyroid nodule calcification and risk of malignancy: a prospective observational study. *Pol. J. Radiol.* 2021;86:e366–e371.
14. Segal Ph. Calcifications on thyroid ultrasound do not necessarily represent thyroid cancer. *Clinical Thyroidology*. 2018;11(5):8–9.
15. Shin H. S., Na D. G., Paik W., Yoon S. J., Gwon H. Y., Noh B. J., Kim W. J. Malignancy Risk Stratification of Thyroid Nodules with Macrocalcification and Rim Calcification Based on Ultrasound Patterns. *Korean J. Radiol.* 2021; 22(4):663–671.

Сведения об авторах / Information about the authors

Зубов Александр Демьянович, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры внутренних болезней № 2 ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Донецк, ДНР, Россия.

283003, г. Донецк, пр. Ильича, д. 14.

+7 (949) 437-29-13

Вклад автора: разработка дизайна исследования, сбор и анализ клинического материала, принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Zubov Aleksandr Dem'yanovich, M. D. Med., Professor, Professor of the Department of Human Diseases No. 2 M. Gorky Donetsk State Medical University Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Donetsk, DPR, Russia. 14, Ilyich Prospect, Donetsk, 283003, DPR, Russia.

+7 (949) 437-29-13

Contribution of the author: development of study design, collection and analysis of clinical material, taking responsibility for all aspects of the work, the integrity of all parts of the article and its final version.

Кутя Анастасия Евгеньевна, клинический ординатор кафедры внутренних болезней № 2 ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Донецк, ДНР, Россия.

283003, г. Донецк, пр. Ильича, д. 14.

+7 (949) 313-01-94

Вклад автора: сбор и статистическая обработка клинического материала, анализ литературных данных, написание и иллюстрация текста статьи.

Kut'ya Anastasiya Evgen'evna, Clinical Resident of the Department of Human Diseases No. 2 M. Gorky Donetsk State Medical University Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Donetsk, DPR, Russia.

14, Ilyich Prospect, Donetsk, 283003, DPR, Russia.

+7 (949) 313-01-94

Author's contribution: collection and statistical processing of clinical material, analysis of literature data, writing and illustration of the text of the article.

Финансирование исследования и конфликт интересов

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Funding for the study and conflicts of interest

The research was not funded by any source. The authors declare that this paper, its topic, subject matter, and content do not involve competing interests. The views expressed in the article are those of the authors of the manuscript. The authors attest that they meet the ICMJE international criteria for authorship (all authors contributed substantially to the conceptualization, preparation of the article, and read and approved the final version before publication).

Статья поступила в редакцию 07.08.2023;
одобрена после рецензирования 01.09.2023;
принята к публикации 07.09.2023.

The article was submitted 07.08.2023;
approved after reviewing 01.09.2023;
accepted for publication 07.09.2023.