

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Национальный медицинский исследовательский центр онкологии  
имени Н.Н. Петрова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России)  
*Отдел учебно-методической работы*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Северо-Западный государственный  
медицинский университет имени И.И. Мечникова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России)  
*Кафедра онкологии*

**Костромина Е. В., Красильникова Л. А., Денискин О. Н.,  
Бусько Е. А., Раджабова З. А., Берштейн Л. М.,  
Кадырлеев Р. А., Пономарева О. И., Синячкина Д. А.,  
Багненко С. С., Шевкунов Л. Н., Петрик С. В.,  
Коваленко И. М., Козубова К. В., Курганская И. Н.,  
Каспаров Б. С., Артемьева А. С.,  
Рогачев М. В., Сенишина К. Р.**

## **Мультидисциплинарный подход в диагностике очаговых изменений щитовидной железы**

*Учебное пособие*

Санкт-Петербург  
2022

УДК:616.441-031.84(07)

ББК:54.15я7

Костромина Е. В., Красильникова Л. А., Денискин О. Н., Бусько Е. А., Раджабова З. А., Берштейн Л. М., Кадырлеев Р. А., Пономарева О. И., Сиячкина Д. А., Багненко С. С., Шевкунов Л. Н., Петрик С. В., Коваленко И. М., Козубова К. В., Курганская И. Н., Каспаров Б. С., Артемьева А. С., Рогачев М. В., Сенишина К. Р. Мультидисциплинарный подход в диагностике очаговых изменений щитовидной железы при первичной диагностике: учебное пособие для обучающихся в системе высшего и дополнительного профессионального образования. Санкт-Петербург: НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова, 2022. – 158 с.

ISBN 978-5-6046979-4-8

Рецензент: доктор медицинских наук, профессор Фисенко Елена Полиектовна, главный научный сотрудник лаборатории ультразвуковой диагностики ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского», лучевой диагност, профессор кафедры функциональной и ультразвуковой диагностики ФГБОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), эксперт ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ» (Москва)

В учебном пособии подробно освещены вопросы диагностики заболеваний щитовидной железы на основе современных представлений о патологии щитовидной железы. В нем освещены основные принципы выполнения ультразвуковой диагностики с использованием новейших методов, применение категории TI-RADS, условия выполнения тонкоигольной биопсии.

Учебное пособие предназначено для врачей-ультразвуковых диагностов, врачей-рентгенологов, врачей-цитологов, врачей-хирургов, врачей-онкологов, а также для обучающихся в системе высшего образования (аспирантура, ординатура, специалитет) и дополнительного профессионального образования (повышение квалификации и профессиональная переподготовка).

Утверждено

в качестве учебного пособия

Ученым советом ФГБУ «НМИЦ онкологии

им. Н.Н. Петрова» Минздрава России

протокол № 3 от 15 февраля 2022 г.

ISBN 978-5-6046979-4-8

©Костромина Е. В. Коллектив авторов, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений	5
Введение	7
Глава 1. Ультразвуковое исследование щитовидной железы	11
1.1. Принципы и показания к исследованию щитовидной железы	11
1.2. Методология исследования щитовидной железы	12
1.3. Технология и методики ультразвукового исследования щитовидной железы	19
1.3.1. Эхоструктура тиреоидной ткани	20
1.3.2. Основные требования к протоколу УЗИ при диффузной патологии щитовидной железы	21
1.3.3. Основные требования к протоколу УЗИ при узловой патологии щитовидной железы	25
Глава 2. Возможности мультипараметрического исследования очаговых изменений щитовидной железы	28
2.1. Диагностика очаговых образований щитовидной железы в В-режиме по категории TI-RADS	28
2.1.1. Единая терминологическая платформа описания узлов ЩЖ – TI-RADS	29
2.1.2. Характеристика узлов ЩЖ в В-режиме	29
2.2. Применение доплеровских методик в выявлении очаговых образований щитовидной железы	44
2.3. Возможности соноэластографии при очаговых изменениях щитовидной железы, эластометрия	47
2.3.1. Компрессионная или квазистатическая эластография	51
2.3.2. Динамическая эластография и ее виды	58
2.4. Основные ультразвуковые критерии отбора узлов ЩЖ для биопсии по классификации TI-RADS	63
2.4.1. Основные УЗ-характеристики образований ЩЖ	63
2.4.2. Классификация TI-RADS	64
Глава 3. Методика проведения тонкоигольной аспирационной пункционной биопсии очаговых образований щитовидной железы	81
3.1. Принципы и техника выполнения тонкоигольной аспирационной пункционной биопсии щитовидной железы	81
3.2. Ультразвуковая анатомия щитовидной железы с учетом проведения ТАПБ	82
3.3. Техника проведения ТАПБ щитовидной железы.	83
3.4. Показания к проведению ТАПБ щитовидной железы	84
Глава 4. Цитологические аспекты интерпретации очаговых	

изменений щитовидной железы	86
4.1. Методика проведения цитологических исследований	86
4.2. Классификация ВЕТЕHSDA	89
4.2.1. Категория I. Неинформативный недиагностический материал (НД)	89
4.2.2. Категория II. Доброкачественные неопухолевые процессы	90
4.2.3. Категория III. Атипия неясного значения (АНЗ)	92
4.2.4. Категория IV. Фолликулярная опухоль или подозрение на ФО	93
4.2.5. Категория V. Подозрение на малигнизацию	96
4.2.6. Категория VI. Злокачественные опухоли	97
Глава 5. Роль МР-томографии в оценке распространения рака щитовидной железы	103
Глава 6. УЗ-диагностика регионарных лимфатических узлов при злокачественных поражениях щитовидной железы	107
Заключение	119
Приложения	120
Приложение 1. Пример протокола УЗИ при подозрении на рак щитовидной железы	120
Приложение 2. Демонстрация цитологических срезов патологических изменений в очаговых образованиях щитовидной железы, описанных в главе 4	123
Приложение 3. Классификация TI-RADS	133
Приложение 4. Топографическая анатомия лимфатических узлов шеи по хирургическим уровням	135
Приложение 5. Уровни шеи с группами лимфатических узлов	136
Контрольные вопросы	138
Тестовые задания	140
Список литературы	148

## Список сокращений

АНЗ	– атипия неясного значения
АЭС	– атомная электростанция
БГ	– болезнь Грейвса
ВОЗ	– Всемирная организация здравоохранения
ЗНО	– злокачественное новообразование
ИЦХ	– иммуноцитохимия
КТ	– компьютерная томография
КУУЗИ	– контрастно усиленное УЗИ
ЛТ	– лимфоцитарный тиреоидит
ЛУ	– лимфатические узлы
МР	– медуллярный рак
МРТ	– магнитно-резонансная томография
МТС	– метастатическое
МЭН	– множественные эндокринные неоплазии
НД	– недиагностический (цитологический материал)
НДР	– низкодифференцированный рак
НИФТП	– неинвазивная фолликулярная опухоль с ядрами папиллярного рака
ПР	– папиллярный рак
РЩЖ	– рак щитовидной железы
СПР	– папиллярный рак из столбчатых клеток
СЭГ	– соноэластография
ТАПБ	– тонкоигольная аспирационная пункционная биопсия
ТТГ	– тиреотропный гормон
УЗД	– ультразвуковая диагностика
УЗИ	– ультразвуковое исследование
ФА	– фолликулярная аденома
ФВПР	– фолликулярный вариант папиллярного рака
ФО	– фолликулярная опухоль
ФР	– фолликулярный рак
ЦДК	– цветовое доплеровское картирование
ЩЖ	– щитовидная железа
ЭГ	– эластография
ЭДК	– энергетическое доплеровское картирование
ЭК	– энергетическое картирование
ARFI	– Acoustic Radiation Force Imaging (оценка силы акустического усиления)

- BS – цитологическая классификация Bethesda System
- BI-RADS – Breast Imaging Reporting and Data System (система оценки данных при визуализации молочных желез)
- CPD – Color Pixel Density (плотность цветowych пикселей)
- LI-RADS – Liver Imaging Reporting and Data System (система оценки данных при визуализации печени)
- Lung-RADS – Lung Imaging Reporting and Data System (система оценки данных при визуализации легких)
- PI-RADS – Prostate Imaging Reporting and Data System (система оценки данных при визуализации предстательной железы)
- pSWE – point Shear Wave Elastography (точечная эластография сдвиговых волн)
- SE – Strain Elastography (компрессионная эластография)
- SR – Strain Rate (коэффициент жесткости)
- SWE – Shear Wave Elastography (эластография сдвиговой волны)
- TE – Transient Elastography (транзиентная эластография)
- TI-RADS – Thyroid Imaging Reporting and Data System (система оценки данных при визуализации щитовидной железы)
- TNM – аббревиатура от Tumor, Nodus, Metastasis (международная классификация стадий злокачественных новообразований)

## Введение

Ультразвуковое исследование сохраняет за собой ключевые позиции в обнаружении узловых образований щитовидной железы (ЩЖ). За последние десятилетия отмечается неуклонный рост больных с узловыми образованиями ЩЖ, распространенность которых колеблется от 2 до 6% в общей популяции и от 40 до 60% от всех заболеваний органа [1, 4]. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) данной патологией страдают более 200 млн человек, в эндемичных очагах этот показатель превышает 50% [70].

Рак щитовидной железы занимает доминирующее место среди злокачественных новообразований эндокринной системы. Уровень заболеваемости сохраняет устойчивую тенденцию к росту (рис. 1). В структуре всех злокачественных новообразований РЩЖ занимает около 0,5-3% [11,17].



Рис. 1 Заболеваемость и смертность от онкологических новообразований в мире [17].

Распространенность злокачественных новообразований (ЗНО) ЩЖ в России в 2017 г. составила 109 на 100 тыс. населения, на конец 2017 г. в онкологических диспансерах Российской Федерации на учете находились 159873 больных раком щитовидной железы (РЩЖ), в 2017 г. взято на учет 11380 больных с впервые в жизни установленным диагнозом РЩЖ [16] (рис. 1). Заболеваемость РЩЖ растет преимущественно за счет высокодифференцированных форм рака. В России с 2010 по 2015 гг. заболеваемость этими формами РЩЖ выросла с 5,9 до 7,2 на 100 тыс. населения, прирост за 6 лет составил более 20% [11, 16].

Рак щитовидной железы значительно чаще встречается у женщин (соотношение женщины: мужчины = 3:1), что объясняется особенностями гормонального статуса. Ежегодно выявляется около 8000-9500 случаев РЩЖ в России, из них 1000-1500 у мужчин и 7000-8000 у женщин. Данные по Санкт-Петербургу в период между 1990 и 2003 гг. составляли 1,4-2,2 (на 100000) у мужчин и 3,5-6,7 (на 100000) у женщин [1, 11].

Заболеваемость РЩЖ по данным различных авторов приходится на возраст 41-45 лет, но нередко случаи диагностики злокачественных опухолей щитовидной железы (ЩЖ) в молодом, юношеском и даже детском возрасте. Доля больных с опухолевым процессом I-II стадий доходит до 75,0 %, III стадии – 15,4%. У 8,5% пациентов при установлении диагноза были выявлены метастазы в отдаленных органах. Показатель выявляемости злокачественных новообразований ЩЖ при проведении профилактических осмотров составляет лишь 16,7%.

Заболеваемость РЩЖ по данным различных авторов приходится на возраст 41-45 лет, но нередко случаи диагностики злокачественных опухолей щитовидной железы (ЩЖ) в молодом, юношеском и даже детском возрасте. Доля больных с опухолевым процессом I-II стадий доходит до 75,0 %, III стадии – 15,4%. У 8,5% пациентов при установлении диагноза были выявлены метастазы в отдаленных органах. На конец 2006 года число больных с данной патологией, состоявших на учете в онкологических учреждениях, составляет 94478 человек. Из них 57249 пролеченных пациентов наблюдается 5 лет и более без признаков прогрессирования [1, 11, 16].

Наиболее важную роль в развитии рака щитовидной железы отводят ионизирующему излучению, наследственности, стрессам, хроническому дефициту йода [33, 80]. Причем ионизирующее излучение среди множества факторов экзогенного характера занимает первое



место, что было установлено многими эпидемиологическими исследованиями [11, 12, 21, 49]. Так, в результате аварии на Чернобыльской АЭС более чем в 10 раз возросла заболеваемость папиллярным раком щитовидной железы среди лиц, находившихся на данной территории [21, 23, 27, 45].

Одной из причин возникновения спонтанных раков являются факторы внутренней среды организма, изменяющие генетический контроль нормального онтогенеза ЩЖ с возникновением и последующим разрастанием опухолевых клеток. Вследствие этого исходным моментом возникновения спонтанного рака является мутационный процесс, который может возникнуть в любом организме [18, 91].

Эндогенные причины возникновения рака ЩЖ в полной мере изучены при медуллярном раке в виде наследственной патологии, которая отмечается в 10-25 % случаев и может быть представлена как в качестве изолированного поражения, так и входить элементом в комплекс синдромов множественных эндокринных неоплазий 2-го типа (МЭН-2).

Вопрос взаимосвязи рака и «фоновых» процессов является одним из основных в онкологии, так как он касается причинно-следственных отношений в канцерогенезе. Установлено, что дефицит йода в организме служит основной причиной гиперплазии щитовидной железы. Обычно такая гиперплазия является компенсаторной, но иногда становится необратимой. Этому процессу могут способствовать также факторы, блокирующие синтез тиреоидных гормонов. Таким образом, развитию злокачественных новообразований в железе нередко предшествуют узловатая, диффузная и узловатая гиперплазии, доброкачественные опухоли (аденома) [19, 94].

Среди факторов, оказывающих влияние на риск развития РЩЖ, немалое внимание уделяется количеству поступающего в щитовидную железу йода и лучевой нагрузке. Интенсивность захвата йода щитовидной железой определяется как особенностями функционирования «йодной ловушки», так и в значительной степени присутствием йода в среде обитания [44, 92].

Хотя большее число исследователей отдают предпочтение йодной недостаточности в качестве предрасполагающего фактора к РЩЖ у взрослых и детей [11, 33, 49], высказываются и взгляды противоположного характера [80, 91].

Нельзя сказать, что имеется единое мнение и в отношении того, частота каких морфологических вариантов РЩЖ модифицируется в наибольшей степени под влиянием дефицита или избытка йода. Так,

по одним данным, в случае заметной недостаточности йода в организме (экскреция йода – менее 50-70 мкг/сут.) относительный прирост заболеваемости происходит за счет фолликулярных карцином, а папиллярный рак начинает доминировать, напротив, при использовании йодной профилактики [45].

По другим наблюдениям, особой зависимости гистотипа РЩЖ от поступления йода ингаляционным путем, с водой и пищевыми продуктами не выявлено. Некоторые исследователи полагают, что механизм воздействия йода на щитовидную железу опосредован изменениями в секреции ТТГ, другие подобного отклонения в тиреоидном гомеостазе не усматривают [4, 50].

Помимо неблагоприятных факторов окружающей среды, связанных с промышленным производством и использованием атомной энергии, источниками нежелательного облучения щитовидной железы могут служить и терапевтические мероприятия, проводимые по поводу внетиреоидной патологии (лимфопролиферативные заболевания, опухоли головы и шеи и т.д.). Считается, что риск радиоиндуцированных опухолей щитовидной железы у людей, подвергавшихся в упомянутом контексте лучевой терапии, в течение первых 5 лет в 15-50 раз выше, чем у больных, не получавших данный вид терапии [44, 50].

Канцерогенное действие ионизирующей радиации наиболее высоко в возрасте до 15-19 лет, что нередко объясняют значительно большей (до 50-70 раз по сравнению с 40-60 годами) интенсивностью пролиферации тиреоцитов в этот период времени. В качестве дополнительных патогенетических и модифицирующих факторов радиационного канцерогенеза в тиреоидной ткани рассматриваются доза и тип облучения, пол субъекта, особенности ангиогенеза, аутоиммунные реакции.

## Глава 1.

### Ультразвуковое исследование щитовидной железы

В данной главе рассмотрены основные принципы, методология и показания к исследованию щитовидной железы, а также методики проведения её сканирования.

#### 1.1. Принципы и показания к исследованию щитовидной железы

В настоящее время для диагностики заболеваний ЩЖ используют датчики, работающие на частоте 5-18 МГц (чаще 7,5-15 МГц) (рис. 2, 3).

При больших размерах ЩЖ иногда удобнее использовать конвексные датчики с частотой 3,5-5 МГц, при наличии загрудинного компонента – конвексные или секторные датчики с частотой 2,5-5 МГц [5, 24, 25, 34].



Для визуализации поверхностных органов выбирают линейный датчик с максимальной апертурой.

Рис. 2. Линейный датчик, работающий на частоте 5-18 МГц (чаще 7,5-15 МГц) [Электронный ресурс: <https://appmed.ru/gynecology-obstetrics/gynecology-obstetrics-002>].



Рис. 3. Диапазон исследуемых органов ультразвуковыми датчиками от 3 до 15 МГц [Электронный ресурс: <https://appmed.ru/gynecology-obstetrics/gynecology-obstetrics-002>].

В базовый протокол УЗИ ЩЖ необходимо включать В-режим в сочетании с режимом цветового или энергетического доплеровского картирования (ЦДК/ЭДК).

При выявлении узлового образования возможно расширение протокола УЗИ дополнительными доступными современными методиками (в зависимости от возможностей аппаратуры: эластография, введение контрастных препаратов, др.).

## 1.2. Методология исследования щитовидной железы

Щитовидная железа оценивается по следующим ключевым критериям:

1. Оценка щитовидной железы:
  - ее расположение (обычное, дистопия, эктопия);
  - размеры, объем (сопоставление с нормой по полу, возрасту);
  - границы, контуры (ровные, неровные; четкие, нечеткие);
  - форма (обычная, врожденные аномалии: дольчатое строение,

аплазия, гипоплазия, зоб);

- экзогенность (нормальная – аналогичная околоушным большим слюнным железам, пониженная, повышенная);
- экоструктура (однородная, неоднородная);
- эластичность по данным соноэластографии;
- кровеносные сосуды паренхимы ЩЖ (интенсивность, симметричность).

## 2. Изменения в щитовидной железе:

- характер изменений (диффузные, очаговые, смешанные);
- расположение (по долям, сегментам) (рис. 4);

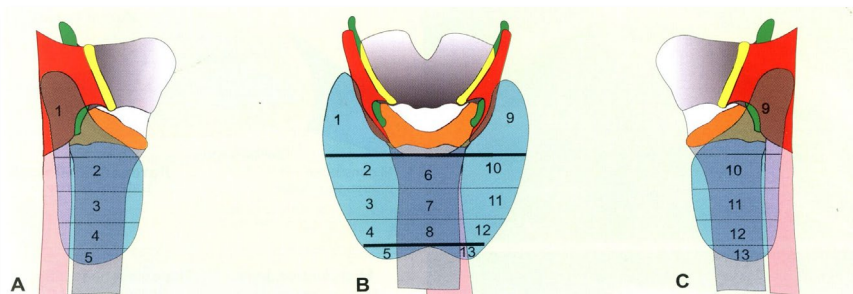


Рис. 4. Схема строения щитовидной железы по долям и сегментам (а – вид справа; в – вид спереди; с – вид слева) [27]:

- 1 – верхний полюс правой доли;
- 2, 3, 4 – средний сегмент правой доли;
- 2 – верхняя часть среднего сегмента;
- 3 – центральная часть среднего сегмента;
- 4 – нижняя часть среднего сегмента;
- 5 – нижний полюс правой доли;
- 6, 7, 8 – перешеек щитовидной железы;
- 6 – верхняя часть перешейка;
- 7 – центральная часть;
- 8 – нижняя часть перешейка;
- 9 – верхний полюс левой доли;
- 10, 11, 12 – средний сегмент левой доли;
- 10 – верхняя часть среднего сегмента;
- 11 – центральная часть среднего сегмента;
- 12 – нижняя часть среднего сегмента;

- 13 – нижний полюс левой доли.
- количество образований (узлов);
  - контуры (четкость);
  - границы (ровность);
  - размеры (в трех взаимно перпендикулярных плоскостях) (рис. 5);

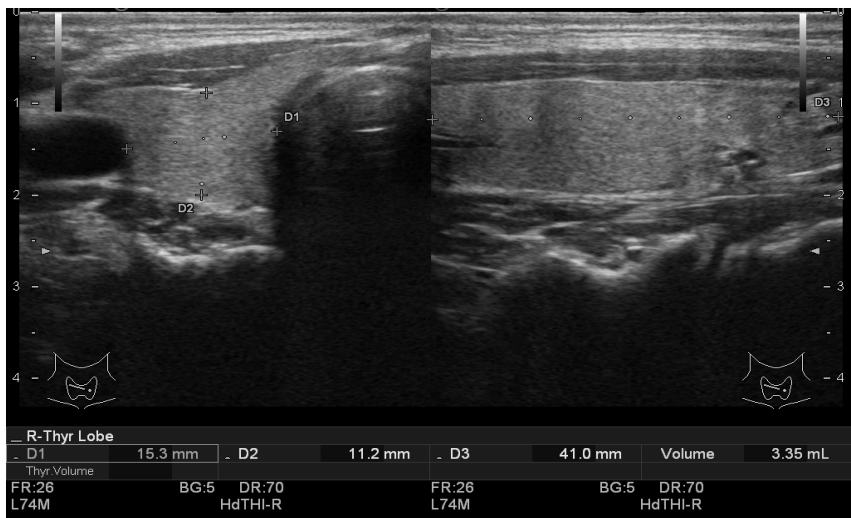


Рис. 5. Измерение объёма щитовидной железы (оригинальный рисунок).

- эхогенность, эхоструктура очаговых образований;
- эластичность образований при подозрении на рак;
- их васкуляризация.

3. Взаимоотношения щитовидной железы с окружающими структурами.

4. Состояние регионарных зон лимфооттока.

Ультразвуковой датчик располагают на передней поверхности шеи полипозиционно, полипроекционно, перемещая его последовательно от яремной вырезки вверх до области подъязычной кости (или в обратной последовательности), преимущественно в поперечной и продольных проекциях с применением ультразвукового геля (рис. 6) [5, 24].



а – поперечное сканирование



б – продольное сканирование

Рис. 6. Полипозиционное и полипроекционное сканирование датчиком щитовидной железы – основные измерения (оригинальный рисунок).

Исследование сопровождается минимальным давлением датчика на кожу пациента во избежание возможной компрессионной деформации исследуемых структур, изменения их топографо-анатомических соотношений, неприятных ощущений и дискомфорта пациента.

После определения расположения, места наилучшей визуализации ЩЖ, дифференцировки долей, перешейка проводят измерение объема – ультразвуковую волнометрию. Размеры ЩЖ оценивают по эхограммам, получаемым как минимум в 5 плоскостях сканирования: поперечной, продольных и косых для правой и левой долей (рис. 7) [5, 23, 27].

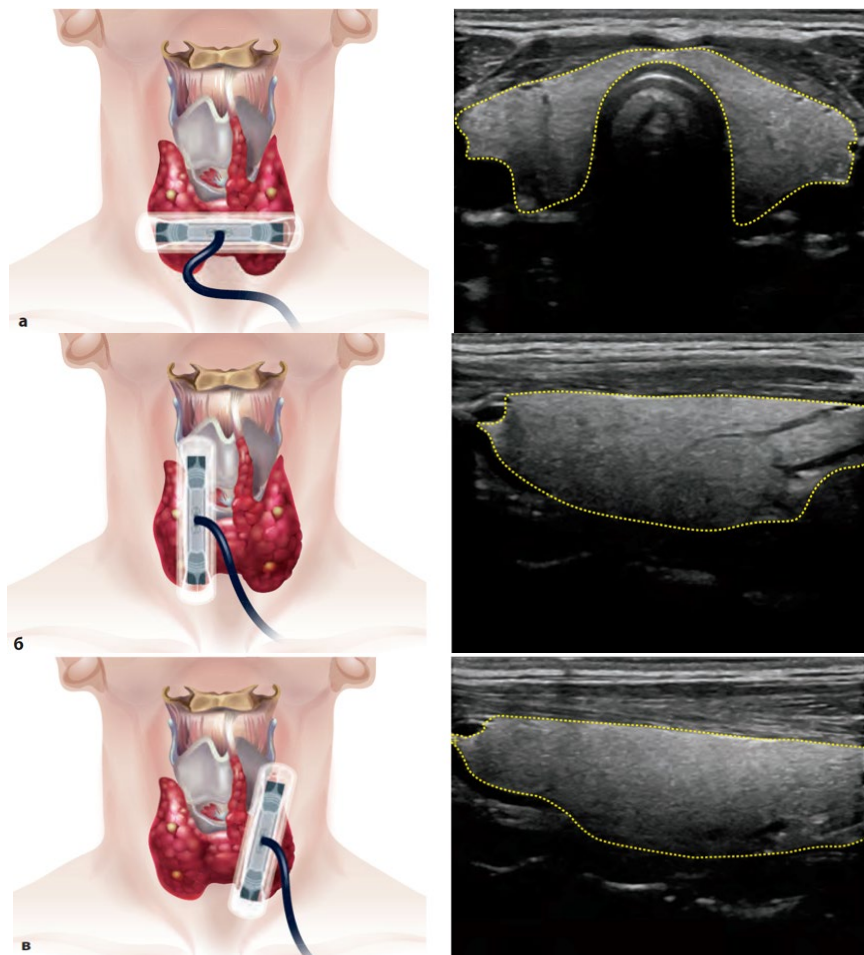


Рис. 7. Основные положения ультразвукового датчика при измерениях щитовидной железы: а – поперечный срез; б – продольный срез; в – косой срез ([27], оригинальный рисунок).



Положение датчика на шее обследуемого должно сопровождаться минимальным давлением на кожу (избегать расплющивания долей, что искажает результат в сторону возможного завышения – особенно у детей) [23, 25].

Измерять линейные размеры следует только на таких поперечных и продольных срезах долей, которые отражают максимальную их величину (случайный или иной произвольный выбор срезов приведет к ложному занижению фактической величины). Выбирая поперечный срез, следует ориентироваться на истинную (анатомическую) поперечную плоскость сечения (горизонтально – не под углом), тогда как продольный размер (длина или высота долей) в действительности определяется по оси, отклоняющейся от вертикальной.

Оптимальным является такое косо-вертикальное положение датчика, когда он ориентирован параллельно наружному краю кивательной (грудино-ключично-сосцевидной) мышцы.

При измерении размеров щитовидной железы крайне важно помнить, что пространственную величину органа характеризует только суммарный объем железистой ткани, а отдельно определяемые линейные параметры (толщина, ширина и длина долей; в том числе и площадь их сечения в прямом или поперечном срезах) никакой смысловой нагрузки не несут [102].

Для того и измеряется не менее трех линейных размеров каждой доли (в см), чтобы на их основании по формуле J. Vgunn (1981) рассчитать величину тиреоидного объема (в мл или в см<sup>3</sup>), равную сумме произведений трех размеров справа и слева, умноженной на поправочный коэффициент 0,479. Другие способы, формулы или поправки на иные индексы являются устаревшими и не соответствуют стандарту ВОЗ (рис. 4) [23, 27, 34].

Раздельный подсчет объема долей не проводится, поскольку только их суммарная величина отражает количество синтезирующей гормоны ткани. Оценка симметричности величины долей лишена клинического смысла и не нужна, так как в норме, как минимум, три четверти здоровых людей имеют физиологическую асимметрию размеров всех парных органов.

Приемлемой для клинической практики и адекватной для эндокринологов унифицированной классификации степеней увеличения тиреоидного объема (в отличие от пальпаторно-визуальной шкалы ВОЗ, 1994) в мире нет.

Для клинициста важен вопрос – отличается ли тиреоидный объем у обследуемого пациента от нормального стандарта.

Степень отклонения от верхней границы нормы (при увеличении щитовидной железы, именуемой эндокринологами зобом, а в эхографии – тиромегалией) или от нижнего лимита (при гипоплазии щитовидной железы) при желании может быть выражена только в процентах.

Последняя информация (+% или -%) имеет второстепенное значение и необходима врачу лишь для динамического сравнения изменений абсолютного объема на фоне лечения при оценке его эффективности для коррекции дозы лекарственных препаратов.

Вопрос о том, кто из врачей (специалист по УЗД или эндокринолог) должен давать оценку рассчитанного в результате волюмометрии тиреоидного объема, скорее всего, следует решать в зависимости от возраста пациента.

В детской и подростковой практике интерпретация величины объема проводится только клиницистом, поскольку нормирование учитывает площадь поверхности тела ребенка ( $m^2$ ), для расчета которой необходимы «свежие» сведения о его росте и массе тела (ВОЗ, 1997), которые отображены в таблице 1 [23, 27].

Таблица 1

Величина объёма щитовидной железы в детском возрасте  
(оригинальная таблица) [23, 27]

Возраст, годы	Размеры щитовидной железы у детей, см	
	мальчики	девочки
0-2	0,84+0,38	0,84+0,38
2-3	2,0+0,4	2,0+0,4
4	1,4-2,0	1,3-1,7
5	1,8-2,6	1,6-2,2
6	2,1-2,9	2,1-2,9
7	2,8-3,8	2,4-3,4
8	3,1-4,3	3,1-4,3
9	3,4-4,6	4,0-5,6
10	3,6-5,0	4,2-5,8
11	4,2-5,8	4,4-6,0
12	5,0-7,0	6,3-8,7
13	6,3-8,7	7,0-9,6
14	6,9-9,5	7,2-10,0
15	8,1-11,1	9,0-12,4

Решение аналогичного вопроса у взрослых (в том числе у беременных женщин) может проводиться специалистом по УЗД согласно таблице 2.

Таблица 2

Величина объёма щитовидной железы у взрослых  
(оригинальная таблица)

Вес пациента, кг	Нормальный объем, см <sup>3</sup>	
	у женщин	у мужчин
50	15	18
60	18	20
70	21	23
80	25	28
90	28	30
свыше 100	32	34

Хотя в последнее время и появились основания для уточнения стандартов для лиц старше 18 лет, тем не менее в настоящее время пока используются прежние международные стандарты: для женщин – 4,4-18 мл (для беременных в любом сроке гестации – не более 20), для мужчин – 7,7-25 мл [23, 27, 64].

Описание типичного положения щитовидной железы, а также формы ее долей для абсолютного большинства больных и здоровых людей не имеет принципиального значения. Частично загрудинная локализация нижних полюсов или иное anomальное расположение органа встречается крайне редко. Только в этих случаях и важно привлечь внимание клинициста в заключении УЗИ, в остальных же случаях при составлении протокола – пренебрегать (из соображений экономии времени и средств).

### **1.3. Технология и методики ультразвукового исследования щитовидной железы**

Снижение звукопроводящих свойств паренхимы щитовидной железы является «краеугольным камнем» в диагностике диффузных и очаговых вариантов ее патологии, а оценка данного параметра во многом зависит от настройки аппаратуры и опыта врача. Поэтому при рутинной УЗД нами предложен простой способ, максимально нивелирующий субъективные недостатки, присущие прежним рекоменда-

циям – сравнивать плотность тиреоидной ткани не с мышечными тканями любой локализации (шейными, языка, плечевого бицепса) и не с другими органами (селезенка), а только с таким индивидуальным эталоном нормы, которым служит легко визуализируемая тем же, что и щитовидная железа, датчиком ткань околоушной слюнной железы обследуемого [97, 102].

### 1.3.1. Эхоструктура тиреоидной ткани

Чрезвычайно важно избегать при описании эхоструктуры тиреоидной ткани любых, хотя и распространенных, но весьма субъективных описательных характеристик и эпитетов, а придерживаться стандартной и понятной всем эхографической терминологии (рис. 8).



Рис. 8. Схема эхогенности щитовидной железы (оригинальный рисунок).

Нормальной (однородной) следует признавать только такую мелкозернистую структуру железистой ткани, точечная гипоэхогенная зернистость которой не превышает в диаметре 1 мм. При визуализации на

таким фоне отличающихся по экзогенности участков констатируется неоднородный (гетерогенный) характер эхографической структуры, который в зависимости от распространенности этих изменений может соответствовать диффузной (неузловой) или очаговой (узловой) патологии щитовидной железы [23, 27].

### **1.3.2. Основные требования к протоколу УЗИ при диффузной патологии щитовидной железы**

Ранее нормой считался не только мелкозернистый, но также средне- и крупноячеистый рисунок (множественные мелкие разнокалиберные гипозоногенные включения диаметром от 2 до 4 мм). При описании следует указывать не только диаметр фокусов, но и распространенность (в одной или обеих долях) и локализацию (по всей толще или преимущественно в области переднего/заднего контуров, верхнего/нижнего полюса).

Такая эхографическая картина широко распространена при формировании диффузного эндемического зоба и даже в пока не увеличенных щитовидных железах у населения йоддефицитных территорий, к которым относятся почти все регионы России.

Именовывать подобные изменения «поликистозом щитовидной железы» неверно, такого «диагноза» не существует. С позиций морфологии и клинической эндокринологии данный инструментальный феномен служит признаком тканевой перестройки органа в ответ на патологический дефицит йода или на воздействие других струмогенов (пищевых или экопатогенов) [77].

Морфологическим субстратом подобных изменений, явно несвойственных здоровой щитовидной железе, является коллоидно-кистозная дегенерация ткани с расширением просвета и перерастяжением стенок фолликулов за счет избыточного накопления их секрета – коллоида [5, 12].

Порой в центре таких фолликулов с резко гипозоногенным просветом или периферически появляется единичный точечный гиперэхогенный яркий сигнал, не дающий позади себя тени – так бывает в случаях особенно густой консистенции коллоида на неизменном в остальном фоне. Это физико-оптический феномен, на самом деле в просвете пузырьков ничего, кроме сгущения секрета, нет.

Тем не менее не раз приходилось сталкиваться с неверной трактовкой этих сигналов в виде заключений о наличии «микрокальцинатов»,

«петрификатов» и даже «псаммомных телец». Все три последних термина имеют, как правило, признаки злокачественности поражения и применимы только к таким ситуациям, когда они встречаются в узлах щитовидной железы и дают при этом легкую (тонкую) акустическую тень, особенно хорошо улавливаемую высокочастотным датчиком с изменением направления УЗ-волны при динамическом осмотре (рис. 9).

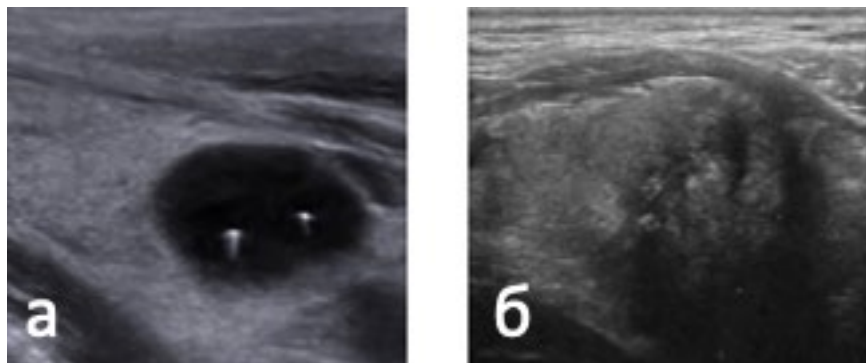


Рис. 9. Очаговые изменения щитовидной железы (оригинальный рисунок): а – макрофолликул со взвесью; б – узел с множественными микрокальцинатами (папиллярный рак).

Но аналогично в виде гипозоногенных включений в щитовидной железе могут визуализироваться и не связанные с йодной недостаточностью воспалительные фокусы на самых начальных стадиях формирования аутоиммунного процесса: их субстратом служат очаги лимфоплазмоцитарной инфильтрации и отека (рис. 10).

Сравнительно редко (во всяком случае, значительно реже, чем это встречается в протоколах УЗИ) подобные изменения возникают в результате вирусиндуцированного разрыва фолликулов при подостром тиреоидите де Кервена-Крайля (рис. 11).

Классические признаки аутоиммунного тиреоидита определяются при УЗИ на стадии развернутой клинической картины заболевания при появлении даже пальпаторно улавливаемых изменений консистенции железы и симптомов нарушения ее гормональной функции [44].

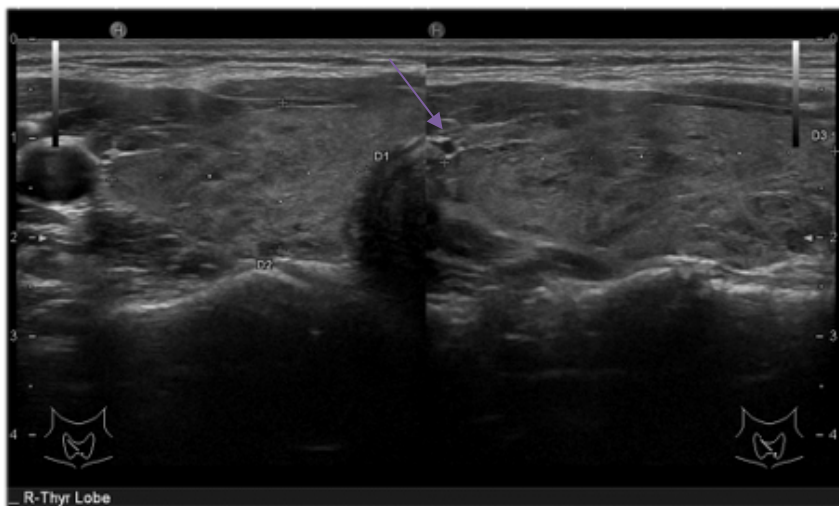


Рис. 10. Диффузные изменения щитовидной железы – воспалительные фокусы до 2-4 мм (оригинальный рисунок).

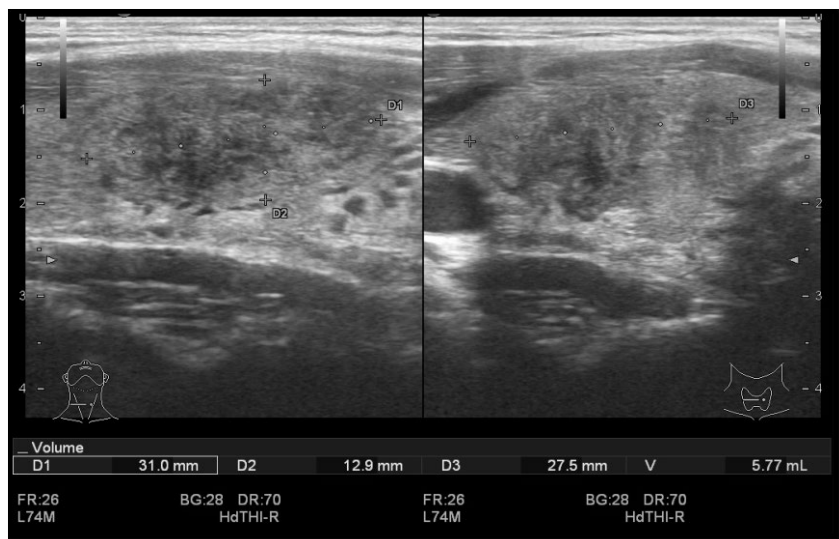


Рис. 11. Диффузно-очаговые изменения щитовидной железы – зоны сниженной эхогенности более 10 мм (оригинальный рисунок).

Такие поздние УЗ-признаки формируют следующую диагностическую триаду:

- тиромегалия (чаще) или гипоплазия щитовидной железы (значительно реже);
- эхогенность тиреоидной ткани, в целом, нерезко – умеренно или незначительно – диффузно снижена;
- на этом фоне в разном соотношении и с различной интенсивностью, в зависимости от давности и активности процесса, обнаруживаются участки неправильной формы с размытыми неровными контурами, изменяющими свое направление и контрастность при перемене положения датчика и направления УЗ-пучка в исследуемой области, и имеющие одни – более резкое снижение плотности (максимальная выраженность аутоагрессии), другие – изоэхогенные к ткани слюнных желез (пока не вовлеченных в воспаление), остальные – гиперэхогенные округлые фокусы или линейные тяжи соединительной ткани (замещающее фиброзирование) (рис. 12).

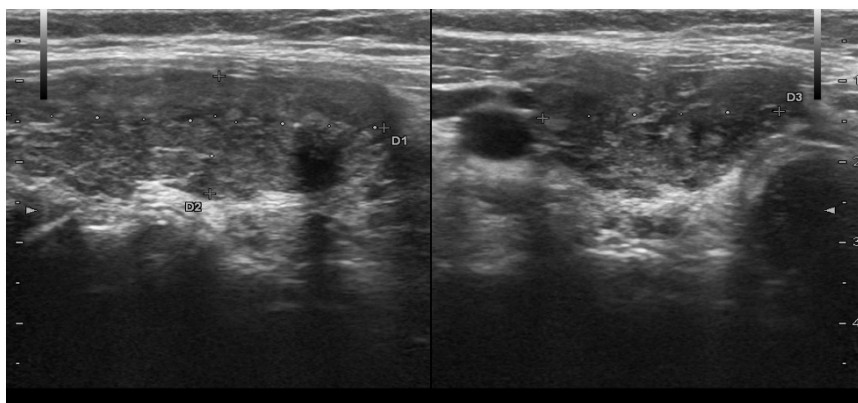


Рис. 12. Диффузные изменения щитовидной железы, с зонами повышенной эхогенности за счёт стромального компонента (оригинальный рисунок).

Такие изменения соответствуют неоднородной ткани щитовидной железы и явно гетерогенному характеру ее эхографической структуры [26, 77].

Прочие признаки заболевания следует описывать, придавая им лишь факультативное значение (бугристые контуры долей, размытый



неровный и прерывистый характер утолщенной и отечной капсулы). Разнообразные словоформы визуально-образного типа, нередко упоминаемые как признаки аутоиммунного тиреоидита («пчелиные соты», «кочья ваты на мокром асфальте», «вспаханное поле», «булыжная мостовая», «полярное сияние», «черная дыра»), неприятны из-за субъективизма и невоспроизводимости даже при повторном пересмотре одним и тем же специалистом [66].

Это очень важно и с деонтологической точки зрения при общении с пациентами и с точки зрения обоснования эндокринологом необходимости дальнейшего обследования иными методами для окончательной верификации природы заболевания щитовидной железы.

Убедительно рекомендуется формулировать только предварительные заключения вероятностного плана («изменения по типу...»), «подобная картина может соответствовать...», «что встречается при...», «так может выглядеть...», «можно предполагать наличие...» и пр.).

### **1.3.3. Основные требования к протоколу УЗИ при узловой патологии щитовидной железы**

Точная ультразвуковая визуализация узлов щитовидной железы с помощью современной аппаратуры возможна в случаях солидных участков – очаговых образований, имеющих размеры  $\geq 3$ -4 мм. Наличие более мелких фокусов, особенно когда они при этом и не пальпируются, отражается в протоколе без применения термина «узел».

В клинической практике приходится сталкиваться со случаями диагностических ошибок, когда только на основании поперечного сканирования за узел ложно принимаются нормальные анатомические структуры, лежащие позади левой или по заднему контуру нижнего отдела правой доли щитовидной железы.

В первом случае ошибка обусловлена синтопией (расположением по соседству) пищевода, экзогенность среза которого близка к тиреоидной ткани (рис. 13).

Во втором случае – вариантом нормальной, хотя и не часто наблюдаемой васкуляризации в бассейне нижней тиреоидной артерии, когда ее основной ствол распадается на мелкие ветви не сразу на уровне проникновения в нижний полюс левой доли щитовидной железы, а продолжает прослеживаться и в толще доли, как бы отсекая на поперечном срезе небольшой округлый участок здоровой ткани и

имитируя несуществующий узел (рис. 14).

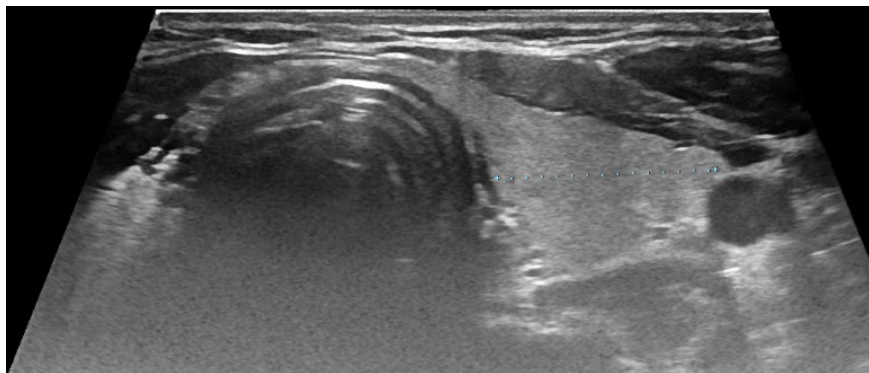


Рис. 13. Нормальные анатомические структуры, лежащие позади по заднему контуру нижней доли правой доли щитовидной железы (оригинальный рисунок).

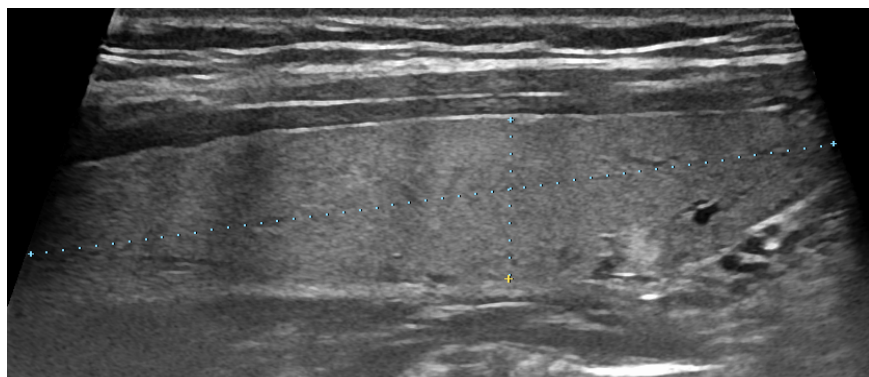


Рис. 14. Вариант нормальной ткани щитовидной железы, хотя и не часто наблюдаемой васкуляризации в бассейне нижней тиреоидной артерии (оригинальный рисунок).

Важно помнить, что в обоих случаях специалист гарантирован от ошибки при использовании классического для УЗД правила: заключение об объемном образовании возможно при его визуализации как минимум в обеих перпендикулярных проекциях (поперечной и продольной).

Тогда изображение пищевода и сосудистой тени удастся, в отличие от истинного узла, «развернуть» в косо-вертикальном сечении в продольные трубчатые структуры. Пищевод легко отдифференцировать от узла с заднемедиальной локализацией в левой доле щитовидной железы и другим способом – при динамической визуализации на фоне глотания.

При описании размеров очагового образования необходимо указывать не менее трех его размеров. Только тогда клиницист сможет определить относительный объем узла и с высокой точностью опираться на его динамику в процессе терапевтического лечения, которое в последние годы все шире практикуется за рубежом и в нашей стране при доброкачественной узловой патологии щитовидной железы (левотироксин в супрессивном режиме).

Информация только о максимальном размере образования и даже о двух его параметрах (особенно без указания, на каком срезе и каким датчиком они измерены) существенно снижает точность оценки эволюции узла на фоне гормональной терапии.

Характеристика эхографических свойств узла щитовидной железы может включать множество самых разнообразных УЗ-признаков, которыми принято описывать и любые другие объемные образования иных органов [48].

Но при этом нельзя забывать те, которые несут для клинициста наиболее важную информацию, принципиально учитываемую при подозрении на злокачественный рост в процессе дифференциальной диагностики узловой патологии щитовидной железы. С примером протокола описания узлового образования можно ознакомиться в Приложении 1.

## Глава 2.

### Возможности мультипараметрического исследования очаговых изменений щитовидной железы

В данной главе будут рассмотрены возможности мультипараметрического ультразвукового исследования щитовидной железы, которое включает в себя исследование в В-режиме, цветное доплеровское картирование и соноэластографию.

#### 2.1. Диагностика очаговых образований щитовидной железы в В-режиме по категории TI-RADS

Для интерпретации результатов визуализирующих инструментальных методов исследования в последние десятилетия внедряются системы стратификации признаков злокачественности выявленной очаговой патологии различных органов: BI-RADS (молочная железа), TI-RADS (щитовидная железа), PI-RADS (предстательная железа), Lung-RADS (легкие), Li-RADS (печень) и др.

Все эти системы строятся по примеру шкалы BI-RADS, предложенной в конце прошлого века Американским обществом радиологов [29, 36, 37, 45], в которой по мере потери признаков доброкачественности и нарастания признаков злокачественности образование переводится в более высокую категорию, где требуется выполнение пункционной биопсии.

В соответствии с категорией предложены рекомендации по дальнейшему ведению пациента. Эта классификация за последние 5 лет находит активное применение для интерпретации результатов ультразвукового исследования (УЗИ), т.к. данный метод является наиболее субъективным из всей инструментальной визуализирующей диагностики, в т.ч. и в России [30].

Система стратификации признаков злокачественности узлов щитовидной железы TI-RADS (*Thyroid Imaging Reporting and Data System*) предложена впервые в 2009 г. E. Horvath et al. для решения вопросов отбора узлов щитовидной железы, выявленных при УЗИ, на биопсию [30, 37, 45] у пациентов с узловым зобом. Предназначена классификация TI-RADS, в первую очередь, для врачей первичного звена. Системы -RADS находятся в постоянном развитии и обновляются по мере накопления опыта их применения [37, 45, 103].

Развитие классификации TI-RADS шло от сравнения узлов с некими шаблонами к калькуляции УЗ-признаков злокачественности

в отдельных категориях [22]. За 10 лет авторы различных модификаций стремились упростить работу и понимание классификации TI-RADS, при этом добиваясь максимального отбора подозрительных узлов на биопсию, избегая гипердиагностики и излишней пункционной активности.

Данный вариант TI-RADS адаптирован для работы в условиях нашего отечественного здравоохранения [29, 30]. Это вариант наиболее близок к европейскому [89] и в последующем, возможно, произойдет их полное слияние.

### **2.1.1. Единая терминологическая платформа описания узлов ЩЖ – TI-RADS**

Кроме ранее описанного стандартной схемы исследования щитовидной железы при выявлении очаговых/узловых изменений в ткани ЩЖ для получения качественного результата необходимо проводить оценку не только в В-режиме, но и обязательно с применением цветодоплерованных методик ЦДК или ЭК. Применение дополнительных ультразвуковых методик (эластография, КУУЗИ, др.) зависит от оснащения ультразвукового прибора [6, 32].

### **2.1.2. Характеристика узлов ЩЖ в В-режиме**

Рассмотрим характеристику узлов щитовидной железы в В-режиме.

Форма: правильная (овальная, овоидная, шаровидная)/неправильная (рис. 15).

Границы: четкие/нечеткие, размытые (рис. 16).

Контур: ровный/неровный лучистый, бугристый, микродольчатый (рис. 17).

Возможно сочетание границы/контуры узла: четкий, ровный; четкий неровный; нечеткий неровный (рис. 18).

Пространственная ориентация образования (рис. 19):

- горизонтальная (ширина больше высоты);
- вертикальная: высота больше ширины (определяется на поперечном срезе);

– неопределенная или шаровидна/округлая (должна определяться как на поперечном срезе, так и на продольном).

Эхогенность ткани узла относительно ткани ЩЖ и окружающих мышц шеи (рис. 20):

- снижена значительно (эхогенность ниже ткани ЩЖ и мышц шеи);
- снижена умеренно (ниже ткани ЩЖ, но не ниже мышц шеи);
- узел изоэхогенный относительно окружающих тканей ЩЖ;
- узел гиперэхогенный относительно окружающих тканей ЩЖ.

Структура узла (рис. 21, 22, 23, 24):

- солидная однородная (гомогенная);
- солидная неоднородная (негомогенная, гетерогенная);
- солидно-кистозная с преобладанием солидного компонента;
- кистозно-солидная с преобладанием кистозного компонента;
- преимущественно кистозная (с пристеночными включениями, взвесью, с пристеночным тканевым компонентом);
- кистозная.

К полностью кистозным образованиям можно отнести (рис. 25, 26):

– простой кистозный «узел»: анэхогенные образования, без утолщенных стенок и без солидного компонента [21]. Этому термину соответствует термин «коллоидная киста» – анэхогенные образования с мелкими гиперэхогенными включениями с артефактом «хвост кометы» – сгущенный коллоид. Поскольку истинных кист в щитовидной железе практически не бывает, эти образования представляют собой умеренно или значительно растянутые сгущенным коллоидом фолликулы. При размере до 1,0 см их можно называть кистозно расширенными или макрофолликулами, при увеличении размеров более 1,0 см остается термин «коллоидная киста» [67];

– губчатый узел: полностью состоит из множественных очень мелких кистозных пространств, отделенных многочисленными перегородками;

– коллоидный/ кистозный узел: анэхогенная структура, имеет тонкие перегородки, нет солидного компонента, в его просвете может быть точечное гиперэхогенное яркое включение, формирующее артефакт «хвост кометы».

Кальцинаты (рис. 27, 28):

– микрокальцинаты  $<1,0$  мм (множественные мельчайшие гиперэхогенные включения без акустических теней, являются микрокальцинатами или псаммомными тельцами, что по данным УЗИ дифференцировать не представляется возможным);

– макрокальцинаты  $>1,0$  мм;

– кальцинированные участки ткани ЩЖ;

– полностью кальцинированные узлы по типу «яичной скорлупы» с ненарушенным контуром/с разорванным контуром.

Акустические эффекты (рис. 29):

– дорсальное усиление ультразвукового сигнала за образованием (псевдоусиление);

– дорсальное ослабление ультразвукового сигнала за образованием (акустическая тень);

– «хвост кометы» – артефакт, формирующийся в полости кистозно расширенного фолликула за гиперэхогенным мелким участком сгущенного коллоида, возникающий в результате реверберации (многократного отражения) ультразвукового луча в этом малом объекте.

Наличие хало (гипоэхогенного ободка), сформированного вокруг образований перинодулярными сосудами или зоной инфильтрации (рис. 30):

– определяется/отсутствует;

– тонкое/неравномерно утолщенное;

– тонкое непрерывное/прерывистое.

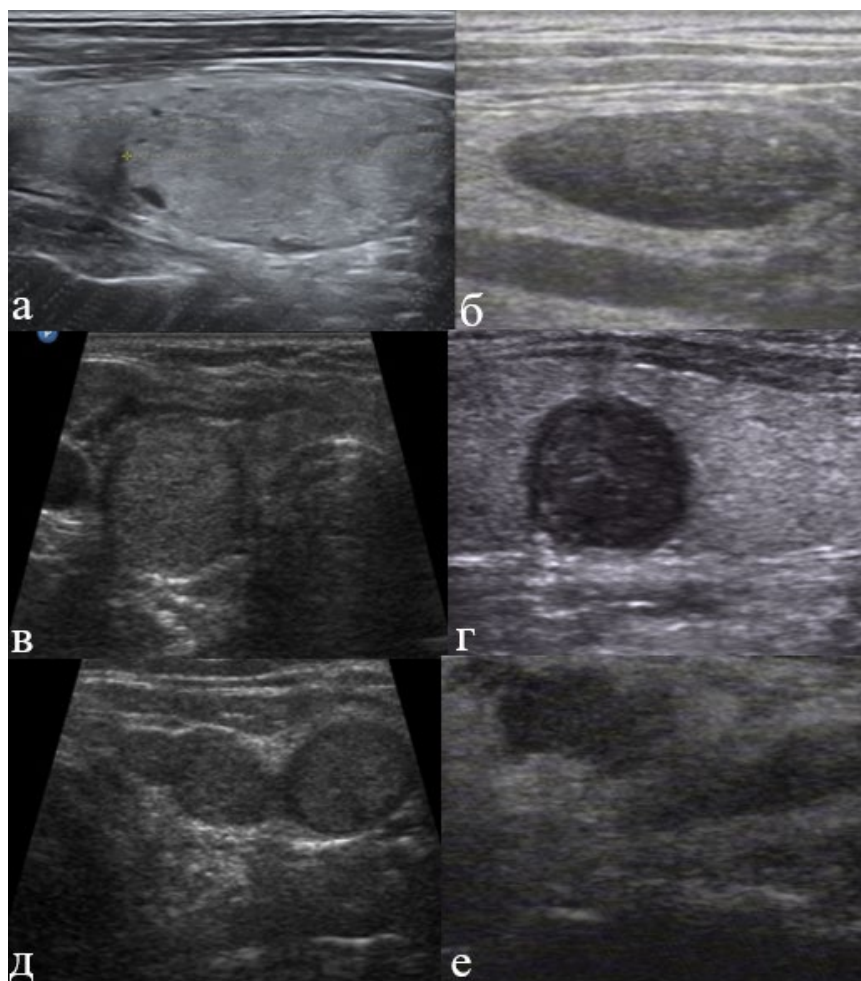


Рис. 15. Форма узлов щитовидной железы:

а – овальная;

б – овоидная;

в – шаровидная;

г – шаровидная;

д/е – неправильная форма (оригинальный рисунок).



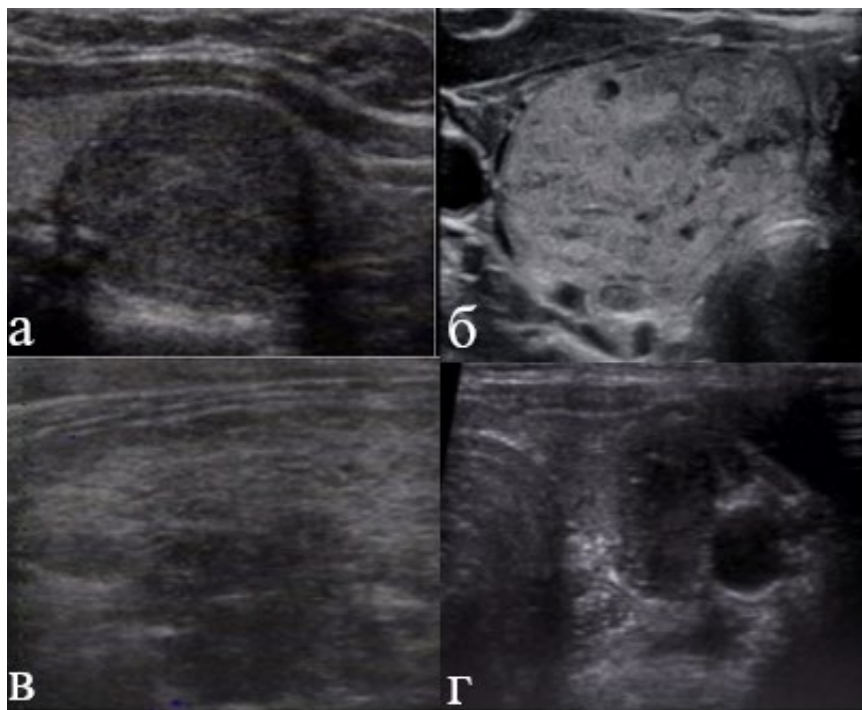


Рис. 16. Границы узлов щитовидной железы:

а – чёткие;

б – чёткие;

в – нечёткие;

г – размытые (оригинальный рисунок).

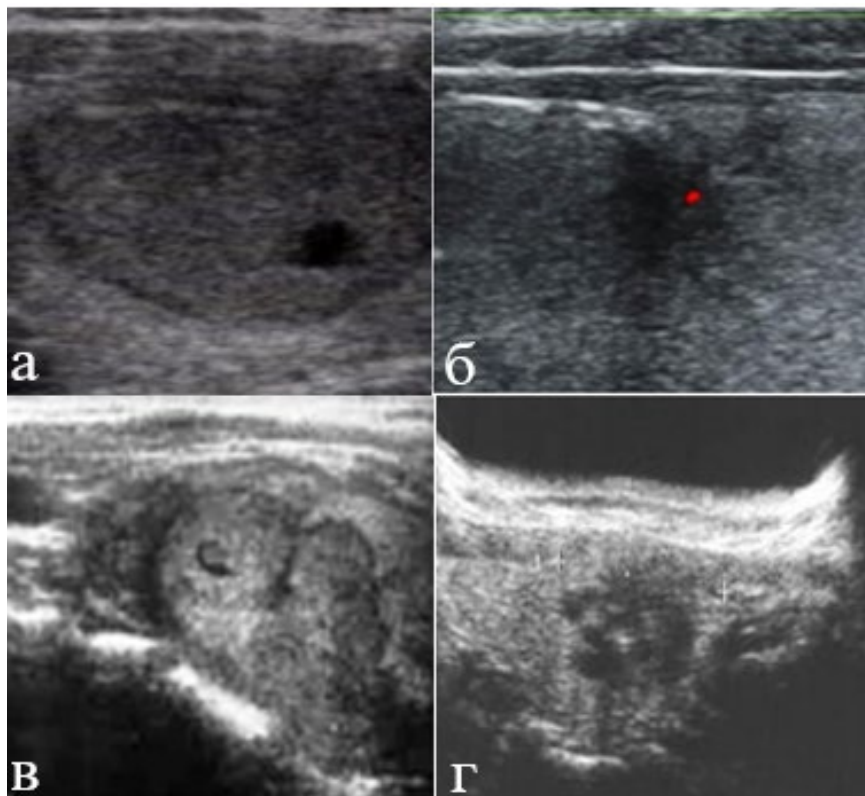


Рис. 17. Контуры узлов щитовидной железы:

а – ровные;

б – неровные лучистые;

в – неровные бугристые;

г – неровные микродольчатые (оригинальный рисунок).

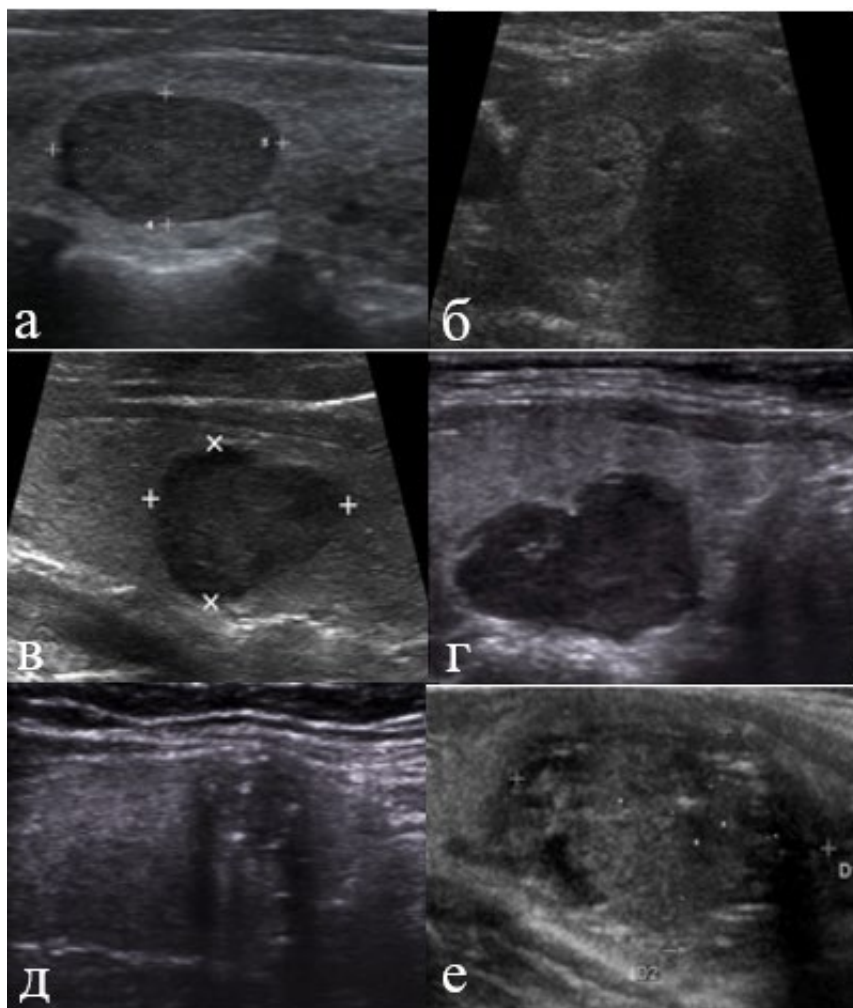


Рис. 18. Границы и контуры узлов щитовидной железы:

а – ровные и чёткие;

б – ровные и чёткие;

в – чёткие, но неровные;

г – чёткие, но неровные;

д – неровные и нечёткие;

е – неровные и нечёткие (оригинальный рисунок).

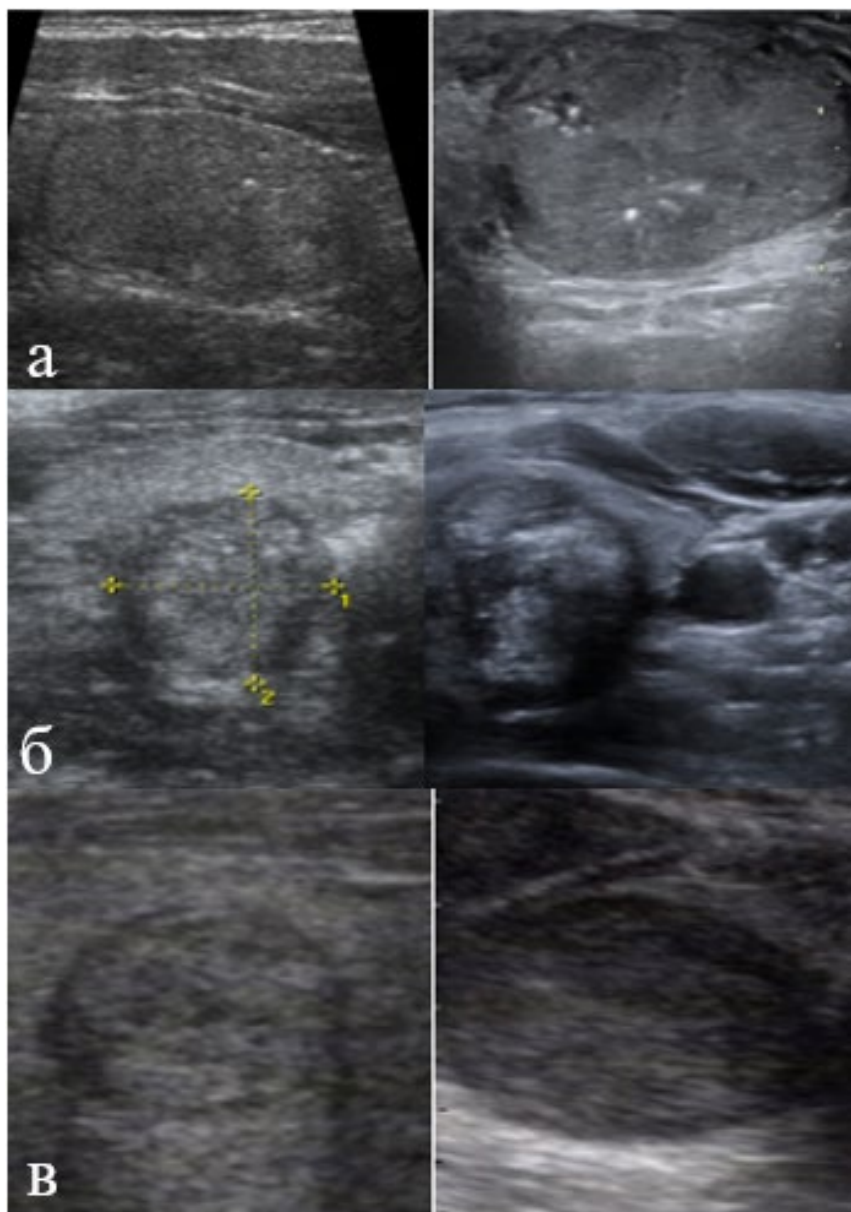


Рис. 19. Пространственная ориентация узлов щитовидной железы: а – горизонтальная; б – вертикальная; в – неопределённая (оригинальный рисунок).

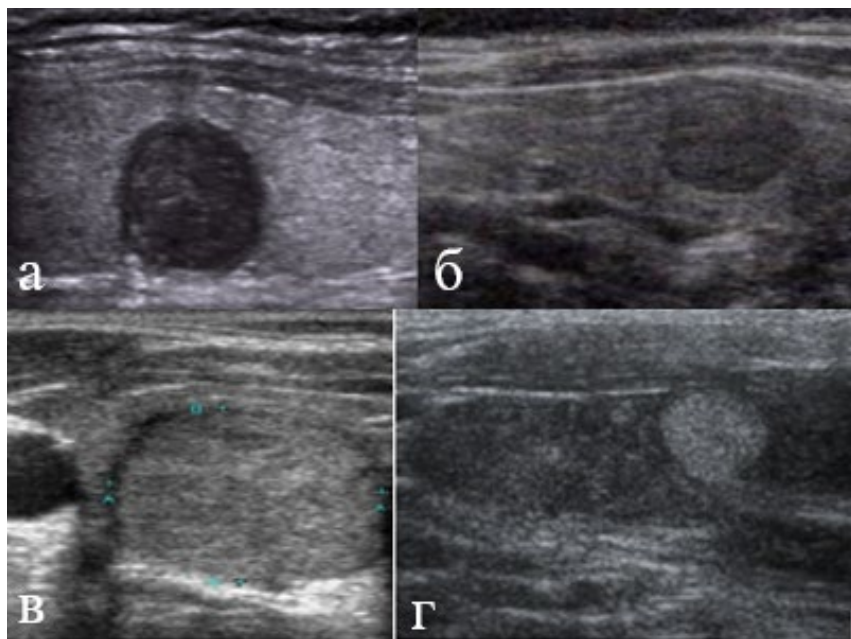


Рис. 20. Эхогенность узла относительно эхогенности окружающих тканей щитовидной железы: а – значительно сниженная; б – умеренно сниженная; в – изоэхогенная; г – гиперэхогенная (оригинальный рисунок).

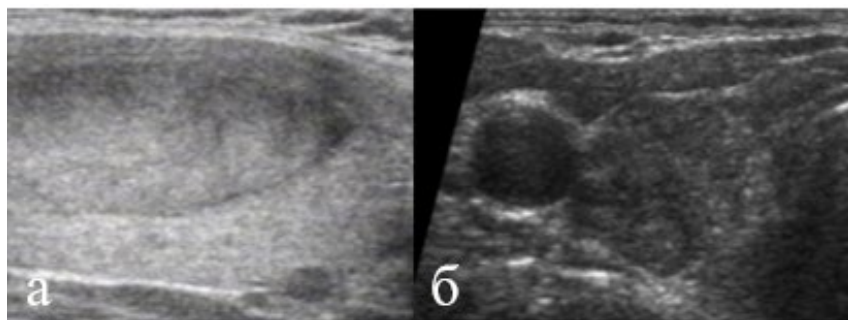


Рис. 21. Структура узлов щитовидной железы:  
 а – солидная однородная;  
 б – солидная неоднородная (оригинальный рисунок).

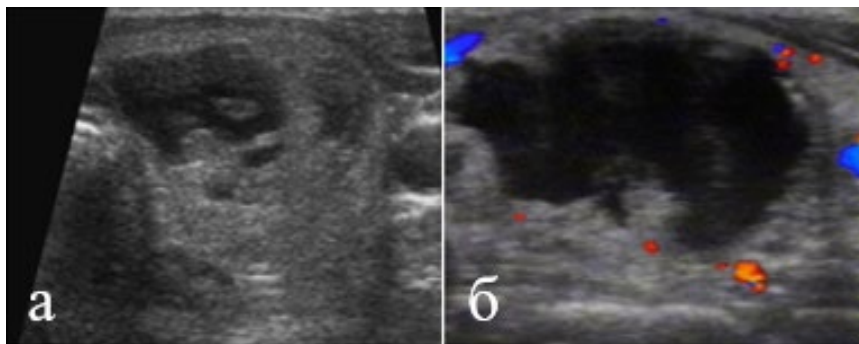


Рис. 22. Структура узлов щитовидной железы:  
а – солидно-кистозная;  
б – кистозно-солидная (оригинальный рисунок).

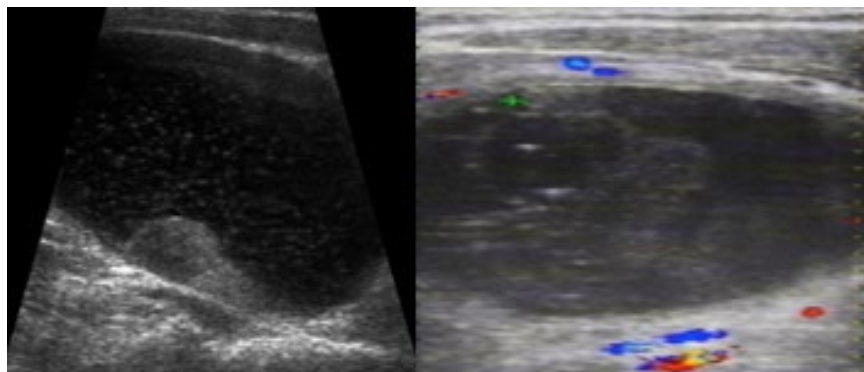


Рис. 23. Структура узлов щитовидной железы: преимущественно кистозная с пристеночными включениями, взвесью, аваскулярная (оригинальный рисунок).



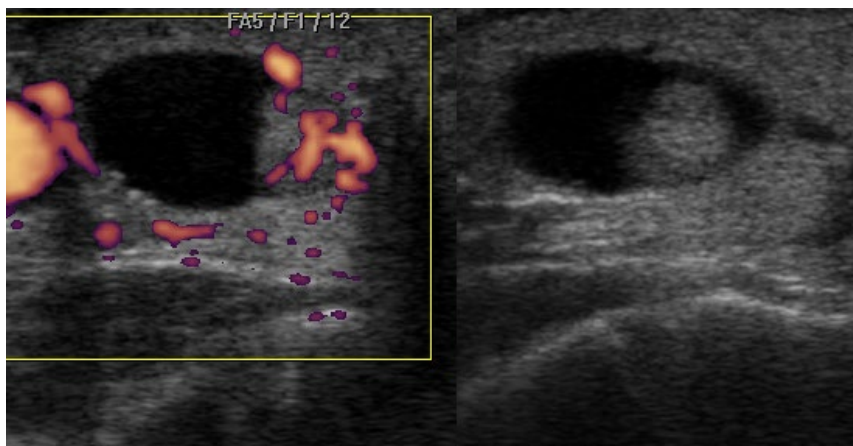


Рис. 24. Структура узла щитовидной железы: преимущественно кистозная с пристеночным тканевым компонентом, где определяется кровоток (оригинальный рисунок).

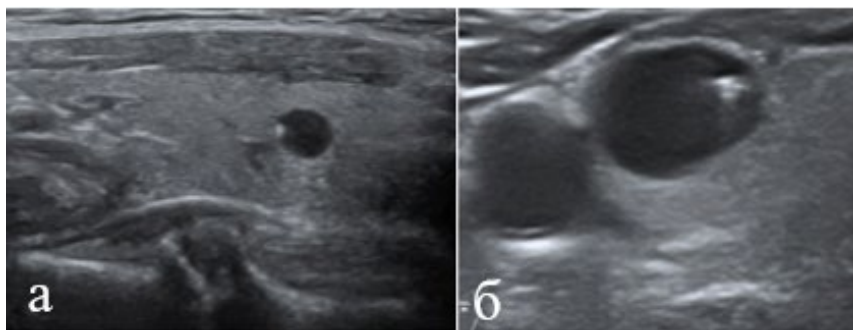


Рис. 25. Структура узла щитовидной железы кистозная – простой кистозный «узел»:

а –  $D < 1,0$  см – кистозно расширенный фолликул (макрофолликул);

б –  $D > 1,0$  см – «коллоидная киста» (оригинальный рисунок).

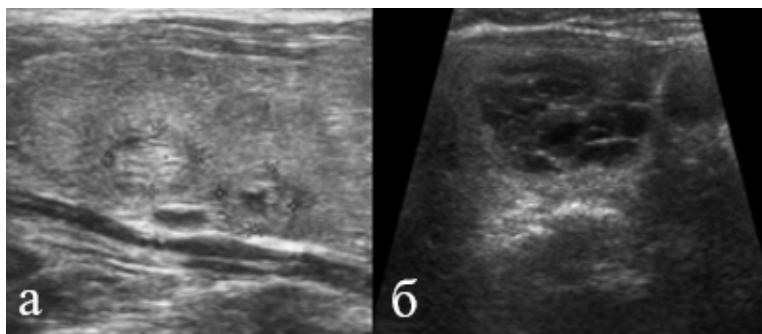


Рис. 26. Структура узлов щитовидной железы: а – губчатый узел с множественными мелкими кистозными пространствами, разделенными многочисленными эхогенными перегородками; б – кистозный узел с множественными гиперэхогенными перегородками (оригинальный рисунок).

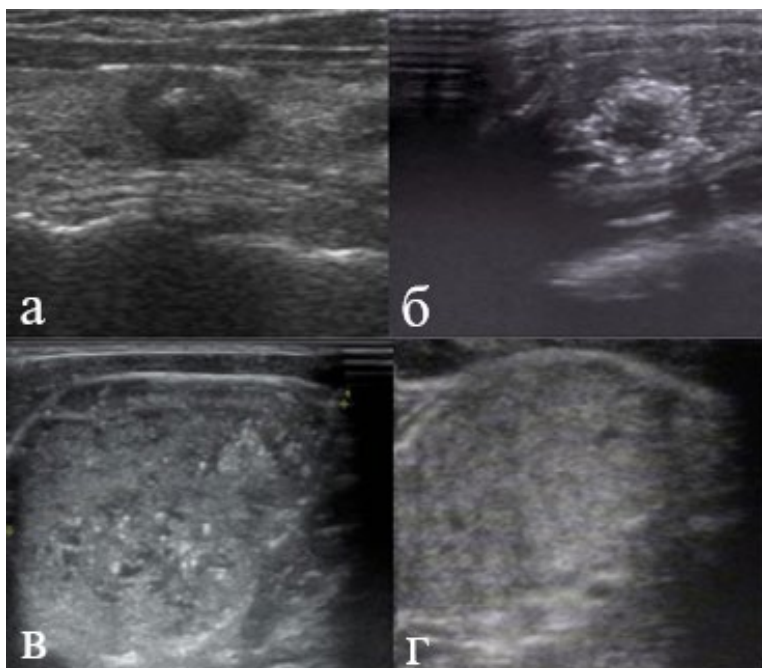


Рис. 27. Микрокальцинаты в узлах щитовидной железы: а – единичные; б – множественные; в – множественные; г – множественные (оригинальный рисунок).



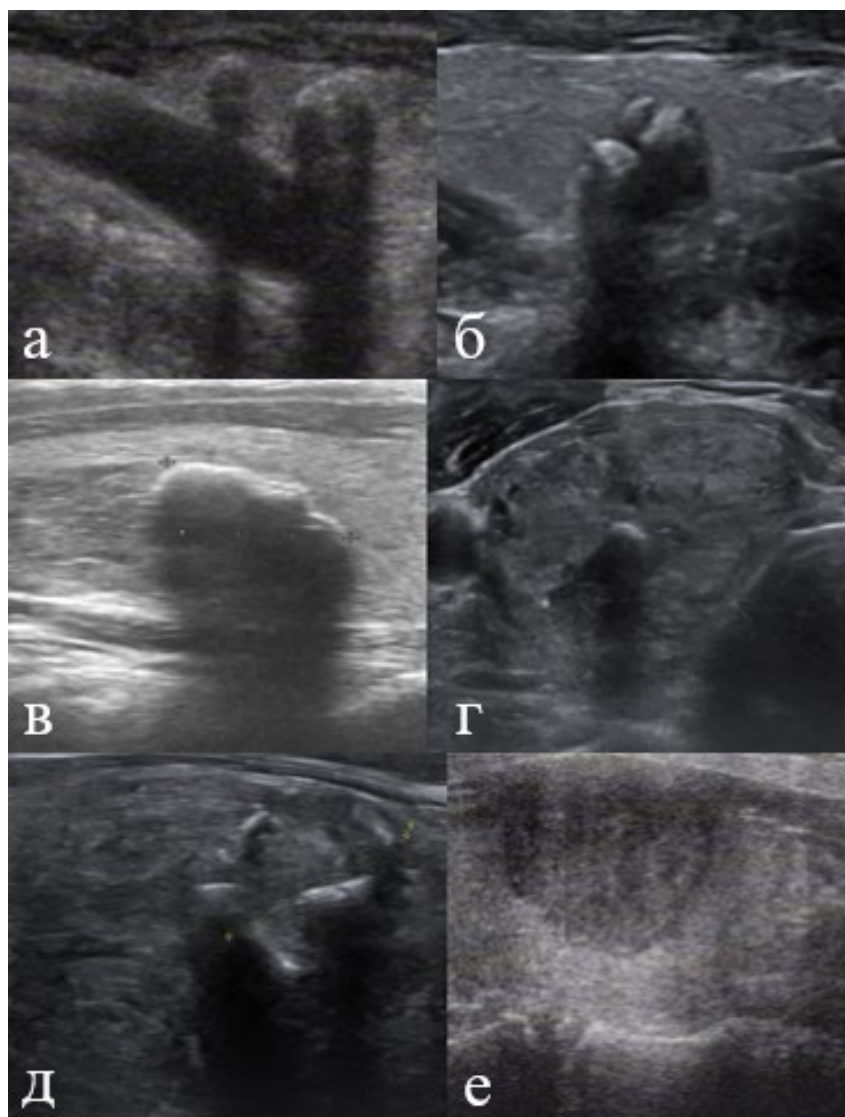


Рис. 28. Кальцинаты: а – кальцинированный участок ткани щитовидной железы; б – макрокальцинаты в узле; в – макрокальцинаты в узле; г – единичные микро- и макрокальцинаты в узле; д – полностью кальцинированный узел по типу «яичной скорлупы» с ненарушенным контуром; е – кальцинированный узел с разорванным контуром (оригинальный рисунок).

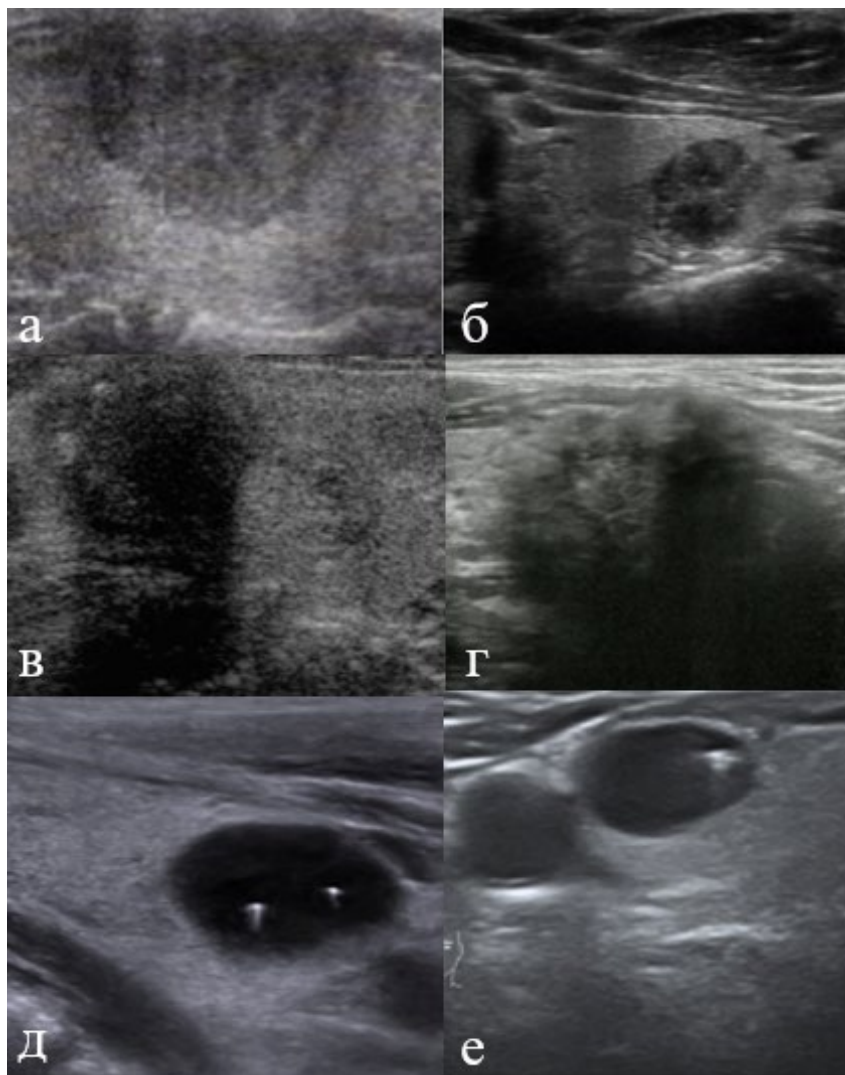


Рис. 29. Акустические эффекты: а – псевдоусиление за узлом; б – псевдоусиление за узлом; в – акустическая тень за кальцинатом и узлом; г – акустическая тень за кальцинатом и узлом; д, е – «хвост кометы» (оригинальный рисунок).

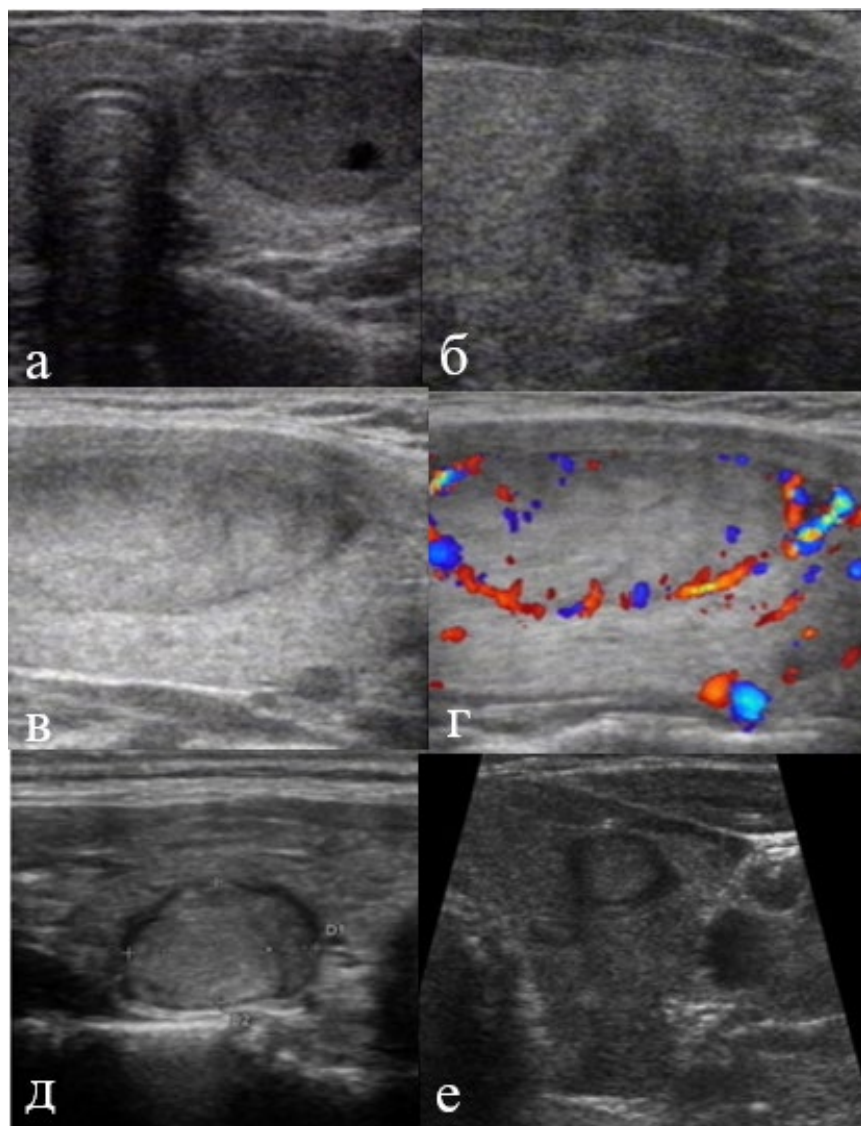


Рис. 30. Варианты «хало»: а – определяется тонкое хало; б – хало отсутствует; в – хало сформировано перинодулярными (пограничными, огибающими) сосудами; г – хало сформировано перинодулярными (пограничными, огибающими) сосудами; д, е – неравномерно утолщенное хало (оригинальный рисунок).

## **2.2. Применение доплеровских методик в выявлении очаговых образований щитовидной железы**

Методика доплеровского картирования в сочетании с режимом серошкальной шкалы высокоэффективна в выявлении очаговых изменений и сосудистого рисунка (паттерна) всей ткани щитовидной железы. Характеризуется регистрацией скоростей движения крови, основана на регистрации этих скоростей разными цветами и наложением полученной картины на двухмерное черно-белое изображение [34, 66].

Учитывается васкуляризация паренхимы ЩЖ (интрапаренхиматозный индекс), а именно:

- 1) насыщенность сосудистого рисунка;
- 2) симметричность по долям, сегментам (рис. 4, см. выше);
- 3) равномерность распределения сосудистых структур в паренхиме ЩЖ;
- 4) целостность (наличие деформации) сосудистого рисунка;
- 5) кровотоков в верхней и нижней щитовидных артериях (при гипертиреозе);
- 6) при диффузных изменениях ткани щитовидной железы необходимо рассчитывать среднюю плотность цветовых пикселей [Color Pixel Density (CPD)] – отношение площади 2D изображения, занимаемого цветовыми пикселями, к общей площади всего изображения (в долях/процентах), она рассчитывается либо вручную, либо программой аппарата.

Для характеристики очаговой патологии используют следующую терминологию:

- перинодулярный кровоток, перинодулярные или пограничные сосуды (обозначены стрелками), расположенные по границе узла (рис. 31);
- интранодулярный кровоток: нет/есть – периферический, центральный, смешанный (рис. 32);
- патологический сосудистый рисунок узла (рис. 33) может формироваться при любом типе кровотока, чаще при смешанном или центральном, характеризуется наличием хаотично расположенных измененных сосудов (извитых, ветвистых, обрубленных, неравномерно расширенных), в том числе радиально входящих в узел.

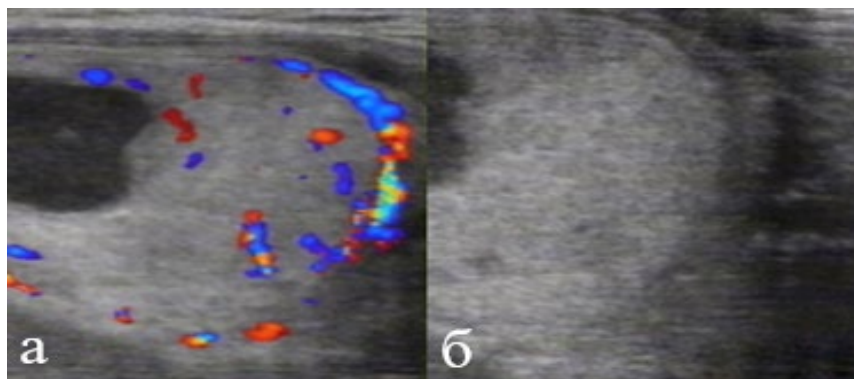


Рис. 31. Перинодулярные сосуды: а – режим ЦДК; б – в В-режиме сосуды формируют гипэхогенный ободок (хало) (оригинальный рисунок).

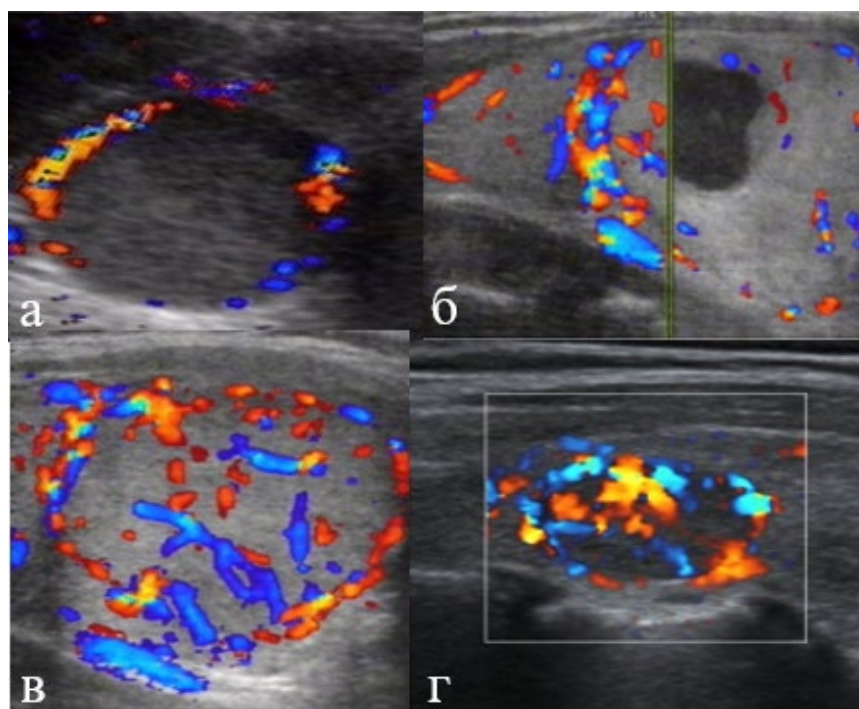


Рис. 32. Интранодулярный кровоток: а – отсутствует (узел аваскулярный); б – преимущественно периферический; в – преимущественно центральный; г – смешанный (оригинальный рисунок).



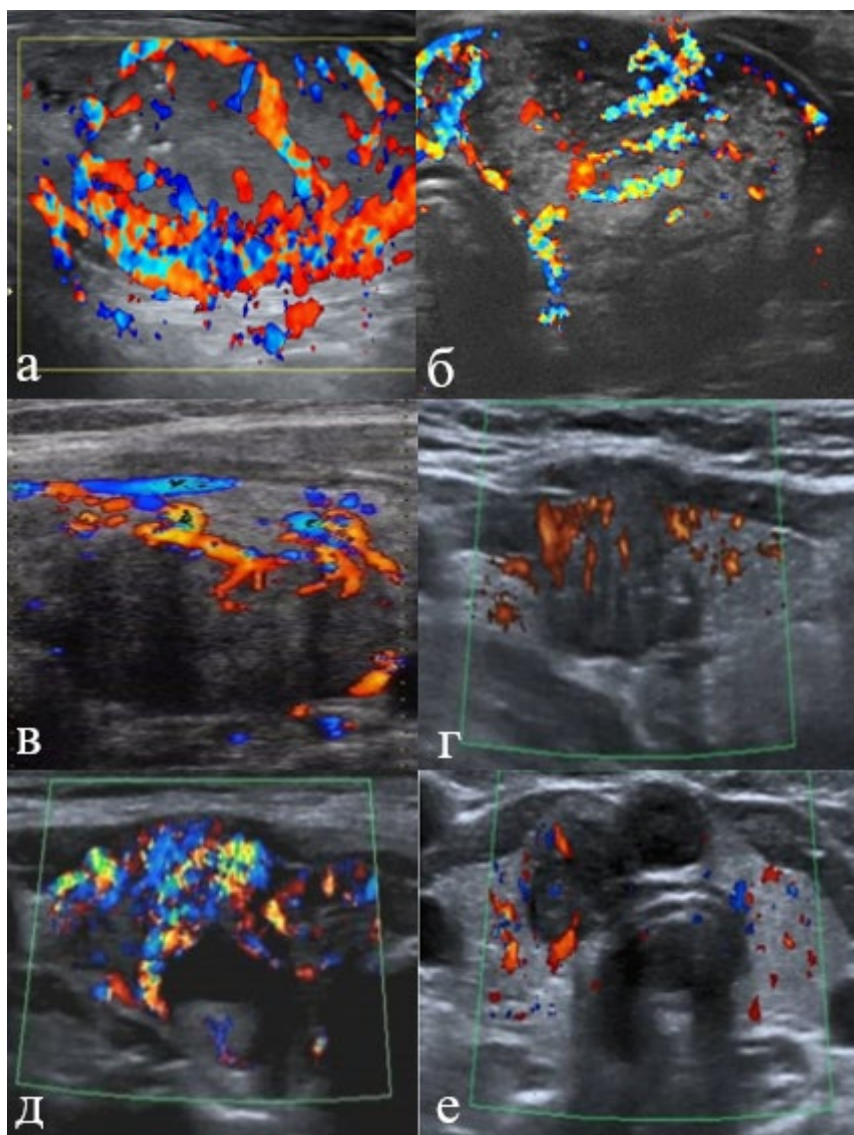


Рис. 33. Патологический сосудистый рисунок в узлах щитовидной железы: а – извитые сосуды; б – ветвистые сосуды; в, г – обрубленные сосуды; д – неравномерно расширенные сосуды; е – радиально входящие в узел сосуды (оригинальный рисунок).

По степени васкуляризации [34]:

- гипervasкулярные – узлы с ограниченным ободком по периферии, внутреннее пространство, которых пронизано множеством артериальных и венозных сосудов – симптом «цветной короны»;
- средней степени васкулярные – узлы с 5-6 визуализируемыми сосудами в структуре узла;
- гиповаскулярные – узлы, в которых лоцируются 2-3 сосуда на фоне ткани узла;
- аваскулярные – не имеют сосудов и отграничивающего ободка.

Методика ЦДК + ЭДК имеет некоторые недостатки: неизбежные искажения доплеровского спектра (aliasing-эффект), фоновый шум с беспорядочным частотным сдвигом, зависимость от угла падения ультразвукового луча [34, 40].

### **2.3. Возможности соноэластографии при очаговых изменениях щитовидной железы, эластометрия**

Термин эластография, впервые предложенный [41, 46, 81], используется для обозначения методов дифференциации тканей по их жесткости путем механического воздействия на них и анализа деформаций, получаемых с помощью ультразвуковых диагностических сканеров или магниторезонансных томографов.

Наибольшее распространение получила технология ультразвуковой эластографии – ЭГ или соноэластографии – СЭГ (Elastography, Sonoelastography) – визуализации тканей и органов с отображением различия эластичности (или обратной ей характеристики – жесткости) нормальных и патологических тканей на основе оценки локальной деформации при дозированной компрессии или вибрации [6, 35].

Первые сообщения об использовании соноэластографии в медицине опубликованы в начале 90-х годов 20 века [82, 84]. Вначале данная технология нашла применение в диагностике и инвазивных вмешательствах при исследовании опухолей печени. По мере совершенствования технологии она стала использоваться для диагностики злокачественной патологии молочной железы, рака предстательной железы, рака яичников, воспалительных изменений, метастазов в печени, метастатического поражения лимфатических узлов шеи, рака

щитовидных желез и т.д.

Эластичность ткани оценивается по смещению и деформации структуры в ответ на нагрузку или же в результате анализа появляющихся при этом сдвиговых волн. Из-за неодинаковой эластичности ткани испытывают различную степень деформации. В результате сдавливания тканей, в зависимости от степени их эластичности, в получаемом изображении более эластичные (мягкие) ткани деформируются в более сильной степени, жесткие (плотные) – в меньшей степени [39].

Эластичность тканей оценивается с помощью различных показателей, в том числе с помощью коэффициента, который называется модулем упругости (модулем Юнга). Следует, однако, иметь в виду, что количественно величина модуля Юнга пропорциональна жесткости (ригидности) ткани: чем больше его величина, тем больше жесткость ткани.

Известные методы эластографии можно классифицировать в зависимости от способа создания деформаций и методов оценки результата следующим образом [39, 51, 82].

*Квазистатическая* (статическая) эластография или *компрессионная* эластография с оценкой деформации тканей (Strain Elastography – SE) и возможностью оценки отношения величин деформации в различных участках области исследования (Strain Rate – SR).

*Динамическая* эластография с применением:

– механического импульсного или вибрационного давления, с использованием сдвиговых волн, возникающих при этом – транзистентная эластография (Transient Elastography – TE);

– акустического радиационного давления (ARFI), создаваемого длинным ультразвуковым сигналом и оценкой получающихся продольных деформаций;

– акустических радиационных импульсов давления (ARFI), создаваемых ультразвуковыми сигналами, сфокусированными на разную глубину, с использованием оценки скорости сдвиговых волн (Shear Wave Elastography – SWE).

Следует сказать, что компрессионные методы позволяют полу-



чать только качественные (или сравнительные количественные) характеристики жесткости тканей, в то время как методы с использованием сдвиговых волн дают возможность оценивать количественно модуль Юнга.

Поэтому методы на основе сдвиговых волн объединяются общим названием *эластометрия* (рис. 34).

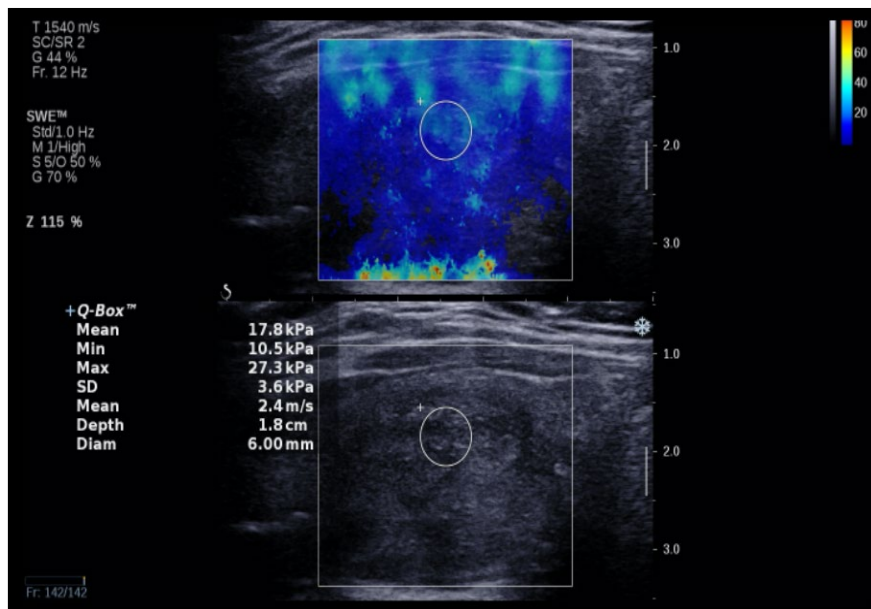


Рис. 34. Пример эластографии/*метрии* сдвиговой волны (Shear Wave Elastography – SWE). Узел окрашен в мягкие (эластичные) цвета. Цитологически – коллоидный узел – BETHESDA 2 (оригинальный рисунок).

Изображение на эластограмме является результатом анализа, обработки и «наложения» двух эхограмм, полученных в В-режиме: до сжатия и полученного после давления на ткань.

В результате анализа эластичность тканей на экране отображается в серой шкале или определенными цветами (цветовым картированием). Более жесткие эхоструктуры тканей окрашиваются, как правило, оттенками красного цвета (рис. 35).

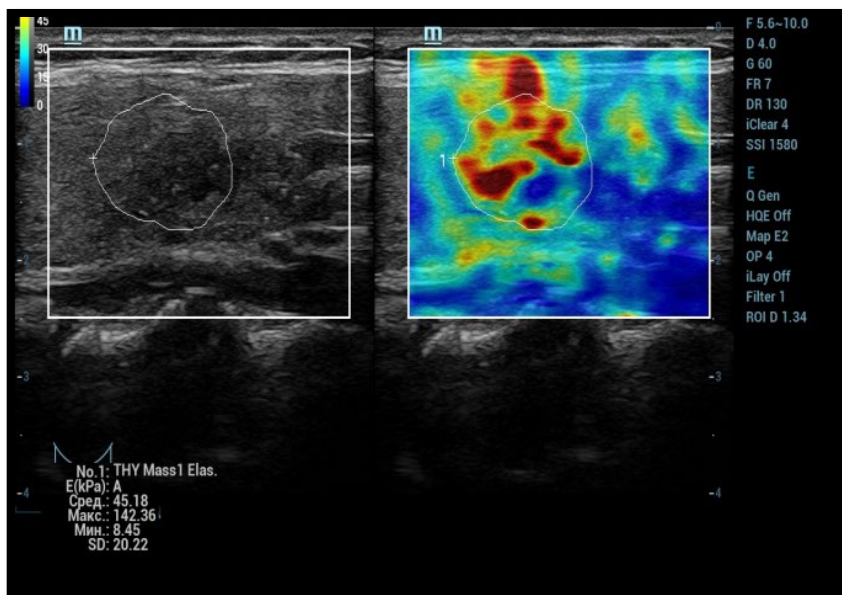


Рис. 35. Пример эластографии/метрии сдвиговой волны: Shear Wave Elastography – папиллярный рак – BETHESDA 5 (оригинальный рисунок).

Деформации тканей при эластографии как правило невелики – не более 1-2%, поэтому этот метод требует применения датчиков с высокой разрешающей способностью. Вследствие этого для эластографии используются широкополосные датчики, желательно с большим количеством элементов и, по возможности, с высокой частотой [55, 59].

У компаний, производителей ультразвуковых приборов, используются различные методы эластографии, которые получили свои фирменные названия: Real-time Tissue Elastography HI-RTE (Hitachi Medical Corp.), eSie Touch (Siemens Healthcare), ElastoQ (Toshiba Medical Systems), Elastoscan (Samsung-Medison), просто elastography (GE Healthcare, Philips Healthcare) и т.д.

У каждого из применяемых в клинической практике методов эластографии есть свои достоинства и недостатки, о которых будет сказано при рассмотрении методов.

### 2.3.1. Компрессионная или квазистатическая эластография

При использовании этого вида эластографии (compression elastography, quasi-static ultrasound elastography, strain imaging, static strain imaging) оценка эластичности тканей проводится путем сравнения изображений до и после сжатия тканей. Возможны различные способы реализации метода в зависимости от того, каким образом создаются механические напряжения в тканях (действительно статическим или динамическим сжатием), и от метода оценки результата [85, 96].

Напряжения могут создаваться путем приложения внешней силы, равномерной статической [83, 96] или динамической: путем периодического воздействия (с низкой частотой – 10-50 Гц) [78, 99], а также за счет использования естественных движений органов, например, сердца, легких, крупных артерий [73].

Так, в процессе исследования щитовидной железы, при положении пациентки лежа на спине, достаточно легкого контакта поверхности датчика с передней поверхностью шеи, т.к. движение, связанное пульсацией сонных артерий, обеспечивает достаточную степень сжатия тканей.

Использование физиологических движений имеет недостатки, обусловленные непостоянством деформаций и связанные с этим проблемы воспроизводимости результатов исследования.

Движение датчика при сдавливании трудно обеспечить точно в осевом направлении, к тому же деформации при сдавливании происходят не только в осевом направлении. Однако именно осевую деформацию проще всего оценить достаточно точно. Поперечную деформацию и деформацию по толщине также можно оценивать с тем, чтобы улучшить результирующую оценку.

Впервые система для ультразвуковой оценки эластичности тканей с компрессией, создаваемой рукой с помощью датчика, была создана компанией Hitachi Medical Systems [75, 86].

Компрессионный метод эффективен при исследовании щитовидной железы (рис. 36).

Достоинство компрессионной эластографии, осуществляемой рукой исследователя (free hand) с помощью датчика, состоит в том, что метод является относительно простым в реализации и поэтому он широко применяется.

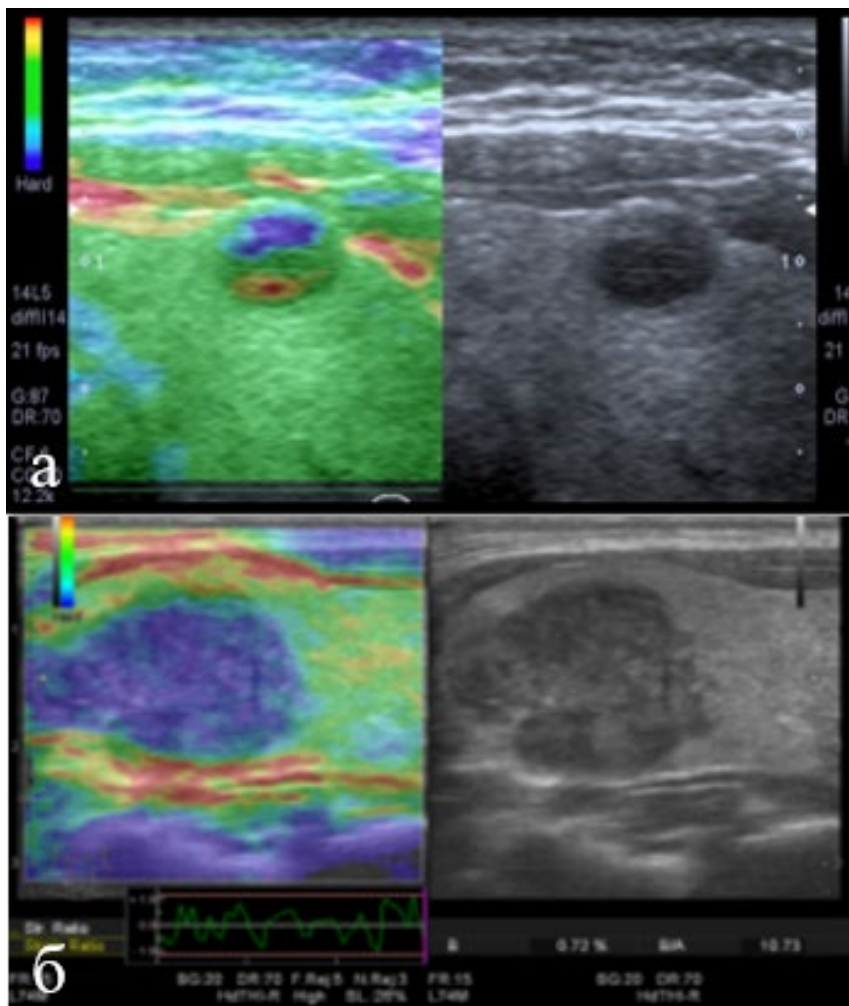


Рис. 36. Эластограммы щитовидной железы: а – коллоидный узел 2 (мягкий) эластотип; б – 4 (жесткий) эластотип – папиллярный рак (оригинальный рисунок).

Недостатки и особенности метода с ручной компрессией [55, 60]:  
 – невозможность получить количественную оценку жесткости ткани с помощью модуля Юнга вследствие того, что распределение давлений в области интереса, вообще говоря, неизвестно, однако

можно сравнивать количественно различие относительных деформаций в интересующем объекте и окружающих тканях;

- зависимость деформации от воздействующей силы имеет нелинейный характер и зависит от времени, что связано с вязкостью и неоднородной упругостью тканей;

- упругость ткани в различных направлениях неодинакова, кроме того исследуемые области содержат различные включения в виде жидкостных образований, границ соседних органов, рубцов и т.д.;

- возможно нарушение корреляции эхо-сигналов при деформации ткани;

- чувствительность метода уменьшается с глубиной, что объясняется тем, что биологические ткани помимо упругости имеют вязкость, что приводит к демпфированию – снижению уровня статического давления с глубиной и, следовательно, к уменьшению величины деформаций более глубоко лежащих тканей;

- зависимость результата от силы и направления сжатия, так что результат в существенной мере зависит от опыта исследователя;

- возможный дискомфорт, болевые ощущения пациента;

- наличие выраженных «шумов» и ультразвуковых артефактов, обусловленных, в том числе, особенностями исследуемых структур, пульсацией артерий, движениями трахеи, пищевода и т.д.

Доброкачественные образования зачастую не видны на эластограмме, даже если они наблюдаются на обычной эхограмме, в тех случаях, когда их жесткость практически не отличается от жесткости окружающих тканей (рис. 37) [54, 72].

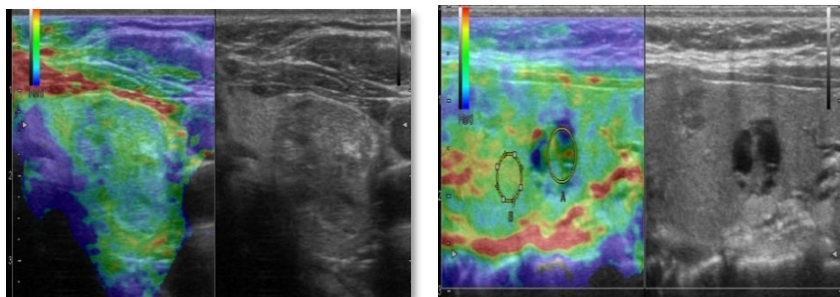


Рис. 37. Эластограммы доброкачественных образований щитовидной железы эластотипы по Asteria – эластотипы 2 (оригинальный рисунок).

Злокачественное образование хорошо наблюдается на эластограмме (рис. 38) однако ввиду того, что злокачественное образование захватывает прилежащие к нему ткани, наблюдаемая на эластограмме область повышенной жесткости может иметь размер больший, чем наблюдаемый на обычной эхограмме (рис. 36, см. выше) [14, 52].

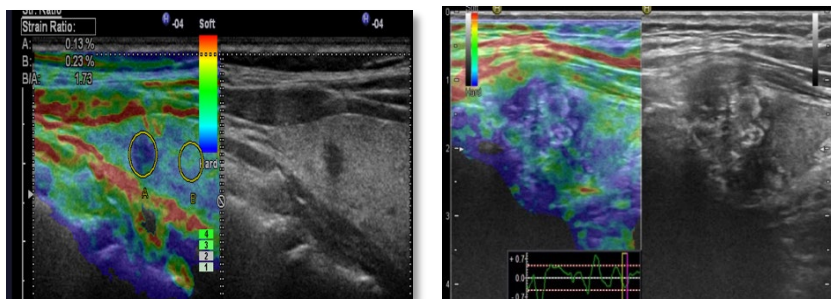


Рис. 38. Эластограммы злокачественных образований щитовидной железы, эластотипы по Asteria – 4 (оригинальный рисунок).

Одним из возможных артефактов компрессионной эластографии является, например, «мальтийский крест» (Maltese cross) – возникновение теней вокруг жесткого образования, которое в процессе сжатия увлекает в процессе своего перемещения прилегающие к его границам мягкие ткани, при этом они будут восприниматься как более жесткие, чем на самом деле (рис. 39) [28].

Эта же физическая причина может вызывать подчеркивание контуров жесткого образования («edge-enhancement»).

Правильная интерпретация эластограмм во многих случаях затруднена из-за наличия шумов или сомнительного качества изображения [42, 61].

Причина:

– слишком большое давление, прикладываемое к тканям, которое уменьшает четкость границ образования и иногда вызывает боковое смещение тканей, порождающее артефакты;

– не только слишком сильное давление, но и слабое давление также может породить артефакты в виде некорректных картин.

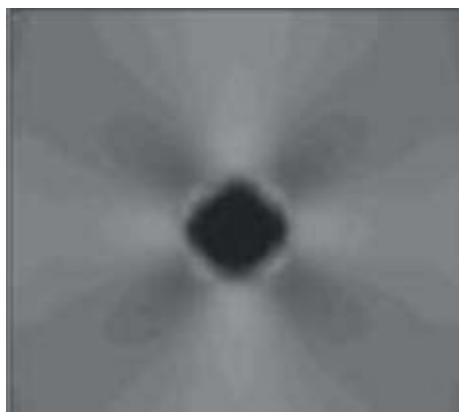


Рис. 39. Артефакт «мальтийский крест» на эластограмме, полученной с помощью специального эластографического фантома [28].

Перечисленные особенности, а также другие биофизические причины являются источником ошибок и появления артефактов изображения при квазистатической эластографии [87, 98].

Как правило, для более точной оценки локальной деформации применяется усреднение по кадрам получаемой информации (persistence) за время нескольких циклов растяжения-сжатия, что снижает влияние шумов.

Несмотря на перечисленные трудности получения информативной компрессионной эластограммы, по мнению ряда исследователей эластография позволяет избежать необходимости взятия биопсионной пробы более, чем в 15% случаев обнаружения жестких образований [81, 84].

Правильное понимание биофизических причин появления искажений и артефактов поможет правильно их интерпретировать, а в ряде случаев использовать их для уточнения диагностики [54, 68].

Как уже говорилось выше, для получения хорошего отношения сигнал/шум требуется контролировать нагрузку таким образом, чтобы деформация тканей не превышала, по возможности, 1-2%.

На практике наилучший результат можно получить, повторяя исследование, добиваясь наилучшего результата, выбор которого требует определенного практического опыта. При ручной компрессии рекомендуемый темп числа нажатий – от 2-х в секунду до 1-го в 2 секунды.



Для повышения независимости результата диагностики от исследователя сила сжатия может контролироваться с помощью измеряемого показателя сжатия, который выводится на экран (рис. 40).

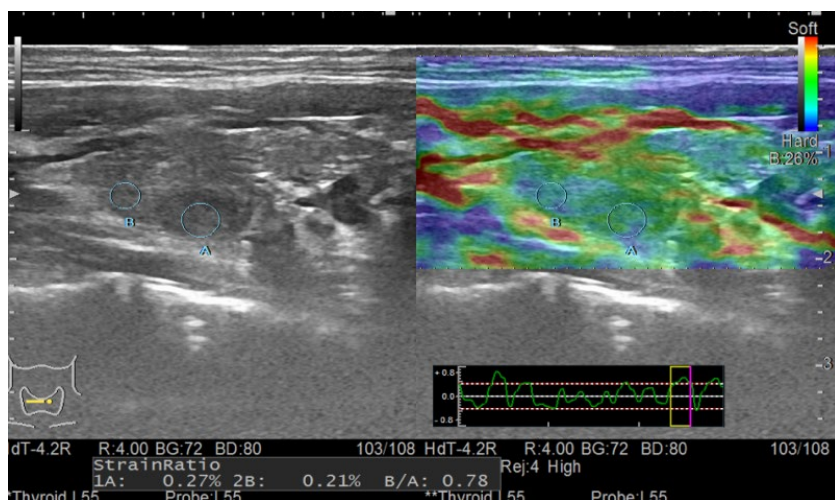


Рис. 40. На кадре снимка демонстрируется измеряемый показатель сжатия (оригинальный рисунок).

С той же целью возможно использование оценки тканевой эластичности при помощи импульса давления, осуществляемого не исследователем, а специальным приспособлением на ультразвуковом датчике. Технологии, автоматически обеспечивающие фиксированный по величине и направлению импульс сжатия, частично снимают указанные выше ограничения.

Аккуратного и критического анализа требует интерпретация эластографических картин в следующих случаях [74, 101]:

- когда рядом с областью сжатия, но вне ее зоны, находится жесткое образование (например – кольца трахеи);
- наличие жидкости, которая при медленном сжатии может вызывать эффект уменьшения деформации в прилегающих тканях (например – коллоидные узлы с значительным жидкостным компонентом);
- увеличение жесткости некоторых видов тканей при увеличении силы сжатия выше определенного предела, что объясняется нелинейными эффектами (это можно наблюдать, если снять усреднение по



кадрам и наблюдать ряд последовательных кадров, начиная с первого, такой случай может иметь место при наблюдении отека);

- наличие мягкого образования в окружении более жестких тканей, когда снижается контраст по упругости на эластографическом изображении (этот случай называют «egg shell» – яичная скорлупа);

- наличие жёсткой злокачественной опухоли в окружении мягких тканей, при этом внутри опухоли находится мягкая субстанция (например, некротическая ткань) с достаточно высоким уровнем эхогенности, так что она воспринимается как жесткая ткань.

Условия получения квазистатических эластограмм с минимальными искажениями [79, 88, 99]:

- небольшая максимальная глубина исследуемых структур (до 3-4 см);

- гомогенность рядом расположенных структур;

- отсутствие плоских анатомических структур, совершающих скользящие движения, в области исследования;

- удаленность от границ структуры;

- отсутствие деформирующих структур, например, больших вен (внутренняя яремная вена);

- площадь нажатия должна быть больше исследуемой области;

- ограниченное число целевых объектов.

Наличие цветовой шкалы на изображении или специальные индикаторы качества помогают исследователю корректировать свои действия (рис. 41) [14, 28, 100].

В трудных случаях компрессионной эластографии при наличии артефактов для получения дополнительной информации может быть полезен метод эластографии с использованием сдвиговых волн.

При выполнении полуколичественной эластометрии важно расположение датчика (перпендикулярно) и очага в ткани щитовидной железы (центрально в зоне сканирования), и объект должен быть в центре окна исследования. Измерения полуколичественной оценки «очага» осуществляются в зоне очага, ниже линии, делящей его пополам, для устранения артефактов измерения, в системе «очаг-неизменная ткань щитовидной железы», либо окружающие ткани (кивательная мышца).



Рис. 41. Шкала эластичности по Т. Rago, С. Asteria (2006) [28].

### 2.3.2. Динамическая эластография и ее виды

Динамическая эластография – это прежде всего эластография сдвиговых волн.

Сдвиговые волны – это поперечные упругие волны, распространяющиеся в основном в твердых телах. В мягких биологических тканях при определенных условиях они также могут возникать в силу особых (резиноподобных) свойств биологических тканей, обусловленных вязкостью. В жидкостной однородной среде без вязкости сдвиговые волны возникать не могут при наличии кистозных и кистозно-солидной структуры образований [6, 42].

Смещение частиц среды и сопутствующая этому деформация среды происходят в поперечном направлении относительно направления распространения волны. Этим сдвиговые волны отличаются от продольных волн, излучаемых датчиками в традиционной ультразвуковой диагностике. В продольных волнах, как известно, периодическое смещение частиц происходит вдоль той же оси, что и распространение волн [40, 67].

Скорость распространения сдвиговых волн определяется модулем сдвига  $G$ , который, как уже говорилось, прямо пропорционален модулю Юнга –  $E$ .

Таким образом, измерив скорость распространения сдвиговой

волны, можно получить количественную оценку модуля Юнга и, следовательно, количественно характеризовать жесткость ткани. Это существенное преимущество эластографии сдвиговых волн по сравнению с другими методами эластографии.

В отличие от квазистатических методов эластографии технология использования сдвиговых волн позволяет применять несколько более низкочастотные датчики. Поэтому глубина получения эластографической информации на сдвиговых волнах, вообще говоря, может быть больше.

Альтернативой методу механического воздействия с целью получения сдвиговых волн является метод создания акустического радиационного давления с помощью мощного ультразвукового импульса – acoustic radiation force imaging (ARFI). Об этой технологии говорилось выше в разделе, посвященном компрессионной эластографии, т.к. акустический импульс позволяет создать локальную продольную деформацию в более узком направлении, чем импульс давления, создаваемый механически (однако, при этом жесткость ткани не оценивается количественно) [69, 71].

Метод ARFI, который можно отнести к динамическим методам, в режиме оценки аксиальных деформаций имеет некоторые преимущества перед обычным квазистационарным способом построения эластограммы:

- более высокое разрешение;
- меньше причин для артефактов, особенно связанных со скольжением в процессе создания давления;
- большее отношение сигнал/шум;
- лучше контраст эластограммы.

К недостаткам метода следует отнести:

- зависимость контраста изображения от поглощения и отражения локального участка, на который воздействует радиационный сигнал;
- влияние на контраст задержки времени оценки деформации относительно момента излучения радиационного импульса;
- излучение мощных радиационных импульсов приводит к нагреву датчика, что не позволяет получить высокую частоту кадров.

Режим ARFI наилучшим образом реализуется при использовании технологии сдвиговых волн. Метод оценки эластичности в одной локальной области, где сфокусировано радиационное воздействие, называется точечной эластографией сдвиговых волн (point Shear Wave Elastography – pSWE) [54, 71].

Метод называется точечным, т.к. дает возможность оценить эластичность ткани только в локальной области создания сфокусированного радиационного импульса ARFI. При изменении фокусировки по глубине метод является основой построения двумерных эластограмм по результатам анализа скорости распространения сдвиговых волн в поперечном направлении в каждом из фокусов. Глубина получения информации при этом достигает 3,5 см с линейным датчиком (при исследовании щитовидной железы, молочной железы).

Благодаря сверхбыстрому сканированию возможно построение не только двумерных, но и трехмерных эластограмм (3D SWE).

Типичные размеры зоны исследования при построении эластограммы:

- $2 \times 3$  см с использованием линейного датчика;
- частота обновления эластограмм может составлять 3-4 в секунду.

Пространственная разрешающая способность эластограмм сдвиговых волн несколько уступает компрессионному методу, однако не содержит артефактов, характерных для метода компрессии. И, конечно, важным преимуществом технологии сдвиговых волн является получение оценки (хотя и с некоторыми ограничениями) величины модуля Юнга.

В неоднородных мягких тканях картина распространения сдвиговых волн может иметь более сложный характер из-за отражений от границ структур с различными акустическими сопротивлениями. Наличие по соседству с зоной интереса границ тканей с различным акустическим сопротивлением и слоистых структур искажает получаемую информацию [53, 63].

В последние годы предложены новые, более совершенные методы эластографии. Системы, созданные на базе этих технологий, дают возможность формировать двухмерное и даже трехмерное изображение распределения эластичности тканей в определенной области [15, 40]. Эластография с использованием сдвиговых волн, по мнению многих авторов, отличается от традиционной компрессионной эластографии на основе оценки продольных деформаций, возникающих при сдавливании тканей, тем, что обеспечивает большую объективность при оценке границ образований с различной эластичностью и меньшую зависимость от опыта исследователя [84, 90].

Интересные результаты в эластографии сдвиговых волн получены компанией SuperSonic Imagine (Aix-en-Provence, France), продемонстрировавшей систему Aixplorer, в которой для анализа попереч-

ных волн используется очень высокая частота сканирования в ограниченной области анализа (рис. 42) [36].

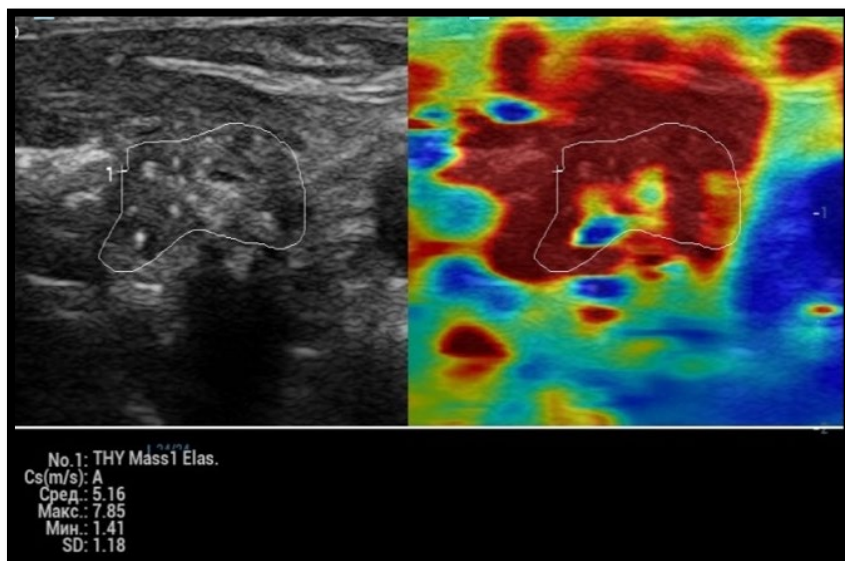


Рис. 42. Эластограмма щитовидной железы, полученная с использованием сдвиговых волн в приборе Aixplorer – выявляется злокачественное образование в плотной оболочке (оригинальный рисунок).

Зависимость результата от действий оператора в методе сдвиговых волн меньше, чем в компрессионном методе, хотя и в этом случае требуется аккуратно манипулировать с датчиком с тем, чтобы избежать нежелательного сдавливания тканей и появления вследствие этого ошибок и артефактов.

На качество получаемой эластограммы сдвиговых волн влияют такие факторы, как: изменение затухания, наличие отражающих структур, неоднородность тканей, наличие рассеяния. Если рядом расположены жидкие структуры, не имеющие вязкости (например, кисты), то это ведет к дополнительным ошибкам.

Результаты качественного (рис. 43 а, б) и количественного (рис. 43 в, г) анализов зависят от используемой аппаратуры и примененного метода эластографии (компрессионная, сдвигово-волновая) [43, 48].

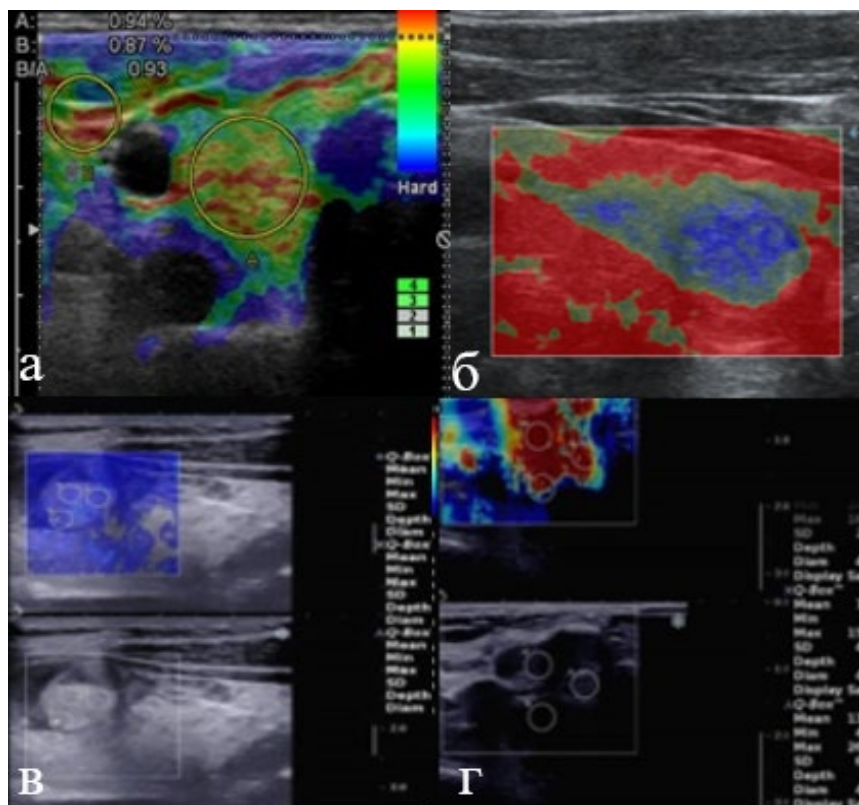


Рис. 43. Эластография/метрия узлов щитовидной железы:

а) режим компрессионной эластографии, доброкачественные мягко-эластичные ткани щитовидной железы окрашены в теплые красно-желто-зеленые тона (SR=0,87);

б) зона злокачественного образования (папиллярный рак) окрашена в холодные синие тона;

в) режим сдвиговолновой эластографии, доброкачественные мягко-эластичные ткани имеют равномерное синее окрашивание, низкие значения модуля Юнга, Emean 8 кПа, Emax 13 кПа;

г) зона злокачественного поражения (папиллярный рак), жесткие участки окрашены в красный и желтый цвета, имеют высокие значения модуля Юнга, E-mean 136 кПа, E-max 266 кПа (оригинальный рисунок).

Таким образом, соноэластография работает в реальном времени, что обеспечивается быстродействующей программой формирования изображений, и использует цветовое кодирование (правда с цветовой палитрой, отличной от общепринятой). Применяются обычные датчики, режим В и стандарт количественной оценки жесткости. В дополнение методика эластографии может дать возможность при дооперационной диагностике и тонкоигольной биопсии с использованием категории TI-RADS [6, 95, 101].

## **2.4. Основные ультразвуковые критерии отбора узлов ЩЖ для биопсии по классификации TI-RADS**

На сегодняшний день классификация TI-RADS предназначена для оценки степени злокачественности солидных и преимущественно солидных узлов ЩЖ [9, 95, 103].

### **2.4.1. Основные УЗ-характеристики образований ЩЖ**

Из всех УЗ-характеристик образований ЩЖ выделим две группы, с помощью которых необходимо проводить отбор узлов для выполнения биопсии: большие (основные) и малые (дополнительные) признаки злокачественности.

К группе больших УЗ-признаков рака ЩЖ следует отнести только признаки, полученные в В-режиме:

- значительное снижение эхогенности узла;
- вертикальная пространственная ориентация узла (непараллельная, выше больше, чем шире);
- наличие микрокальцинатов в узле;
- неровные (бугристые, мелкодольчатые, лучистые) и нечеткие контуры.

К группе малых УЗ-признаков рака ЩЖ следует отнести:

- умеренное снижение эхогенности или неравномерная эхогенность узла (наличие хотя бы одного гипоехогенного включения);
- округлая форма узла;
- неравномерной толщины хало вокруг узла;
- наличие макрокальцинатов в узле;
- акустическая тень за узлом;
- высокая жесткость при эластографии по результатам применения качественных и количественных параметров (в зависимости от

метода);

– патологический сосудистый рисунок по данным ЦДК/ЭК.

Выделение группы малых признаков является важным, т.к. в 13,4% случаев в раковых опухолях не удается выявить ни одного большого признака злокачественности; в 10,1% случаев выявляется только один большой признак рака; в 25,6% случаев определяется сочетание 1 большого признака рака с малыми признаками; в 13% случаев удается дифференцировать только малые признаки злокачественности. Малые признаки чаще возникают в узлах, приближающихся по размерам к 2,0 см [17, 38].

В настоящее время мы оперируем размерами узлов до 1,0 см и свыше 1,0 см, согласно ряду Российских Клинических рекомендаций [1, 4, 18]. В последних западных вариантах TI-RADS размеры узлов разделяют от 0,5 см; 1,0; 1,5; 2,0 и более [92, 93]. Последующее совершенствование классификации TI-RADS должно привести к единообразию всех ее вариантов, применяемых в разных странах мира.

#### **2.4.2. Классификация TI-RADS**

Данная классификация предназначена для оценки риска злокачественности солидных, преимущественно солидных и смешанных или кистозно-солидных узлов (приложение 3). Эти признаки нельзя автоматически применить для оценки преимущественно кистозных узлов, где жидкостной компонент составляет > 50% объема узла [31, 32, 94, 102].

*TI-RADS 1 – нет очаговых изменений в паренхиме ЩЖ*

ЩЖ с абсолютно неизменной тканью и ЩЖ с диффузно перестроенной тканью (рис. 44), но без узлообразования, что часто выявляется у пациентов с аутоиммунными заболеваниями ЩЖ. При этом в ткани железы определяются мелкие гипоехогенные участки, не связанные с узлообразованием и не подлежащие пункции [31, 94].

*TI-RADS 2 – доброкачественное образование*

В ткани щитовидной железы выявлены очаговые образования, не требующие морфологической оценки:

– макрофолликулы, коллоидные кисты (рис. 45);



- кистозные узлы (рис. 46);

Присутствие экзогенного компонента внутри кистозного узла часто встречается и может соответствовать либо сгустку коллоида или фибрина, либо истинному солидному компоненту. Последний может быть дифференцирован применением режима ЦДК. Если в отношении солидного компонента сохраняются сомнения, узел следует включить в категорию TI-RADS 3 для последующего наблюдения (рис. 47).

- губчатые узлы (рис. 48).

Если кистозные пространства не охватывают весь узел, а также если при ЦДК в нем определяется кровоток смешанного типа, данный узел следует перевести в категорию TI-RADS 3 (рис. 49) [31, 32].

### *TI-RADS 3 – низкий риск злокачественности*

Узловые образования, требующие динамического наблюдения без выполнения биопсии [22, 102]:

- гипер-, изоэхогенные образования, в том числе на фоне аутоиммунного тиреоидита (рис. 50);
- кальцинированные узлы по типу «яичной скорлупы» (рис. 51);
- участки кальциноза в ткани ЩЖ (рис. 52).

Пункция в категории TI-RADS 3 возможна при наличии клинической необходимости по рекомендации лечащего врача [9, 92].

При отрицательной динамике в процессе выполнения динамического мониторинга предполагается перевод в категорию TI-RADS 4 узлов, которые за 6 месяцев наблюдения значительно изменили свои характеристики, в первую очередь

в *B-режиме*:

- увеличились размеры узла (объем увеличился более чем на 30%);
- изменилась пространственная ориентация узла;
- появились гипоэхогенные включения в узле;
- сформировались кальцинаты;
- появилась деформация капсулы узла (и /или капсулы ЩЖ);

– появились патологически измененные лимфоузлы шеи, не выявляемые ранее;

в режиме ЦДК/ЭК или ЭГ (в сочетании с «малыми» признаком В-режима):

в режиме ЦДК/ЭК:

– появился патологический сосудистый рисунок в узле;

в режиме ЭГ:

– высокая жесткость при эластографии по результатам применения качественных и количественных параметров (в зависимости от метода).

Таким образом, появление этих признаков в гипер- или изоэхогенных узлах указывает на необходимость их морфологической оценки, т.е. перевода в категорию TI-RADS 4 для выполнения пункционной биопсии [20, 92].

### **Все гипоэхогенные узлы $d > 1,0$ см определяем в категории TI-RADS 4 и TI-RADS 5**

#### *TI-RADS 4 – средний риск злокачественности*

Узлы размерами более 1,0 требуют выполнения пункционной биопсии, если это:

– солидные узлы, равномерно или неравномерно умеренно пониженной эхогенности (рис. 53);

– солидные узлы изо- или гиперэхогенные, имеющие два и более «малых» признаков злокачественности:

в В-режиме:

– гипоэхогенные включения (рис. 54, 55, 56),

– округлая, шаровидная форма (рис. 54 б; 56 б),

– макрокальцинаты (рис. 55 б),

– неравномерно утолщенное хало (рис. 55 а; 56 а, б),

– акустическая тень за узлом (рис. 56 б);

в режиме ЦДК/ЭК или ЭГ (в сочетании с «малыми» признаком В-режима):

– патологический сосудистый рисунок в узле (рис. 57);

– высокая жесткость узла (рис. 58).

При двукратном отрицательном результате ТАПБ узел перево-

дится в категорию TI-RADS 3 для динамического наблюдения. Повторное УЗИ рекомендуется проводить через 3-6 месяцев [20, 28].

### *TI-RADS 5 – высокий риск злокачественности*

Солидные узлы с «большими» признаками злокачественности для выполнения ПУНКЦИИ:

- **солидные узлы  $d > 1,0$  см:** при наличии хотя бы 1 большого признака злокачественности:
  - значительно сниженная эхогенность (рис. 59),
  - вертикальная пространственная ориентация образования (рис. 60),
  - нечеткий, неровный контур образования: бугристый, микродольчатый, лучистый (рис. 61),
  - наличие в опухоли микрокальцинатов (рис. 62);
- **солидные узлы  $d < 1,0$  см:** при наличии не менее 3-х больших признаков злокачественности (рис. 63), перечисленных выше;

При отрицательном результате ТАПБ повторная пункция проводится через 2-3 недели. При двукратном отрицательном результате ТАПБ узел остается в категории TI-RADS 5. Проводится активное наблюдение. Повторное УЗИ рекомендуется выполнять через 3 месяца. Решение о необходимости проведения оперативного вмешательства при отрицательных результатах ТАПБ принимает оперирующий хирург [30, 95].

- **солидные узлы  $d < 1,0$  см:** при наличии  $\leq 2$  больших признаков злокачественности подлежат динамическому активному наблюдению.

Пункцию таких узлов следует выполнять при наличии патологической лимфаденопатии и/или у пациентов в группе риска.

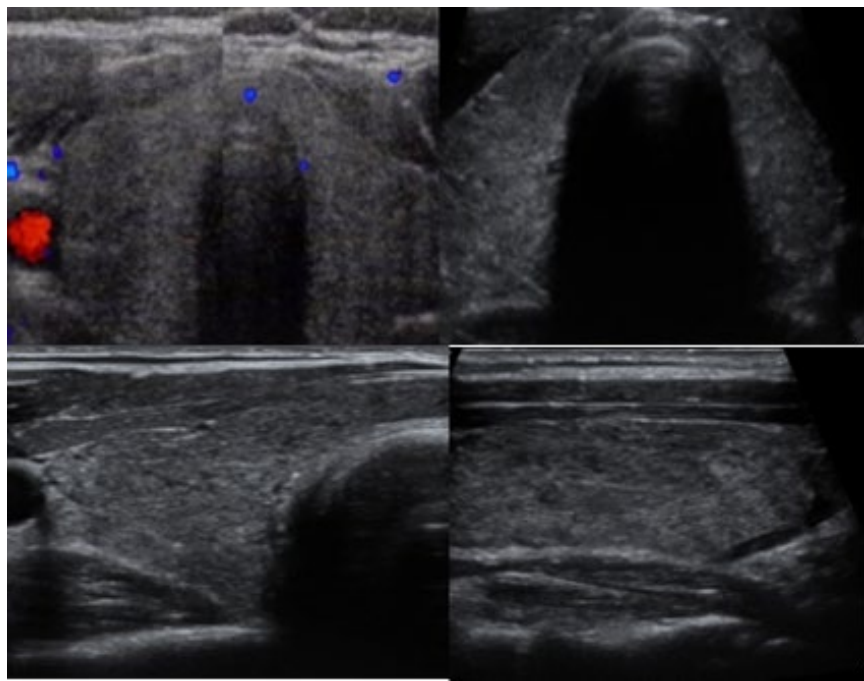


Рис. 44. Диффузные изменения ткани щитовидной железы без узлообразования (оригинальный рисунок).

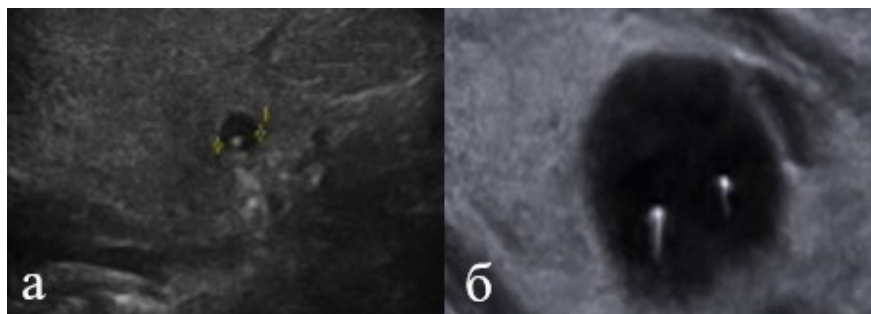


Рис. 45. Категория TI-RADS 2:  
а – кистозно расширенный макрофолликул;  
б – коллоидная киста (оригинальный рисунок).

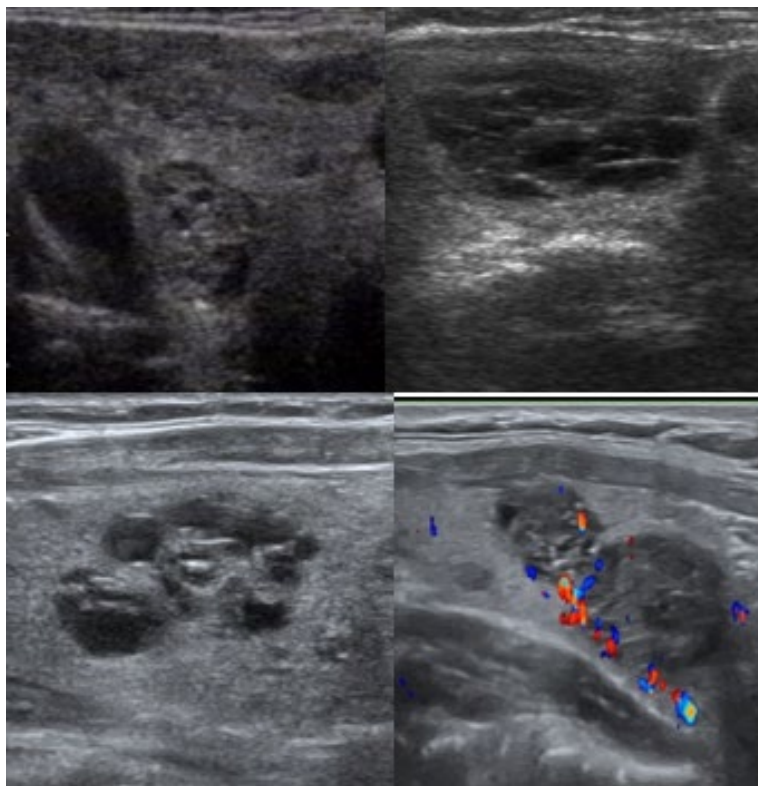


Рис. 46. Категория TI-RADS 2: коллоидно-клеточный зоб (оригинальный рисунок).

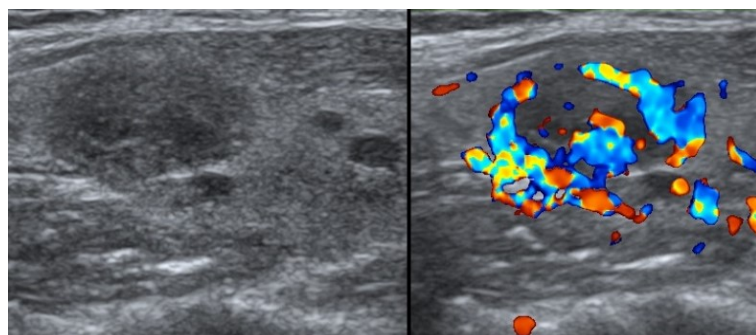


Рис. 47. Категория TI-RADS 3: кистозный узел, в режиме ЦДК в эхогенном компоненте узла определяется кровоток – коллоидный зоб (оригинальный рисунок).

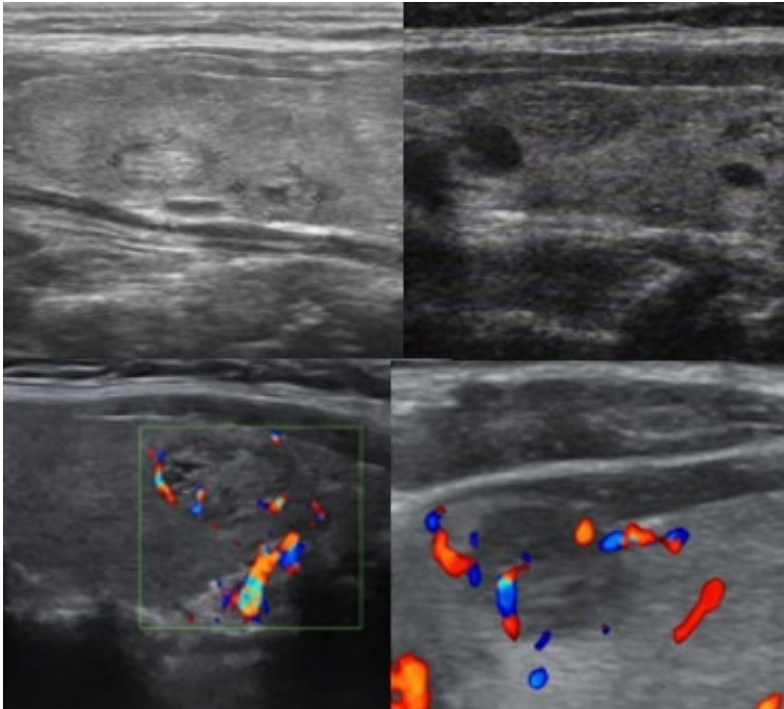


Рис. 48. Категория TI-RADS 2: губчатые (коллоидные) узлы (оригинальный рисунок).

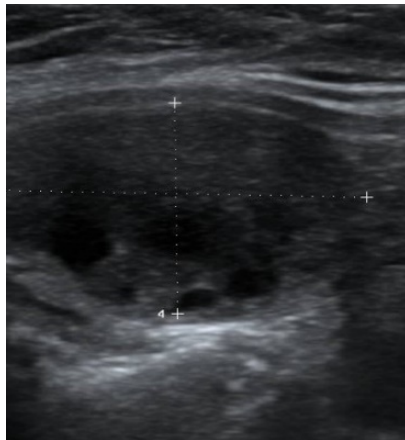


Рис. 49. Категория TI-RADS 3 – папиллярный рак (оригинальный рисунок).

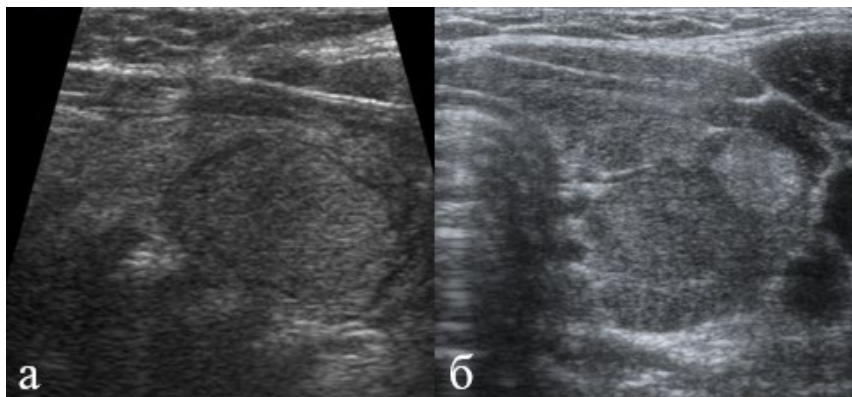


Рис. 50. Категория TI-RADS 3 – примеры очаговых образований:  
а – изоэхогенный очаг, окруженный тонким халом (коллоидный зоб); б – гиперэхогенный очаг округлой формы, с четкими контурами – аутоиммунный тиреоидит (оригинальный рисунок).

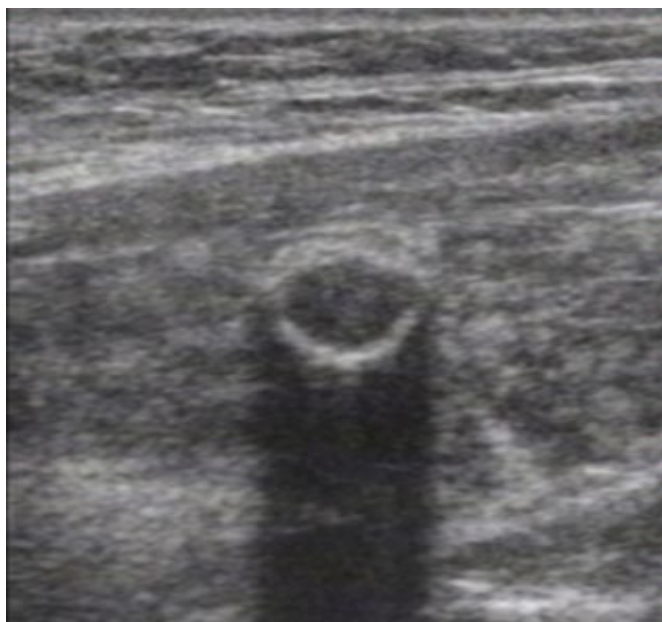


Рис. 51. Категория TI-RADS 3: полностью кальцинированный узел щитовидной железы по типу «яичной скорлупы» (оригинальный рисунок).



Рис. 52. Категория TI-RADS 3: кальцинированные участки ткани щитовидной железы (оригинальный рисунок).

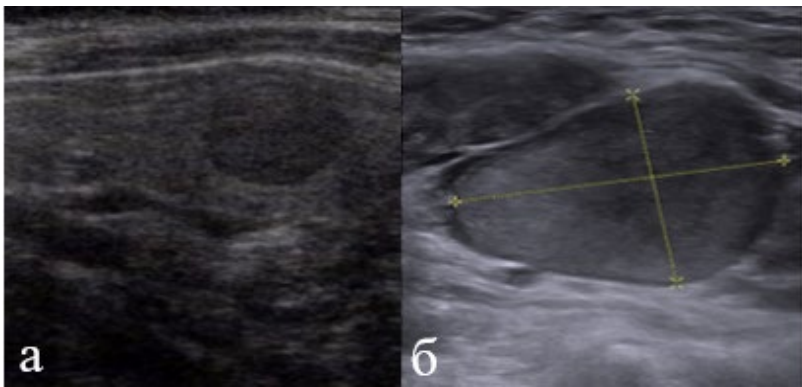


Рис. 53. TI-RADS 4 – примеры очаговых образований: а – узел умеренно пониженной эхогенности с четкими и ровными контурами (фолликулярная аденома); б – узел умеренно неравномерно пониженной эхогенности с четкими, ровными контурами, окруженный тонким халом – фолликулярная неоплазия (оригинальный рисунок).



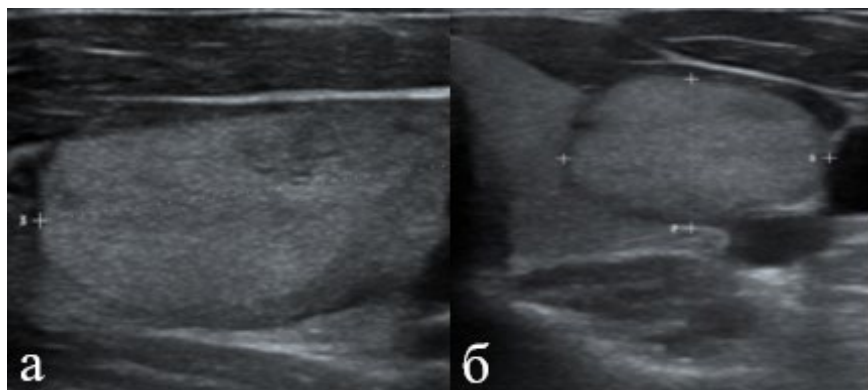


Рис. 54. TI-RADS 4 гиперэхогенные узлы с гипозоногенными включениями (фолликулярные неоплазии):

а – форма узла овальная;

б – форма узла округлая (оригинальный рисунок).

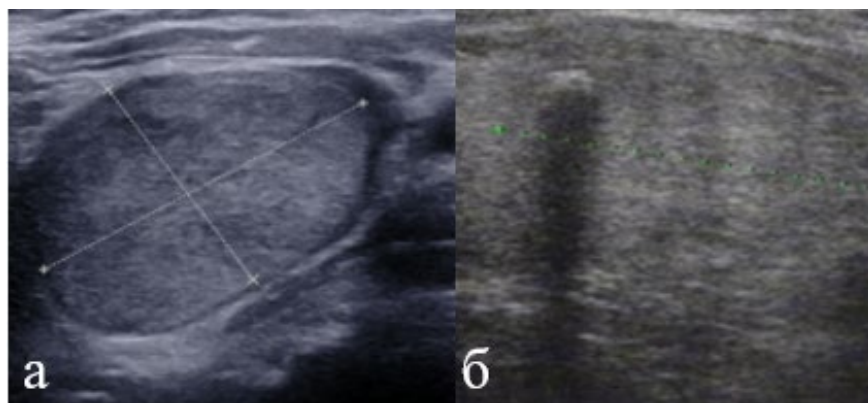


Рис. 55. TI-RADS 4:

а – узел овальной формы, изоэхогенный с гипозоногенными включениями, окруженный неравномерно утолщенным хало (фолликулярная неоплазия);

б – узел овоидной формы, изоэхогенный с гипозоногенными включениями и макрокальцинатом – фолликулярная аденома (оригинальный рисунок).

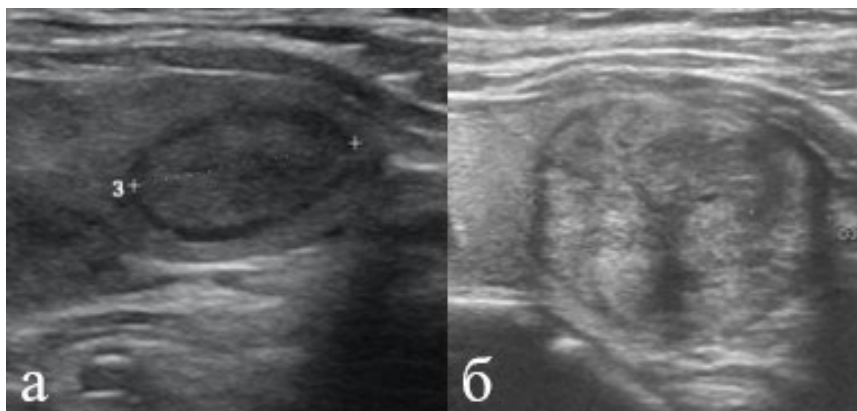


Рис. 56. TI-RADS 4 – примеры очаговых образований: а – узел овальной формы, изоэхогенный, с гипозэхогенными включениями, окруженный неравномерно утолщенным хало – фолликулярная аденома; б – узел шаровидной формы изоэхогенный, неоднородной структуры с гипо- и гиперэхогенными включениями, с акустическими тенями от структур узла, окружен неравномерно утолщенным хало – папиллярный рак (оригинальный рисунок).

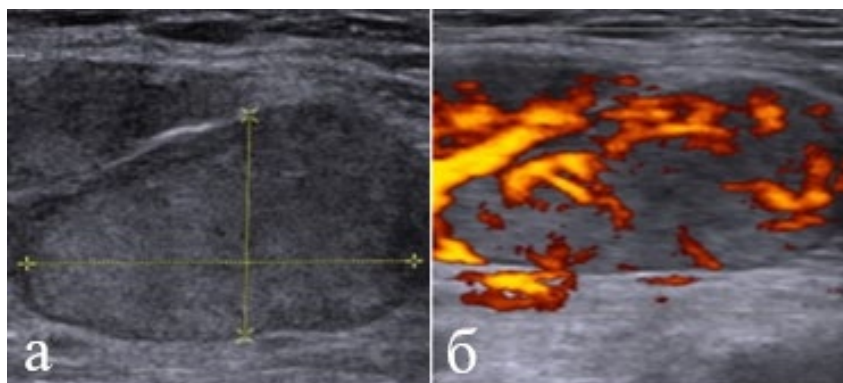


Рис. 57. TI-RADS 4. Фолликулярная аденома: а – В-режим. Узел овоидной формы, умеренно неравномерно пониженной эхогенности, окружен хало неравномерно толщины; б – режим ЦДК. Пограничные сосуды формируют неравномерно утолщенное хало, выявленное в В-режиме. Интранодулярные сосуды формируют патологический сосудистый рисунок узла (оригинальный рисунок).

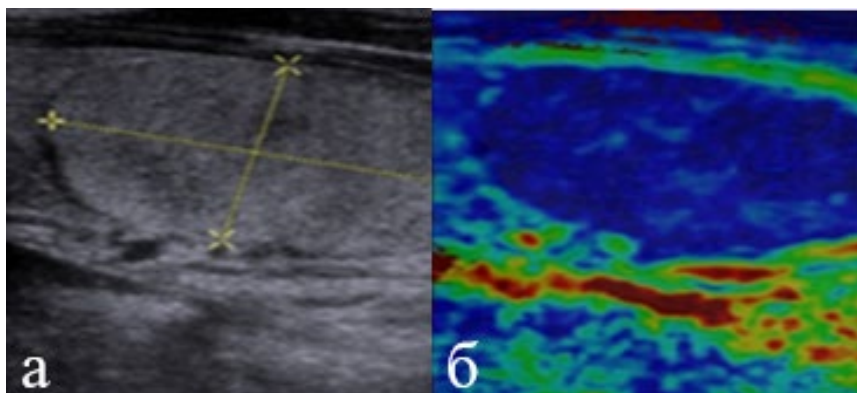


Рис. 58. TI-RADS 4. Фолликулярная неоплазия:

а – В-режим. Узел овальной формы, с ровными, четкими контурами, изоэхогенный, с гипозоногенными включениями, окружен тонким халом;

б – режим компрессионной эластографии. Определяется высокая жесткость узла (оригинальный рисунок).

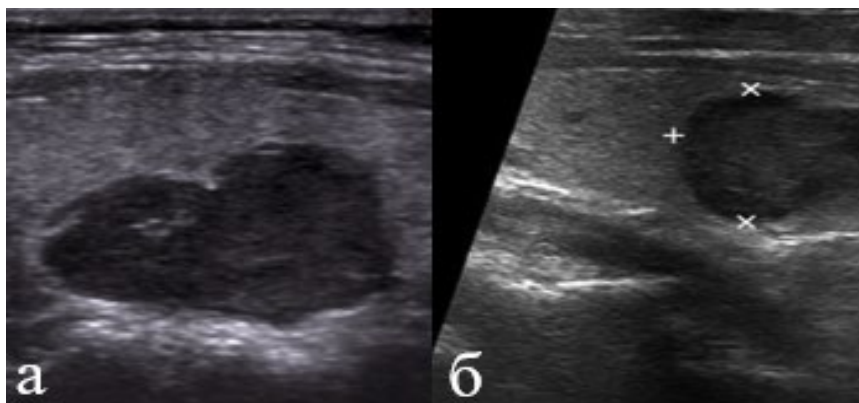


Рис. 59. TI-RADS 5 – папиллярный рак:

а – узел значительно пониженной эхогенности, с неровными, но четкими, дольчатыми контурами;

б – узел неправильной формы, значительно пониженной эхогенности, с четкими контурами (оригинальный рисунок).

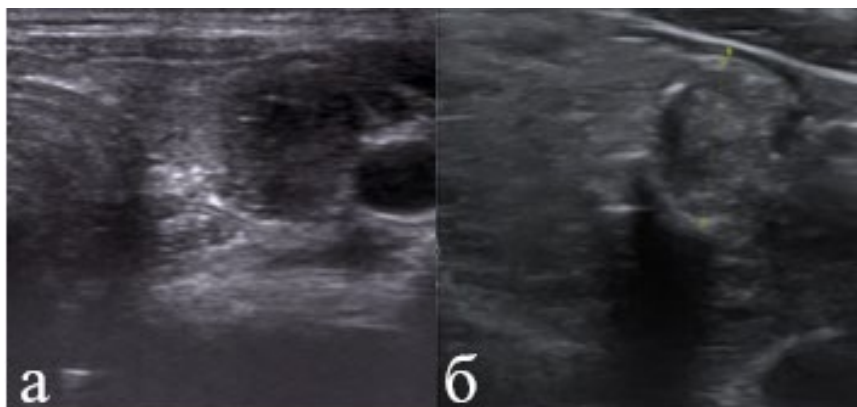


Рис. 60. TI-RADS 5 – папиллярный рак:

а – узел вертикальной пространственной ориентации, с нечеткими контурами, значительно сниженной эхогенности, с единичными микрокальцинатами;

б – узел вертикальной пространственной ориентации, с нечеткими контурами, неравномерно сниженной эхогенности, с единичными микрокальцинатами (оригинальный рисунок).

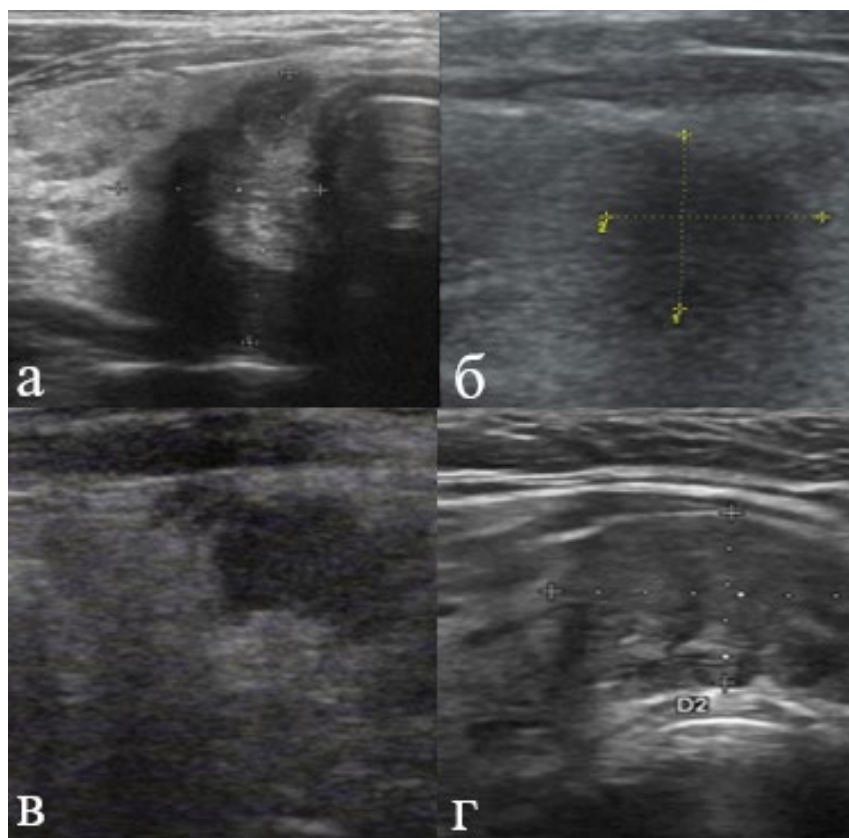


Рис. 61. TI-RADS 5 – папиллярный рак:

а – узел с нечеткими лучистыми контурами, значительно сниженной эхогенности. За узлом формируется акустическая тень;

б – узел с нечеткими микродольчатыми контурами, значительно сниженной эхогенности, неоднородной структуры, с гиперэхогенными включениями;

в – узел с нечеткими микродольчатыми контурами, значительно сниженной эхогенности;

г – узел изоэхогенный, с дольчатыми и нечеткими контурами (оригинальный рисунок).

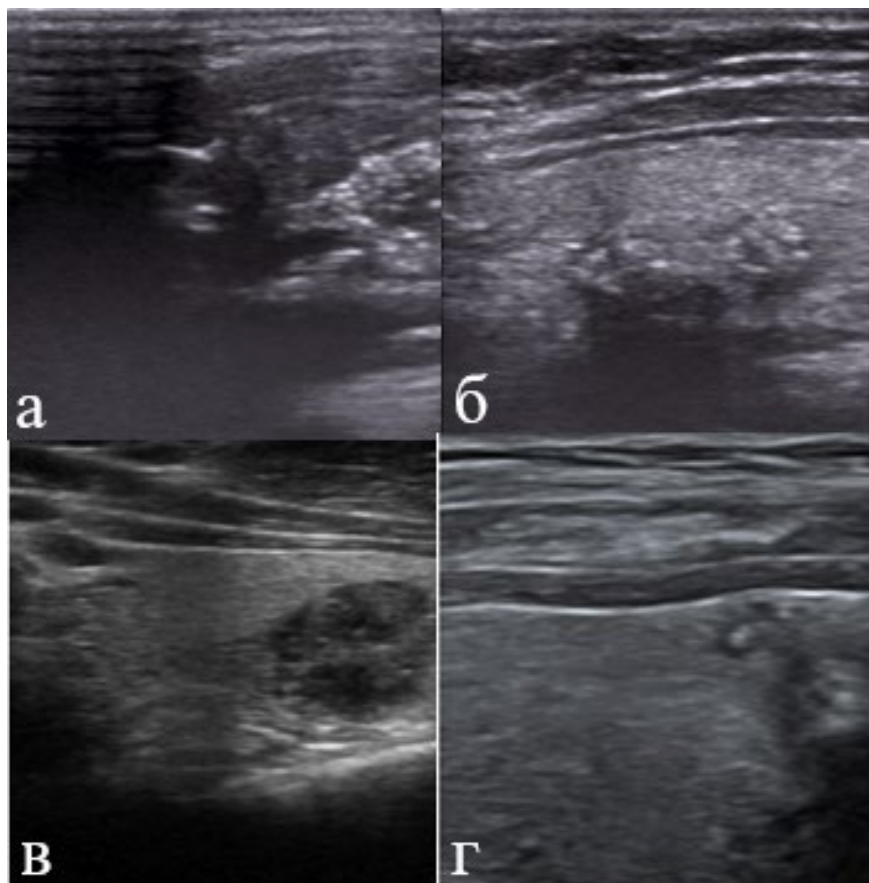


Рис. 62. TI-RADS 5 – папиллярный рак:

а – узел с нечеткими и неровными контурами, значительно пониженной эхогенности, с множественными микрокальцинатами;

б – узел неправильной формы, с нечеткими контурами, с микрокальцинатами;

в – узел нечеткими и неровными контурами, вертикальной пространственной ориентации, неравномерно пониженной эхогенности с единичными микрокальцинатами;

г – узел неправильной формы, значительно пониженной эхогенности, с нечеткими лучистыми контурами, с микрокальцинатами, с акустической тенью за узлом (оригинальный рисунок).

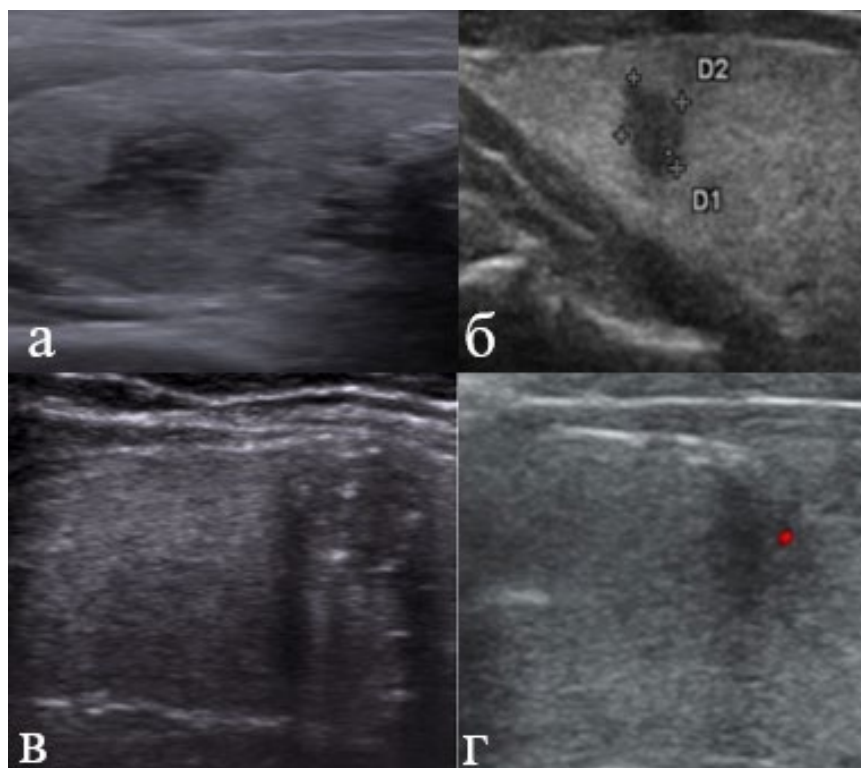


Рис. 63. Узлы  $D < 1,0$  см. TI-RADS 5:

а – узел неправильной формы с нечеткими, лучистыми контурами, значительно пониженной эхогенности, с микрокальцинатами;

б – узел с нечеткими микродольчатыми контурами, значительно пониженной эхогенности;

в – узел шаровидной формы, с нечеткими контурами, умеренно пониженной эхогенности, с микрокальцинатами, подрастает к капсуле щитовидной железы, деформируя наружный контур доли;

г – узел вертикальной пространственной ориентации, с нечеткими лучистыми контурами, значительно пониженной эхогенности (оригинальный рисунок).

*TI-RADS 6 – злокачественное образование,  
подтвержденное цитоморфологически*

Выявленное ранее образование оценено морфологически и подтвержден рак ЩЖ. Идет подготовка к лечебным мероприятиям.

Вся классификация TI-RADS по оценке риска злокачественности узлов ЩЖ может быть представлена в виде таблицы (приложение 3).

Следует еще раз подчеркнуть, что классификация TI-RADS предназначена не для диагностики рака ЩЖ, а для выделения группы узлов ЩЖ, подозрительных на злокачественный процесс, и направления их на биопсию [17, 30, 94].

При наличии многоузлового зоба каждый узел должен иметь свою категорию TI-RADS:

- при одном узле категория TI-RADS выносится в итоговое Заключение;

- при выявлении нескольких узлов категорию TI-RADS рекомендуется указывать после описания каждого узла;

- при многоузловом зобе категорию TI-RADS следует указывать после описания наиболее подозрительных узлов. В этом случае в итоговое Заключение выносится наиболее высокая категория TI-RADS [32, 103].

При выявлении патологически измененных лимфатических узлов на стороне узлового образования щитовидной железы к категории TI-RADS необходимо добавлять в заключении «Подозрение на метастатическое поражение лимфатических узлов» [13, 48].



### **Глава 3.**

#### **Методика проведения тонкоигольной аспирационной пункционной биопсии очаговых образований щитовидной железы**

Данная глава рассматривает основные методики выполнения тонкоигольной аспирационной пункционной биопсии (ТАПБ) очаговых образований щитовидной железы.

Освещены такие вопросы, как ультразвуковая анатомия с учетом выполнения ТАПБ, а также техника и показания к выполнению манипуляции.

#### **3.1. Принципы и техника выполнения тонкоигольной аспирационной пункционной биопсии щитовидной железы**

Тонкоигольная аспирационная пункционная биопсия щитовидной железы (ТАПБ) является высокоинформативным методом получения сведений о структуре и клеточном составе образований щитовидной железы, других патологических изменениях её структуры [17, 58].

Преимуществами ТАПБ являются:

- 1) высокая чувствительность и специфичность метода (чувствительность 70-98%, специфичность 70-100%);
- 2) малая травматичность;
- 3) техническая простота обработки полученного материала;
- 4) возможность выполнения в амбулаторных условиях;
- 5) относительная невысокая стоимость исследования.

Недостатками ТАПБ являются:

- 1) в 2-16% случаев цитология не является диагностической (как правило недостаточно материала для диагностики и требуется повторное выполнение ТАПБ);
- 2) в 5-20% случаев невозможно провести различия между доброкачественными и злокачественными узлами из-за неопределенных цитологических данных, включающих фолликулярную атипию и атипию неопределенного значения.

Показания к проведению ТАПБ:

Тонкоигольная аспирационная пункционная биопсия рекомендуется всем пациентам с подозрением на РЩЖ в качестве основного метода дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных поражений ЩЖ и лимфатических узлов [1, 12, 55].

### **3.2. Ультразвуковая анатомия щитовидной железы с учетом проведения ТАПБ**

С целью снижения осложнений при проведении ТАПБ необходимо знать и учитывать топографическое соотношение анатомических структур шеи на уровне щитовидной железы. Тонкоигольная аспирационная пункционная биопсия может выполняться в любом удобном направлении – в аксиальном срезе, скошенном или сагиттальном направлении полученных изображений. На рисунке 64 отображена анатомия мягких тканей шеи с учетом возможного направления пункции щитовидной железы [3, 57].

Направление пункционного хода необходимо выбирать с учетом прилежащих жизненно важных анатомических структур, избегая повреждения прилежащих крупных магистральных сосудов и трахеи [21].

ТАПБ может выполнять врач любой специальности, владеющий методикой ее проведения (эндокринолог, эндокринный хирург, онколог, врач лучевой диагностики).

Оборудование и инструменты:

- 1) ультразвуковой аппарат, оснащенный линейным датчиком с частотой 7,5-10 МГц;
- 2) наличие инъекционных шприцев с иглами 21, 23, 25 или 27G (калибра);
- 3) при необходимости возможно использовать специальные иглы для аспирационной биопсии диаметра 21, 23, 25, 27 G (калибра);
- 4) обязательно оформляется информированное согласие на исследование.

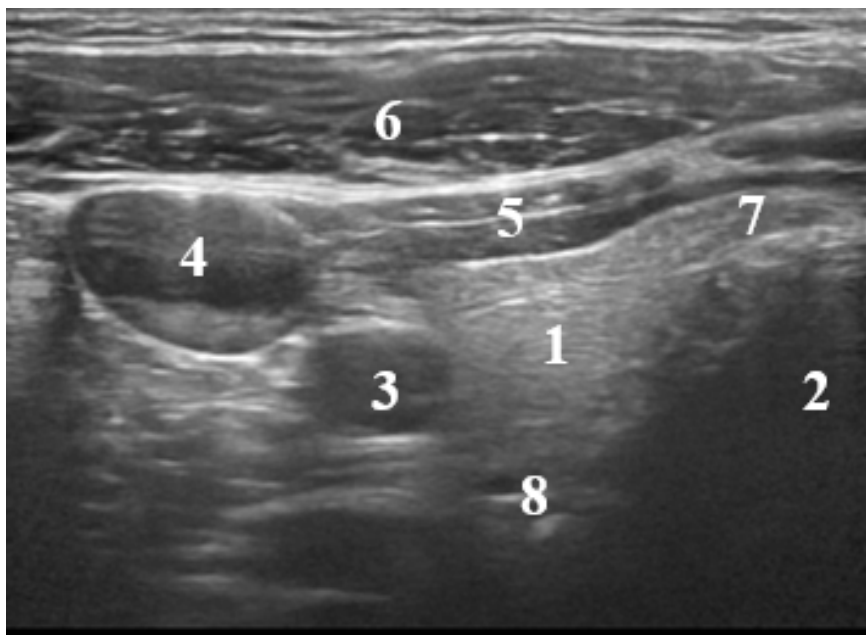


Рис. 64. Косой аксиальный срез: 1 – правая доля щитовидной железы; 2 – трахея; 3 – общая сонная артерия; 4 – общая яремная вена; 5 – грудино-подъязычная и грудино-щитовидная мышцы; 6 – грудино-ключично-сосцевидная мышца; 7 – перешеек щитовидной железы; 8 – нижняя щитовидная вена (оригинальный рисунок).

### 3.3. Техника проведения ТАПБ щитовидной железы

Рассмотрим этапы проведения ТАПБ щитовидной железы.

1. Положение пациента на столе: лежа на спине с валиком под шей и умеренно запрокинутой головой. Необходимо помнить, что значительное заднее разгибание шеи, особенно у пожилых пациентов может привести к нарушению кровотока по позвоночным артериям и в вертебробазилярном бассейне.

2. ТАПБ проводится под ультразвуковым наведением. При проведении биопсии возможно использование двух техник пункции: с применением специальных «пункционных» насадок на датчик и методом «свободной руки». Применение «пункционных» насадок диктует применение специальных длинных игл малого калибра для цитологической аспирации, что значительно повышает расходы на проведение

биопсии. При применении техники «свободной руки» необходимы определенные навыки владения техникой пункции, «синхронизация» движений рук с датчиком и иглой, при этом возможно использование доступных инъекционных шприцев с иглами длиной 40 мм.

3. Обработка операционного поля проводится доступным в учреждении антисептиком для кожных покровов.

4. Прокол кожи проводится рядом с краем датчика.

Проведение иглы должно контролироваться на всем протяжении биопсии, что достигается прохождением иглы в срезе ультразвукового сканирования – для исключения повреждения прилежащих к щитовидной железе сосудов и контроля забора материала для цитологического исследования из «зоны интереса»:

– при проведении иглы с использованием техники «свободной руки» возможна коррекция направления пункции в режиме реального времени в связи с изменением положения узла из-за болезненных ощущений пациента, а также при дыхательных движениях, что особенно актуально у полных пациентов;

– предпочтительно использование шприцев малого объема для более свободного создания отрицательного давления в шприце при заборе материала;

– предпочтение в заборе материала отдается периферическим отделах узла, но не из зоны «halo». Зона «halo» является по сути перифокальным отеком, в котором не будет содержаться опухолевых клеток;

– после извлечения иглы необходимо длительное (не менее 5-7 минут) пальцевое прижатие в месте пункции для снижения вероятности возникновения гематомы.

### **3.4. Показания к проведению ТАПБ щитовидной железы**

1) узловые образования щитовидной железы, равные или превышающие 1 см в диаметре;

2) узловые образования размером менее 1 см, если пациент относится к группе риска наличия агрессивных форм рака щитовидной железы, при наличии следующих факторов:

– концентрация базального или стимулированного кальцитонина >100 пг/мл,

– наличие увеличенных регионарных лимфатических узлов,

- облучение головы и шеи в анамнезе,
  - семейный анамнез рака щитовидной железы (РЩЖ),
  - паралич голосовой складки,
  - узловое образования щитовидной железы, случайно выявленные при позитронно-эмиссионной томографии,
  - пациенты моложе 20 лет,
  - изменение ультразвуковой структуры доброкачественных узлов щитовидной железы в процессе динамического наблюдения;
- 3) при образованиях размером менее 1 см, если пациент не относится к группе риска наличия агрессивных форм рака щитовидной железы, проведение ТАПБ нецелесообразно независимо от ультразвуковых характеристик новообразования;
- 4) при получении доброкачественного цитологического заключения из узла с явными подозрительными ультразвуковыми признаками ТАПБ рекомендуется повторить в ближайшее время с целью своевременной постановки диагноза злокачественного новообразования;
- 5) при обнаружении измененных регионарных лимфатических узлов всем пациентам с РЩЖ рекомендована их прицельная ТАПБ с целью морфологической верификации с проведением цитологического исследования биопсийного материала (диагностическая точность ТАПБ из лимфатических узлов повышается при исследовании смыва иглы на тиреоглобулин или кальцитонин в зависимости от морфологической формы РЩЖ).

#### Осложнения ТАПБ:

1. Подкожная гематома.
2. Субкапсулярная гематома.
3. Ограниченное кровоизлияние внутри пунктированного узла.
4. Кровотечение из сосудов щитовидной железы, а также подкожных вен с образованием гематом клетчаточных пространств шеи.
5. Пункция сонной артерии.
6. Пункция трахеи.
7. Нагноение в зоне пункции.

Таким образом, ТАПБ в сочетании с УЗ-диагностикой является безусловно одним из ведущих инвазивных методов и рекомендуется всем пациентам с подозрением на РЩЖ в качестве основного метода дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных поражений ЩЖ и лимфатических узлов [2, 8, 57].

## Глава 4.

### Цитологические аспекты интерпретации очаговых изменений щитовидной железы

Последующая информация будет содержать в себе основные аспекты оценки и методик проведения исследования в работе врача цитолога. Отдельное внимание будет уделено цитологической классификации образований щитовидной железы по Bethesda.

Патологические изменения в очаговых образованиях щитовидной железы в цитологических срезах продемонстрированы в приложении 2.

#### 4.1. Методика проведения цитологических исследований

Тонкоигольная аспирационная пункционная биопсия (ТАПБ) узловых образований щитовидной железы с последующим цитологическим исследованием стали рутинными при обследовании пациентов с данной патологией [3, 4, 55].

Метод эффективен в диагностике большинства доброкачественных процессов и наиболее часто встречающихся злокачественных опухолей щитовидной железы. Так, чувствительность цитологического метода в распознавании папиллярного (ПР) и медуллярного (МР) рака щитовидной железы составляет 90-95%. Показатели специфичности также превышают 90%.

Проблемой цитологической диагностики и её «серой зоной» являются узловые образования щитовидной железы фолликулярного строения с различным злокачественным потенциалом (аденоматозный зоб, фолликулярная аденома (ФА), фолликулярный рак (ФР) и некоторые другие опухоли).

В дифференциальной диагностике вышеперечисленных процессов определяющими критериями являются гистологические признаки – наличие капсулы, инвазия в капсулу и сосуды. Клеточные и структурные характеристики аспирационного биопсийного материала при исследовании фолликулярных опухолей не являются диагностически значимыми и не дают возможности разграничить злокачественные и доброкачественные опухоли [56, 94].

Современные подходы к оценке цитологического материала ТАПБ узловых образований щитовидной железы базируются на международной системе стандартных цитологических заключений Bethesda System.

Первая редакция данной классификации была опубликована в 2007 г. по материалам научной конференции Национального Института Рака в г. Бетесда (США).

Вторая редакция принята на международном конгрессе цитологии в Йокогаме в 2016 г.

Цитологическая классификация Bethesda System (BS) представляет единую многоуровневую систему диагностических заключений, включает шесть диагностических категорий. В каждой категории определен вероятный риск малигнизации и тактика необходимых диагностических мероприятий [7, 75].

Последняя редакция цитологической классификации BS 2017 г. включает поправки, связанные изменениями международной гистологической классификации опухолей щитовидной железы ВОЗ 2017 г., представленной в таблице 3.

Таблица 3

### Гистологическая классификация опухолей щитовидной железы (ВОЗ, 2017)

#### Классификационная категория

Фолликулярная аденома

Гиалинизирующая трабекулярная опухоль

Другие инкапсулированные опухоли щитовидной железы фолликулярного строения:

- фолликулярная опухоль неопределенного злокачественного потенциала
- высокодифференцированная опухоль неопределенного злокачественного потенциала
- неинвазивная фолликулярная опухоль с ядрами папиллярного типа

Папиллярная карцинома:

- папиллярная карцинома
- папиллярная карцинома, фолликулярный вариант
- папиллярная карцинома, инкапсулированный вариант
- папиллярная микрокарцинома
- папиллярная карцинома, вариант из столбчатых клеток
- папиллярная карцинома, онкоцитарный вариант

Фолликулярная аденома БДУ:

- фолликулярная карцинома, минимально инвазивная
- фолликулярная карцинома, инкапсулированная с сосудистой инвазией
- фолликулярная карцинома, широкоинвазивная

Гюртлеклеточные (онкоцитарные) опухоли

Гюртлеклеточная аденома

Гюртлеклеточная карцинома

Низкодифференцированная карцинома  
Анапластическая карцинома  
Плоскоклеточная карцинома  
Медуллярная карцинома  
Смешанная медуллярная и фолликулярная карцинома  
Мукоэпидермоидная карцинома  
Склерозирующая мукоэпидермоидная карцинома с эозинофилией  
Муцинозная карцинома  
Эктопическая тимома  
Веретенчатая опухоль с тимикоподобной дифференцировкой  
Интракраниальная тимическая карцинома  
Парагангиома и мезенхимальные/стромальные опухоли:  
– парагангиома  
– опухоль из оболочек периферических нервов  
– шваннома  
– злокачественная опухоль из оболочек периферических нервов  
– доброкачественные сосудистые опухоли  
– гемангиома  
– кавернозная гемангиома  
– лимфангиома  
– ангиосаркома  
– гладкомышечные опухоли  
– лейомиома  
– лейомиосаркома  
– солитарная фиброзная опухоль  
Гематолимфоидные опухоли:  
– гистиоцитоз Лангерганса  
– болезнь Розая-Дорфмана  
– саркома из фолликулярных дендрических клеток  
– первичная лимфома щитовидной железы  
Опухоли из зародышевых клеток:  
– доброкачественная тератома (0-1 степень злокачественности)  
– незрелая тератома (2 степень злокачественности)  
– злокачественная тератома (3-я степень злокачественности)  
Вторичные опухоли

В гистологическую классификацию ВОЗ 2017 г. включены пограничные опухоли, занимающие промежуточное положение между доброкачественными и злокачественными новообразованиями и среди них – неинвазивная фолликулярная опухоль с ядрами папиллярного рака (НИФТП), которая ранее рассматривалась как разновидность фолликулярного варианта ПР; в отдельную группу выделены



онкоцитарные опухоли; пересмотрены варианты ПР; внесена детализация в классификацию ФР; пересмотрены критерии диагностики низкодифференцированного рака щитовидной железы [4, 55].

## 4.2. Классификация ВЕТЕHSDA

Классификация цитологических заключений по категориям Bethesda System 2017 г. представлена в таблице 4.

Таблица 4

Система описания цитологических результатов  
ВЕТЕHSDA 2017

	Категория	Тактика ведения пациента	Риск ЗНО
I	Неинформативный материал	повторная ТАПБ	5-10%
II	Доброкачественный узел	наблюдение	1-3%
III	Атипия неясного значения / Фолликулярное поражение неясного значения	повторная ТАПБ молекулярно-генетическое исследование/ гемитиреоидэктомия	6-18%
IV	Фолликулярная опухоль / Подозрение на фолликулярную опухоль	молекулярно-генетическое исследование/ гемитиреоидэктомия	10-40%
V	Подозрение на злокачественное новообразование	гемитиреоидэктомия/тиреоидэктомия	45-60%
VI	Злокачественное новообразование	тиреоидэктомия	94-96%

### 4.2.1. Категория I.

#### Неинформативный недиагностический материал (НД)

Неинформативный или недиагностический материал определяется отсутствием критериев адекватности.

Критерии адекватности: цитологический материал ТАПБ должен содержать минимум 6 групп хорошо визуализируемых фолликуляр-

ных клеток (т.е. хорошо определяемых, не разрушенных, не поврежденных и не заблокированных), содержащих не менее 10 клеток в каждой группе на 1 стекле [3, 69].

Исключения из этого правила:

1. Солидный узел с клеточной атипией. Если скудный аспират содержит малочисленные клетки с выраженной атипией, клеточный минимум не имеет значения.

2. Солидный узел с воспалением. Аспираты при лимфоэпителиальном тиреоидите Хашимото, абсцессе или гранулематозном тиреоидите могут содержать только клетки воспаления при отсутствии эпителия или его минимуме. Эти процессы расцениваются как воспалительные, а не НД.

3. Коллоидные узлы. Обильный коллоид считается удовлетворительным для оценки. Подсчет эпителиальных клеток не нужен.

Таким образом, ТАПБ материал считается НД в следующих случаях:

1. Мазки содержат менее 6 групп хорошо сохранных, содержащих не менее 10 клеток правильного строения в каждой.

2. Плохо приготовленные мазки, содержащие поврежденные, плохо окрашенные и не просматриваемые клетки.

3. Кистозная жидкость, содержащая менее 6 групп по 10 и менее эпителиальных клеток в каждой и имеющих правильное строение.

Рекомендации по клеточному минимуму касаются только фолликулярных клеток и исключают макрофаги, лимфоциты и прочие компоненты!

Аспирационный материал солидных или частично кистозных узлов с клеточной атипией считаются адекватными, даже если клеток мало и классифицируются как атипия неясного значения (категория BS III) или подозрительный (категория BS IV или BS V).

*Тактика:* узлы с малоинформативным материалом должны пунктироваться дополнительно. Повторная ТАПБ под контролем УЗИ со срочным цитологическим исследованием on-site позволяет получить диагностический результат в 60-80%.

#### **4.2.2. Категория II.**

##### **Доброкачественные неопухолевые процессы**

Доброкачественные узловые образования щитовидной железы

чаще всего диагностируются при ТАПБ и составляют около 60-70% всех случаев. Доброкачественный процесс подразумевает узловой зоб, тиреоидит и другие менее частые заболевания. Цитологическая диагностика доброкачественного процесса ассоциируется с низким риском малигнизации, и таких пациентов чаще ведут консервативно [17, 18].

Цитологически доброкачественный фолликулярный узел (узловой зоб) характеризуется вариабельным количеством коллоида, наличием фолликулярных клеток доброкачественного вида, онкоцитарными клетками, макрофагами. В зависимости от количества и соотношения компонентов узла процесс может называться – коллоидный зоб, нодулярный зоб, гиперпластический аденоматозный зоб и узел при болезни Грейвса. Эти термины используются в зависимости от цитологических находок и клинических данных [12].

Критерии доброкачественного фолликулярного узла:

- Материал обильный, содержит коллоид, который может быть различной консистенции и плотности.

- Фолликулярные клетки располагаются преимущественно в пластах типа сот, в трехмерных сферах разного размера, тканевых фрагментах и диссоциированно. В аспирате могут присутствовать микрофолликулы, но они составляют небольшую часть эпителия.

- Клетки Гюртля встречаются в составе пластов и изолированных клеток.

- Фолликулярные клетки имеют скудную или среднего размера цитоплазму, которую могут полностью терять. Иногда в цитоплазме можно видеть гранулы липофусцина или гемосидерина.

- В небольшом количестве среди эпителия можно наблюдать нагромождение и скученность ядер, а в некоторых случаях анизоцитоз без гипохромии и неровности ядерных мембран.

- Иногда видна папиллярная гиперплазия.

Фокальные репаративные изменения часто наблюдаются в кистах. Эти изменения касаются клеток, выстилающих кисты. Клетки выглядят уплощенными с вытянутой цитоплазмой. У них увеличены ядра с нежногранулярным хроматином.

*Болезнь Грейвса (БГ)*

ТАПБ при этом заболевании проводится только при появлении большого или холодного узла.

Цитологические признаки БГ неспецифичны и требуют клинического сопоставления для постановки диагноза. Аспираты часто высококлеточные, могут содержать обильный коллоид и переменное количество фолликулярных клеток. Нередко видны лимфоциты и клетки Гюртля как фон.

Фолликулярные клетки располагаются в пластах с широкой цитоплазмой, встречаются пламенеющие клетки с маргинальными вакуолями. Ядра часто укрупнены с выступающими ядрышками, локально можно обнаружить просветление хроматина и борозды [55, 93].

Иногда БГ характеризуется микрофолликулярной архитектурой, наложением ядер, скуденностью и анизоцитозом. Здесь важно не допустить гипердиагностики. В некоторых случаях присутствие лимфоцитов создает сходство с лимфоцитарным тиреоидитом.

#### *Лимфоцитарный тиреоидит (ЛТ)*

ЛТ включает аутоиммунный тиреоидит Хашимото, подострый тиреоидит (послеродовой, скрытый, фокальный). Гистологически ЛТ характеризуется лимфоплазмочитарной диффузной инфильтрацией, лимфоидными фолликулами, онкоцитарной метаплазией, фиброзом и атрофией.

Аспирационный материал при ЛТ содержит полиморфные лимфоидные клетки, связанные с доброкачественными фолликулярными клетками и клетками Гюртля [12, 93]. Обычно мазки ТАПБ многоклеточны, за исключением случаев с выраженным фиброзом. Для интерпретации диагноза ЛТ количество эпителия не имеет значения. В некоторых случаях фолликулярный эпителий при ЛТ фокально выглядит атипично и вызывает трудности для оценки. Среди онкоцитарных клеток, если они присутствуют, может быть выражен анизонуклеоз, слабая ядерная атипия, ядерные просветления и борозды.

### **4.2.3. Категория III.**

#### **Атипия неясного значения (АНЗ)**

К этой категории относится аспирационный материал, содержащий клетки (фолликулярные, лимфоидные и другие) с нарушенной архитектурой или ядерными атипичными изменениями, которые невозможно классифицировать, как подозрение на ФО, подозрение на злокачественную опухоль или оценить, как злокачественную опухоль [44, 49].

С другой стороны, выявленную атипию невозможно с уверенностью отнести к доброкачественным изменениям:

- возможные варианты клеточного состава ТАПБ с оценкой АНЗ;
- в основном материал доброкачественный, но часть клеток содержат увеличенные ядра, бледный хроматин, неровный контур. Ядерные псевдоинклюзии отсутствуют;
- атипия клеток выстилки кисты. Обычно такие клетки хорошо распознаются, но иногда в них отмечается более выраженная атипия с увеличением ядра, цитоплазмы, появляются борозды, выступающие ядрышки или псевдоинклюзии, хотя преобладают доброкачественного вида клетки;
- гистиоцитозидные клетки. Они характерны для кистозного варианта ПР. Гистиоцитозидные опухолевые клетки похожи на истинные гистиоциты, которые также присутствуют в кистозном содержимом. Для дифференциальной диагностики можно использовать ИЦХ;
- скудный материал содержит единичные микрофолликулы с нагромождением ядер и скудным коллоидом;
- микрофолликулы выступают фокально и их немного на фоне умеренного или высококлеточного материала;
- сочетание неотчётливой клеточной и структурной атипии в виде микрофолликулов (чаще бывает при неинвазивной фолликулярной опухоли с ядрами папиллярного рака НИФТП);
- обильный аспират состоит из клеток Гюртля с небольшой примесью коллоида.

Тактика: заключение АНЗ требует повторной ТАПБ. В некоторых случаях рекомендуется молекулярно-генетическое исследование

#### **4.2.4. Категория IV.**

##### **Фолликулярная опухоль или подозрение на ФО**

Так называемые фолликулярные поражения включают: нодулярный зоб (нодулярную гиперплазию), фолликулярную аденому (ФА), фолликулярный рак (ФР), фолликулярный вариант папиллярного рака (ФВПР) и фолликулярную тиреоидную опухоль с ядрами подобными папиллярному раку (НИФТП). Все эти процессы имеют сходные цитоморфологические признаки и не могут быть точно идентифицированы [59, 91]. В этой связи ТАПБ можно рассматривать как скрининг-тест в селекции узлов, подлежащих хирургическому лечению.

Окончательный диагноз в этой группе возможен после операции, т.к. инвазия в капсулу или сосудистая инвазия являются единственными критериями диагностики ФР.

Критерии ФО или подозрение на ФО:

- цитологические препараты умеренно или высококлеточные;
- изменение архитектоники характеризуется нагромождением и скученностью клеток, микрофолликулами, и диссоциированными клетками;
  - фолликулы содержат не более 15 клеток;
  - фолликулярные клетки нормального размера или увеличены, относительно однотипны с неширокой или среднего размера цитоплазмой;
  - ядра округлые, слегка гиперхромны, ядрышки могут быть не видны;
  - иногда возможна атипия – это увеличение и полиморфизм ядер, выступающие ядрышки или увеличение ядер с неровным контуром или фокально просветленным хроматином;
    - коллоид скудный или отсутствует;
    - кистозные изменения встречаются не часто, за исключением тех случаев, когда опухоль большая и в ней возникают дегенеративные изменения, на что указывают макрофаги;
    - скудный клеточный аспират с фолликулярными структурами исключается из этой категории и трактуется как АНЗ или фолликулярное поражение неясного значения (BS III);
    - случаи, в которых ядра похожи или в них явные признаки ПР, исключаются из этой категории и классифицируются как подозрительные на малигнизацию (BS-V) или злокачественные соответственно (BS VI).

Большинство пациентов с ФО подвергаются хирургическому лечению [3, 65]. Вероятность, что узел опухольный – 65-85%. Преобладают аденомы. Частота злокачественных опухолей в этой категории- 25-40%. Следует отметить, что подавляющее большинство злокачественных опухолей этой группы интерпретируются гистологически как ПР, преимущественно фолликулярный вариант. Расхождение в оценке отчасти объясняется тем, что некоторые опухоли, в частности ФВГП и НИФГП могут иметь признаки ПР, но типичные особенности

ядер прослеживаются не во всех участках и клетках опухоли и поэтому не всегда могут быть оценены по материалу ТАПБ. В других случаях несоответствие связано с несовершенством воспроизводимости гистологического диагноза ФР и ФВПР [3, 9, 55].

#### *Опухоли из клеток Гюртля*

Согласно гистологической классификации ВОЗ 2017 г. аденомы и карциномы из клеток Гюртля – онкоцитов рассматриваются как гюртляклеточный тип фолликулярной аденомы и или фолликулярного рака [4, 12].

Онкоцитарные опухоли выделены на основании морфологических, а также генетических отличий и прогноза. Следует отметить, что онкоцитарная пролиферация в 16-25% наблюдений оказывается не опухолью, а онкоцитарной гиперплазией и пролиферацией онкоцитов в нодулярном зобе. Рак из клеток Гюртля очень редок и составляет 15-20% от всех фолликулярных раков. Различие между аденомой и раком устанавливается только при гистологическом исследовании на основании наличия или отсутствия инвазии в капсулу или сосуды опухоли [2, 33].

В цитологической классификации BS ФО из клеток Гюртля или подозрение на них относят к категории IV.

#### Критерии:

- материал высоко или умеренно клеточный, состоит из клеток Гюртля;
- для клеток характерна широкая мелкогранулярная цитоплазма, крупное центральное или эксцентричное ядро и крупное ядрышко. Часто видны двуядерные клетки;
- мелкие клетки Гюртля с высоким ядерно-цитоплазматическим соотношением расцениваются как мелкоклеточная дисплазия;
- крупные клетки с не менее чем двукратным увеличением ядер расцениваются как крупноклеточная дисплазия;
- клетки располагаются изолированно, гнездно, синцитиально;
- коллоида нет или его очень мало;
- нет лимфоцитов и плазматических клеток;
- в некоторых случаях наблюдаются прорастающие сосуды.

Возможные варианты оценки ТАПБ:

- аспираты с редкими клетками Гюртля не могут быть интерпретированы, расцениваются как АНЗ (BS III);
- при фокальной атипии клеток Гюртля. процесс расценивается как ФО или подозрение на ФО из клеток. Гюртля (BS IV);
- умеренноклеточный материал из клеток Гюртля с дисплазией и жидким коллоидом расцениваются как онкоцитарная ФО или подозрение на нее;
- случаи с плотным коллоидом должны быть исключены, расцениваются как АНЗ (BS III) – требуется повторная ТАПБ;
- если чистая популяция клеток Гюртля без атипии сочетается с обильным коллоидом, то такой материал расценивается как доброкачественный;
- прорастающие эпителий сосуды более характерны для опухолей по сравнению с неопухолевым пролиферацией;
- дисплазия клеток Гюртля разного типа наблюдается при различных процессах и не является определяющим фактом в диагностике. Так, крупноклеточная дисплазия может наблюдаться и при ЛТ и при зобе.

#### **4.2.5. Категория V. Подозрение на малигнизацию**

Категория «подозрение» используется в случаях, когда некоторые цитоморфологические признаки вызывают подозрение на малигнизацию, но этих находок недостаточно для окончательного диагноза [1, 37].

Причины неясного или подозрительного диагноза:

- недостаточный клеточный состав;
- необычный вариант папиллярного или медулярного рака;
- наложение цитоморфологических признаков (частично ядерных);
- реактивные, инволютивные и метапластические изменения в доброкачественных фолликулярных клетках;
- атипичный эпителий при ЛТ может быть труден в дифференциальной диагностике с ПР, а лимфоциты при тиреоидитах трудно отличить от МАЛТ-лимфомы.

Категория «подозрение на злокачественную опухоль» включает различные процессы, но большинство подозрительных заключений



связаны с ПР. Такое заключение – индикатор хирургического вмешательства.

#### **4.2.6. Категория VI. Злокачественные опухоли**

##### *Папиллярный рак*

Папиллярный рак среди злокачественных опухолей щитовидной железы составляет около 85%. Выделено несколько гистологических вариантов ПР, самый частый из них – классический.

Определение: классический ПР щитовидной железы – это злокачественная опухоль, происходящая из фолликулярного эпителия, отличается папиллярной архитектурой и характерными ядерными изменениями [7, 18, 48].

Критерии ПР:

- клетки располагаются в монослойных пластах типа булыжной мостовой, папиллярных и концентрических структурах;
- фиброваскулярные стержни в составе тканевых фрагментов очень характерны, но в аспиратах встречаются не всегда;
- клетки варьируют в размере и форме – кубические полигональные, столбчатые, иногда веретенovidные;
- иногда среди эпителия опухоли фокально наблюдаются клетки с онкоцитарной или плоскоклеточной метаплазией;
- ядра увеличены, местами располагаются скученно и часто спрессованы;
- встречаются овальные и удлинённые ядра, иногда неправильной формы, складчатые;
- характерны: внутриядерные псевдоинклюзии, бледные ядра с пылевидным хроматином, утолщённая ядерная мембрана;
- ядрышки непостоянны, выглядят по-разному (маргинальные мелкие, одиночные или множественные);
- фон: обрывки плотного коллоида, псаммомные тельца, многоядерные гиганты.

Гистологические варианты ПР, которых выделено более 10, характеризуются типичными ядерными признаками ПР, но разными структурными особенностями, необычными признаками цитоплазмы, особенностями фона. Распознавание вариантов ПР при ТАПБ не обязательно т.к. не всегда возможно [55].

*Фолликулярный вариант ПР* (ФВПР) почти полностью состоит из фолликулов мелкого и среднего размера, а клетки отличаются варибельными признаками ПР. Выделены две группы опухолей ФВПР, отличающихся морфологически, генетически и клинически.

ФВПР с инфильтративным ростом, частыми метастазами, риском рецидива и BRAF-мутацией.

Инкапсулированный вариант ФВПР – характеризуется фолликулярным типом роста без папиллярных структур и ядрами, типичными для ПР. Большинство инкапсулированных ФВПР не инвазивны, но в 1/3 случаев находят инвазию в капсулу и сосуды. Эти опухоли часто имеют RAS-мутацию и биологически, генетически и клинически близки к ФА / ФР.

При отсутствии инвазии в капсулу и сосуды эта опухоль имеет низкий риск рецидива или распространения за пределы щитовидной железы даже после лобэктомии и поэтому эту опухоль переклассифицировали в НИФТП.

НИФТП – опухоль низкой степени злокачественности, может быть рассмотрена как преинвазивная стадия инвазивной инкапсулированной ФВПР. Она составляет 20-25% от всех опухолей, которые ранее считали злокачественными, и поэтому риск злокачественности стал ниже во всех категориях BS 2017.

Критерии ФВПР при ТАПБ исследовании:

- мазки гиперклеточные с синцитиоподобными фрагментами, содержащими микрофолликулы. Можно наблюдать фолликулярные комплексы, изолированные фолликулы и пласты с ветвящимися неправильными контурами;

- коллоид присутствует в небольшом количестве, в типичных случаях он густой и плотный;

- ядерные изменения, в противоположность типичному ПР;

- часто деликатные. Они разнятся от случая к случаю количественно и качественно. Некоторые ФВПР, особенно инфильтративные, имеют выраженные признаки ПР, а в инкапсулированных и НИФТП, эти признаки выражены частично или фокально;

- ФВПР – самый проблемный в диагностике из всех вариантов ПР. Из-за наложений признаков различить ФВПР и НИФТП цитологически невозможно;

- при ТАПБ ФВПР можно распознать как злокачественную опухоль, если ядерные признаки ПР выражены убедительно и представлены, как в классическом ПР. Однако, в большинстве случаев

ФВПР и НИФТП имеют слабо выраженные ядерные изменения: ядра слабо увеличены, инклюзии и борозды редкие или отсутствуют. Особое внимание должно быть уделено присутствию овоидных, грушевидных и цериброформных (изюмоподобных) ядер. НИФТП чаще ассоциируется с более деликатными ядерными признаками, чем инфилтративный и классический ПР.

#### *Кистозный вариант ПР*

Этот вариант ПР включает водянистый коллоид, большое количество гистиоцитов. Опухолевые клетки располагаются в группах, могут быть пласты, папиллярные структуры или фолликулы. Клетки крупные, отличаются широкой цитоплазмой с выраженной вакуолизацией и очень похожи на гистиоциты. В ядрах опухолевых клеток можно увидеть типичные признаки ПР-борозды, инклюзии.

#### *Онкоцитарный вариант ПР*

Опухоль состоит преимущественно из онкоцитарных клеток, которые располагаются в составе сосочков, пластов, микрофолликулов и изолированных клеток. Должны быть убедительные диагностические ядра ПР. Лимфоциты отсутствуют или единичные.

#### *Уортиноподобный тип ПР*

Эта опухоль с архитектоникой ПР и лимфоидными фолликулами напоминает опухоль Уортина слюнной железы. Часто ассоциируется с тиреоидитом Хашимото. Опухолевые клетки имеют широкую цитоплазму и ядерные признаки ПР.

ПР из высоких клеток (tall cells) – агрессивная форма ПР. Опухоль состоит преимущественно из высоких клеток (высота в 3 раза больше ширины). Форма клеток полигональная, а также удлинённая и цилиндрическая. В отличие от классического ПР ядра крупнее и более вытянутые, хроматин гранулярный, а не пылевидный, часто видны центрально расположенные ядрышки и множественные внутриядерные инклюзии. Можно видеть митозы.

#### *ПР из столбчатых клеток (СПР) – агрессивная опухоль*

Характеризуется столбчатыми клетками с гиперхромными овальными ядрами, их псевдостратификацией, и околядерными вакуолями. Внешне опухолевые клетки похожи на респираторный эпителий (но без ресничек), кишечный или эндометриальный. Мазки СПР высококлеточные, опухолевые клетки располагаются в пластах

и комплексах. В отличие от классического ПР ядерные признаки (борозды, инклюзии) менее выражены. Хроматин окрашивается интенсивно. Коллоид и кистозные изменения отсутствуют.

### *Медуллярный рак (МР)*

Это злокачественная нейроэндокринная опухоль, происходящая из парафолликулярных С-клеток. Составляет 1-2% среди раков щитовидной железы. МР бывает спорадическим (70-80% случаев) и наследственным в сочетании с МЭН. Большинство МР отличается характерной цитоморфологией, иммунофенотипом, вариабельным содержанием амилоида. В то же время он отличается широким разнообразием формы клеток, характеристики цитоплазмы и формы роста. Имеется несколько морфологических вариантов МР: папиллярный, фолликулярный, гигантоклеточный, веретенноклеточный, мелкоклеточный, онкоцитарный, нейробластоподобный, параганглиомоподобный и другие.

Цитологические критерии МР:

- аспират умеренно или высококлеточный с преобладанием изолированных клеток;
- форма клеток плазмцитоподобная, полигональная, округлая, веретенковидная;
- полиморфизм от слабого до умеренного;
- ядра округлые, овальные, удлинённые с нежным гранулярным хроматином (соль с перцем);
- встречаются двоядерные и многоядерные клетки;
- ядрышки обычно не видны, но могут быть;
- заметны ядерные псевдоинклюзии, а борозды не определяются;
- цитоплазма разного размера, может содержать красные гранулы, редко – пигмент меланин. В тонко приготовленных мазках в цитоплазме можно видеть вакуолизацию;
- амилоид часто присутствует, выглядит плотным аморфным и напоминает коллоид;
- использование ИЦХ исследования повышает достоверность цитологического анализа в дифференциальной диагностике сложных гистологических форм МР до 95%;
- клетки МР обычно позитивны на кальцитонин, хромогранин, синаптофизин, ТТФ-1 и негативны на тиреоглобулин.

### *Низкодифференцированный рак (НДР)*

НДР встречается с частотой 0,3-6,7% среди всех раков щитовидной железы. Отличается агрессивным клиническим течением. Опухоль происходит из фолликулярных клеток, характеризуется инсулярным, солидным и трабекулярным типом роста.

Цитологические особенности НДР:

- клетки располагаются в гнездных, солидных и трабекулярных структурах;
- клетки представляют однородную популяцию со скудной, иногда плазмцитойдной цитоплазмой или имеют онкоцитарные признаки;
- ядерная атипия вариабельна, ядерно-цитоплазматическое соотношение высокое;
- выражены апоптоз и митозы;
- коллоид скудный;
- в жидкостных препаратах клетки имеют те же особенности.

Цитологически НДР трудно распознать из-за редкости. Его цитоморфологические черты неспецифичны и накладываются на фолликулярные опухоли. В большинстве случаев НДР диагностируется как подозрение на ФО и определенный диагноз НДР устанавливается гистологически.

### *Недифференцированный рак (анapлазированный рак)*

Опухоль составляет менее 5% среди раков щитовидной железы и имеет наихудший прогноз.

Морфологически опухоль плеоморфная, эпителиального происхождения с эпителиоидными и веретеночлеточными признаками.

Критерии:

- аспираты с вариабельно клеточностью;
- клетки располагаются изолированно и в группах;
- клетки эпителиоидные (округло-полигональные) и веретеновидные разного размера от мелких до гигантских, могут быть плазмцитойдные и рабдоидные, многоядерные;
- ядра увеличены, неправильные, резко полиморфные с глыбчатым хроматином и просветленным парахроматином, часто эксцентричные;
- фон – может быть некроз, клетки воспаления, инфильтрирую-

щие опухолевые клетки, фиброзная соединительная ткань, многоядерные остеокластоподобные неопухолевые гиганты;

- часто видны митозы, в том числе атипичные;
- ИЦХ: Pan-CK, PAX-8, vimentin – часто позитивны, TTF-1, тиреоглобулин негативны.

Таким образом, цитологическое исследование является методом предварительно диагностики отбора узлов щитовидной железы для оперативного лечения.

## Глава 5.

### Роль МР-томографии в оценке распространения рака щитовидной железы

Магнитно-резонансная томография мягких тканей шеи выполнялась на аппарате General Electric Signa Excite 1,5 T с применением четырехканальной катушки СТЛ. Стандартный протокол МРТ включал сканирование в сагиттальной, коронарной и аксиальной проекциях с получением T1- и T2-взвешенных изображений. Время сканирования составляло  $\approx 30$  минут, толщина среза 3 мм. В кубитальную вену вводился одномолярный гадолиний, содержащий контрастный препарат в расчете 0,1 мл на 1 кг массы тела [76, 96]. Далее проводилась обработка полученных данных.

Врачом-рентгенологом оцениваются характеристики первичной опухоли, включающие в себя: размер опухолевого узла, его структуру, локализацию, взаимосвязь с капсулой железы, отношение опухоли к прилежащим анатомическим структурам.

При оценке лимфатических узлов врач-рентгенолог описывал следующие характеристики: размер (по короткой оси), структуру (толщину кортикального слоя, наличие или отсутствие жировых ворот, наличие участков некроза), форму узла (овоидная или округлая), контуры (четкие, нечеткие, наличие перинодальной инфильтрации), взаимоотношение с магистральными сосудами шеи [13, 90].

Крайне важно оценить распространение опухоли на окружающие ткани:

- распространение опухоли на шейный отдел пищевода, с врастанием в шейный отдел пищевода (с прорастанием всех слоев стенки), а в особенности подрастание к мышечному слою стенки пищевода, что затруднительно оценить при УЗ-исследовании (рис. 65);

- подрастание к мембранозной части трахеи, а также врастание в орган (рис. 66);

- подрастание опухоли к хрящам гортани;

- с помощью магнитно-резонансной томографии производилась оценка распространенности процесса на капсулу железы. Особых трудностей не вызывала оценка распространенности процесса на капсулу щитовидной железы при размерах образований 30 мм и более (рис. 67);

- магнитно-резонансная томография позволяет выявить взаимоотношение опухоли с магистральными сосудами (внутренней яремной веной, общей сонной артерией) (рис. 68);

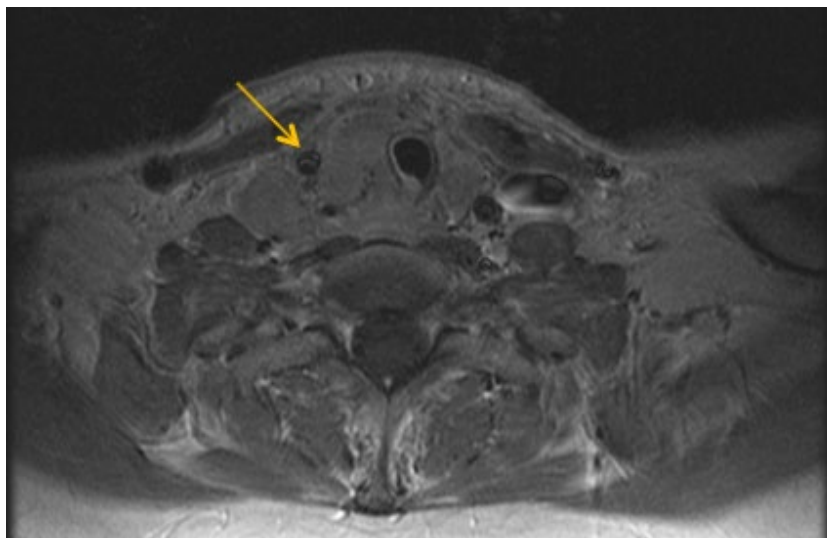


Рис. 65. МРТ мягких тканей шеи с внутривенным контрастированием. Стрелкой указано вращение опухоли правой доли щитовидной железы в шейный отдел пищевода (оригинальный рисунок).

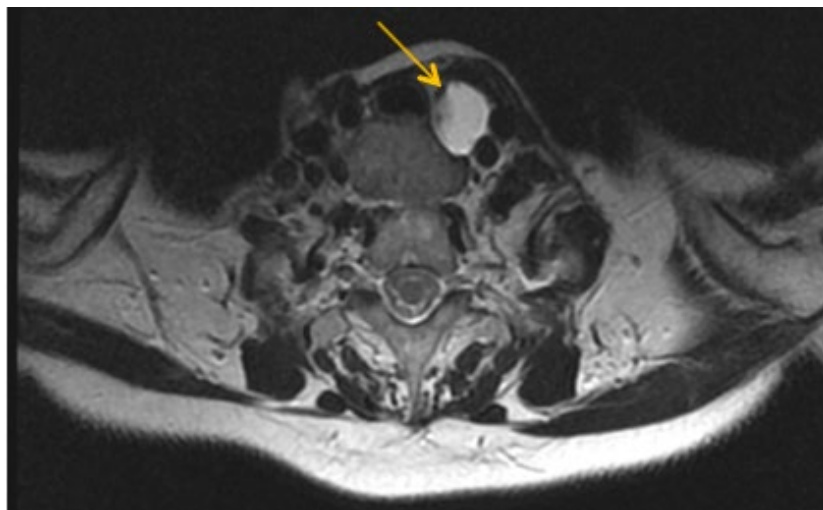


Рис. 66. МРТ мягких тканей шеи с внутривенным контрастированием. Стрелкой указано вращение опухоли правой доли щитовидной железы в трахею (оригинальный рисунок).



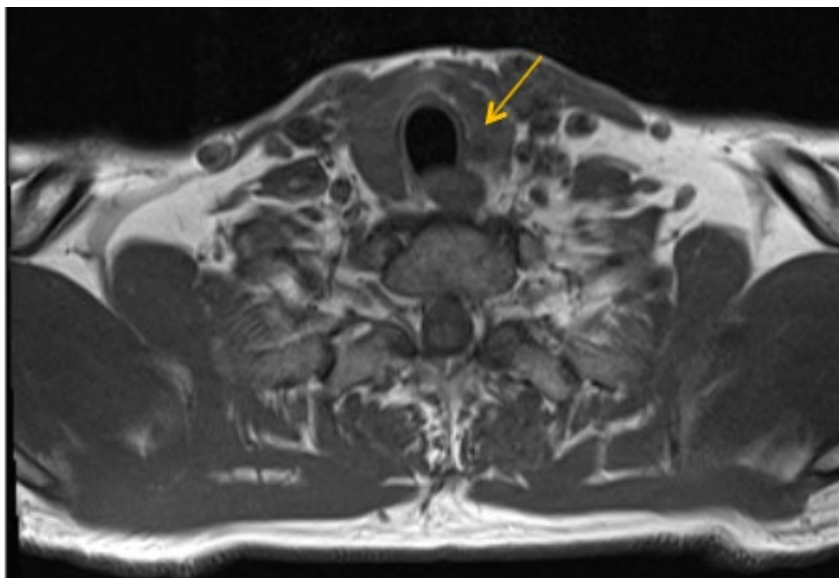


Рис. 67. МРТ мягких тканей шеи с внутривенным контрастированием. Стрелкой указано прорастание опухоли за пределы капсулы щитовидной железы (оригинальный рисунок).

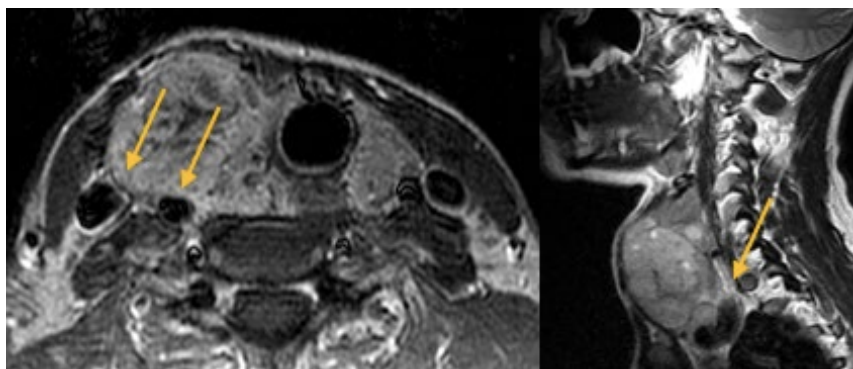


Рис. 68. МРТ мягких тканей шеи с внутривенным контрастированием. Стрелкой указан опухолевый тромб в вене и вращание в ОСА (оригинальный рисунок).

– оценка поражения регионарных лимфатических узлов, особенно недоступных для УЗ-исследования (медиастинальных) и шейного отдела позвоночника (рис. 69);

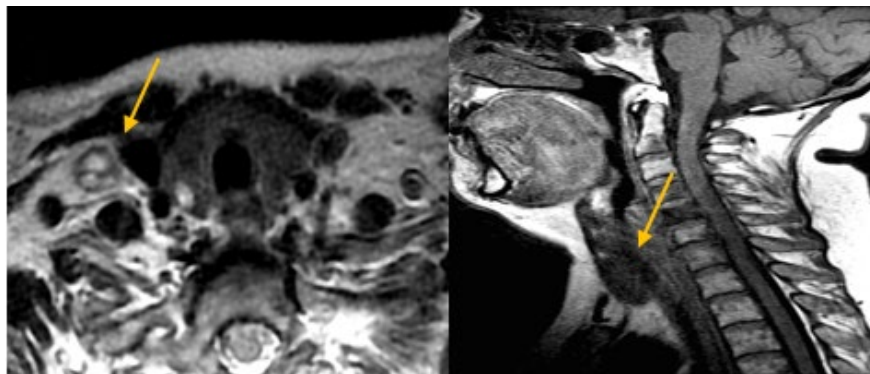


Рис. 69. МРТ мягких тканей шеи с внутривенным контрастированием. Стрелкой указаны МТС-поражение в лимфатических узлах и шейных позвонках, уровень С 3-5 (оригинальный рисунок).

Таким образом, МР-диагностика является безусловно одним из ведущих методов в определении степени распространения рака щитовидной железы, оценке первичной опухоли при значительных размерах поражения (более 20 мм) [33, 37].

## Глава 6.

### УЗ-диагностика регионарных лимфатических узлов при злокачественных поражениях щитовидной железы

Большинство раков щитовидной железы распространяются преимущественно лимфогенно. Оценка состояния регионарных лимфатических коллекторов является ключевой задачей УЗ-метода и при поражении раком щитовидной железы позволяет уточнить стадию онкологического процесса и спланировать объем оперативного лечения [1].

Выполнение УЗИ поводится по стандартной схеме с оценкой следующих характеристик лимфатических узлов (рис. 70) [13, 27, 33]:

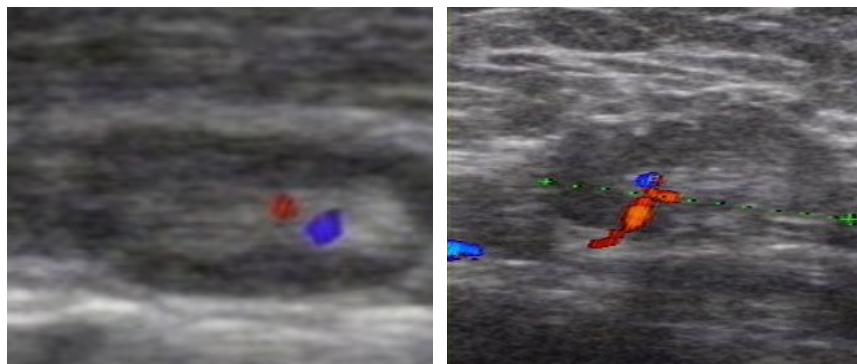


Рис. 70. Неизмененные лимфатические узлы с сохранным средним эхо. В режиме ЦДК в лимфоузлах определяется нормальный сосудистый рисунок (оригинальный рисунок).

- факт визуализации лимфатического узла (да/нет);
- локализация выявленного лимфоузла (анатомические области и уровни);
- количество выявленных лимфоузлов (1, 2, 3, множественные);
- размеры лимфоузлов (в трех проекциях);
- форма лимфоузла (плоская, овальная, округлая, неправильная);
- границы и контуры узла: четкие/нечеткие, ровные/неровные;
- соотношение поперечного и переднезаднего размеров узла;
- дифференциация составных частей лимфоузла (сохранена,

нарушена);

- состояние коркового слоя узла (отсутствует/сохранен: узкий, широкий, неравномерно утолщенный);
- общая экзогенность узла при невыраженном срединном эхо (повышенная, средняя, пониженная умеренно и значительно);
- дополнительные включения в структуре лимфоузла (кальцинаты, жидкостные включения);
- однотипность изменений в группе выявленных лимфоузлов;
- васкуляризация лимфоузла (отсутствует/выявлена: в области ворот, по периферии, в центре, патологический сосудистый рисунок).

На шее располагается около 300 лимфатических узлов. Для обозначения локализации выявленных лимфоузлов принято делить шею на подчелюстную область, верхнюю, среднюю, нижнюю трети шеи, передние отделы и надключичную область.

В хирургической практике наиболее часто используют деление шеи на, так называемые, уровни (приложение 4, 5), предложенное в 1991 г. К. Robbins et al., и пересмотренное в 2002, 2008 и 2009 гг., применяемое для обозначения выявленной лимфаденопатии при проведении КТ и МРТ [90], необходимое для выполнения лимфодиссекции.

Неизменные или реактивные лимфатические узлы могут определяться в верхней трети боковой поверхности шеи. Они имеют правильную бобовидную или овальную форму, ровные четкие контуры, тонкую гиперэхогенную капсулу.

Обычно их продольный размер не превышает 1,0 см, переднезадний размер – 0,5 см. Эхоструктура лимфоузлов представлена гипэхогенной периферией и гиперэхогенной центральной частью. При ЦДК в воротах лимфатических узлов можно выявить кровеносные сосуды, в центральной части – их единичные срезы [13, 90]. Однако сосудистые структуры в лимфатических узлах могут и не визуализироваться.

Наиболее часто при раке щитовидной железы поражаются IV и VI уровни лимфатических узлов шеи, реже – III, V и VII. Подозрительными на метастатическое поражение следует считать лимфатические узлы имеющие:

- округлую или неправильную форму (рис. 71);
- нечеткие и неровные контуры (рис. 72);
- деформированное центральное эхо или полное его отсутствие

(рис. 73);

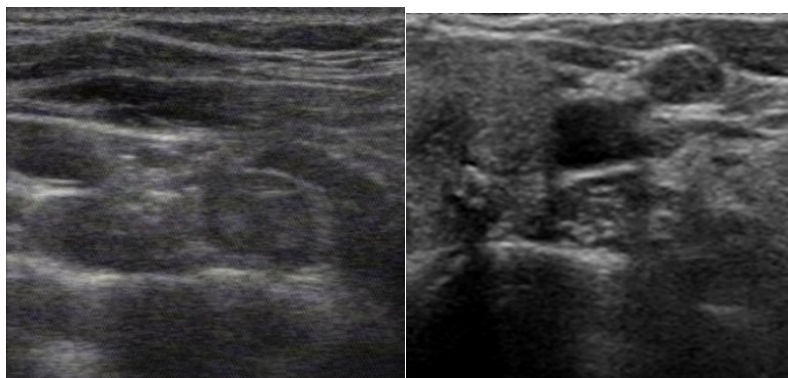
- отсутствие дифференцировки тканевых структур узла (рис. 74);
- изменение экзогенности пораженных лимфатических узлов (рис. 75);
- неоднородность структуры узла (рис. 76 а, б), наличие кальцинатов (рис. 76 в, г) и жидкостных включений (рис. 76 д, е);
- высокая жесткость по данным эластографии/метрии (рис. 77);
- патологический сосудистый рисунок узла (рис. 78).

Необходимо отметить многообразие форм поражений лимфатических узлов шеи метастатическим процессом. В одном и том же наблюдении метастатические лимфатические узлы шеи могут иметь различные размеры, форму, структуру, экзогенность и др. (рис. 79).

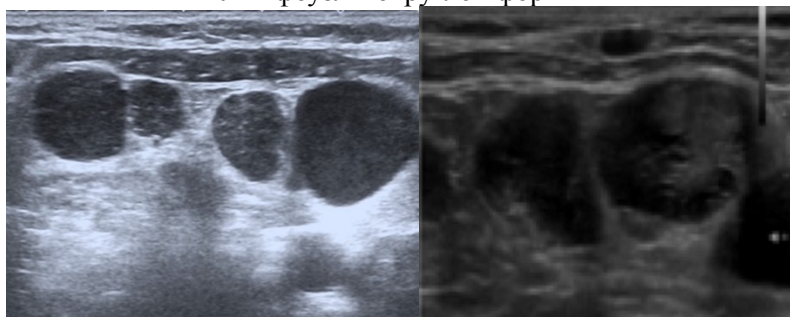
УЗ-картина пораженных метастатических лимфатических узлов может полностью соответствовать УЗ-картине ракового узла ЩЖ (рис. 80).

При обнаружении в ткани ЩЖ узловых образований, подозрительных на злокачественные, необходимо все выявленные при этом лимфатические узлы шеи описать в УЗ-протоколе с указанием их локализации по уровням.

Ультразвуковую оценку узлов ЩЖ и лимфоузлов шеи по системе TNM [9] проводить не рекомендуется, т.к. она выполняется по данным клинико-морфологических результатов. В финальном ультразвуковом заключении указать наличие «подозрение на МТС поражение ЛУ», что в последующем может потребовать выполнения пункции лимфоузлов.



Лимфоузлы округлой формы



Лимфоузлы различной величины округлой и неправильной формы: единичные мелкие лимфоузлы сохраняют овальную форму

Рис. 71. Лимфатические узлы шеи (множественные) с измененной формой, пораженные метастазами рака щитовидной железы (оригинальный рисунок).

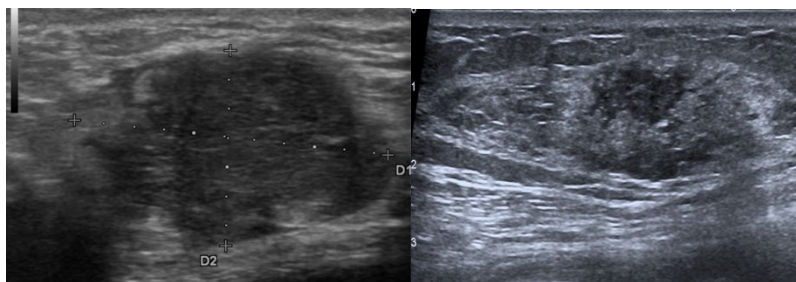


Рис. 72. Лимфатические узлы шеи с нечеткими и неровными контурами, пораженные метастазами рака щитовидной железы (оригинальный рисунок).

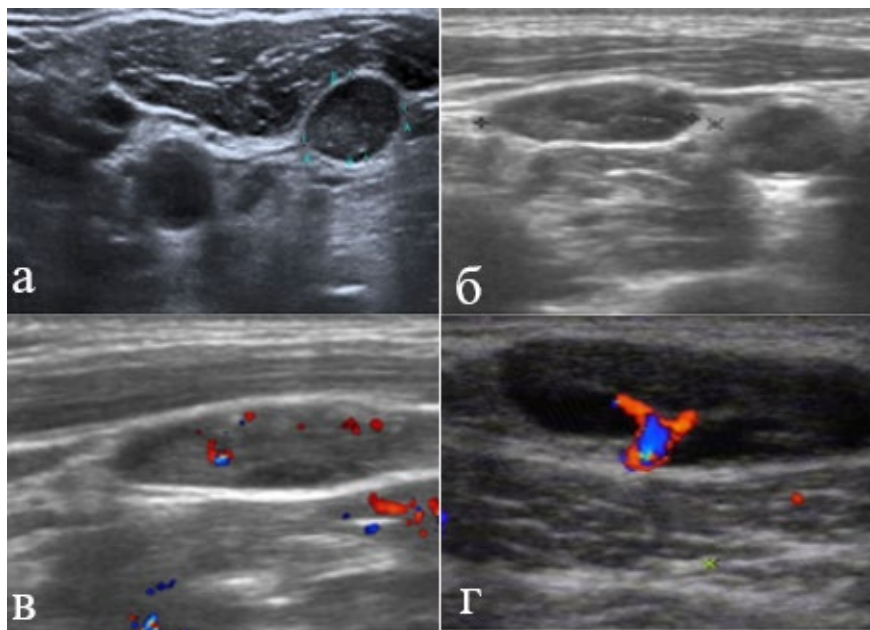


Рис. 73. Лимфатические узлы шеи, пораженные метастазами рака щитовидной железы:

- а – с отсутствием центрального эхо;
- б – с отсутствием центрального эхо;
- в – с деформированным центральным эхо;
- г – с деформированным центральным эхо (оригинальный рисунок).

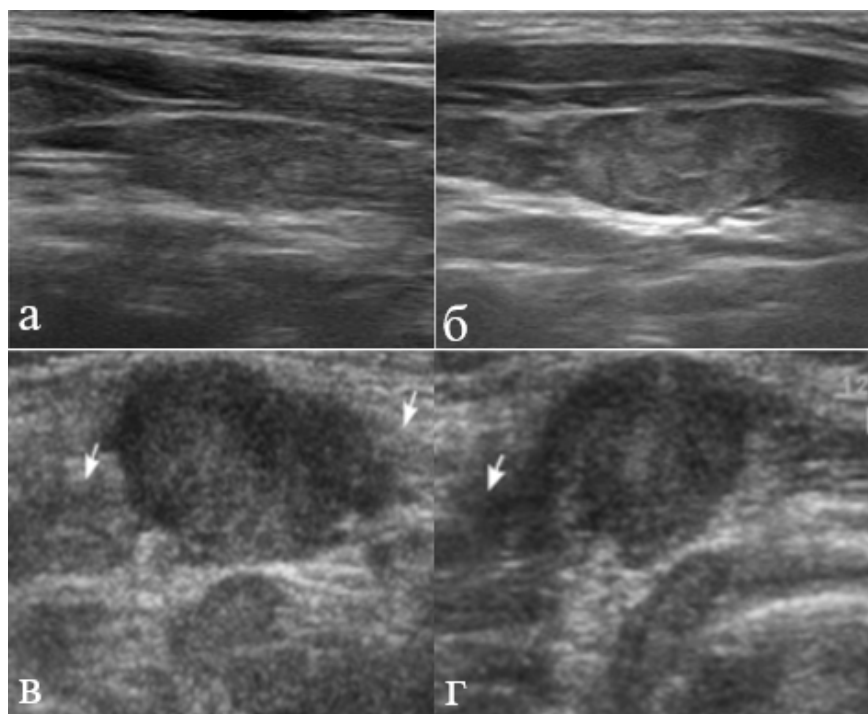


Рис. 74. Лимфатические узлы шеи, пораженные метастазами рака щитовидной железы:

а – отсутствует дифференцировка структур узла. Лимфоузлы уровня IV;

б – отсутствует дифференцировка структур узла. Лимфоузлы уровня IV;

в – дельфийские узлы – множественные срединно расположенные предгортанные лимфатические узлы различной величины (VI уровень);

г – дельфийские узлы – множественные срединно-расположенные предгортанные лимфатические узлы различной величины (VI уровень) (оригинальный рисунок).



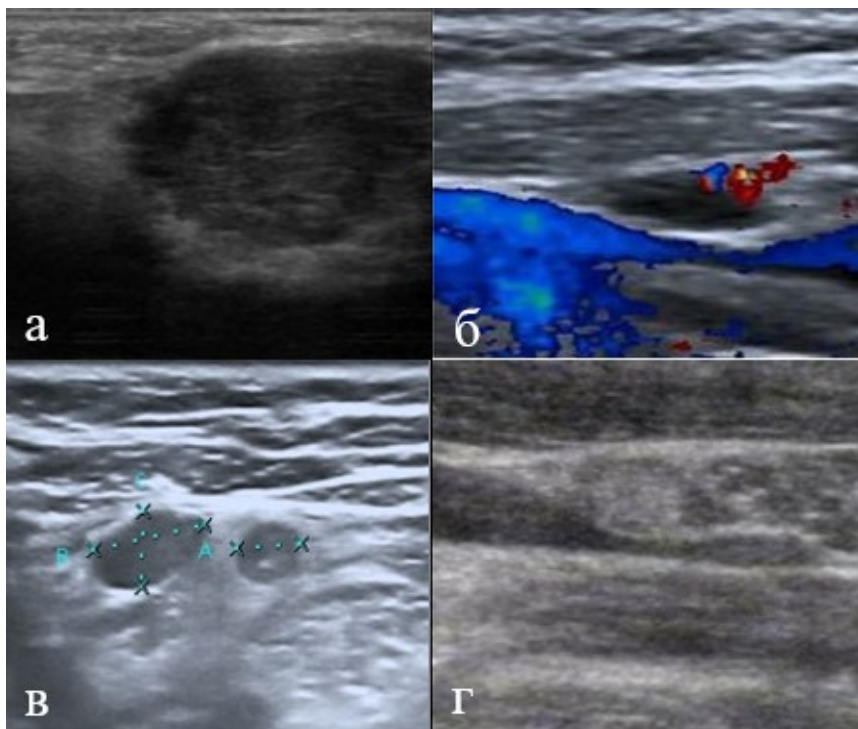


Рис. 75. Эхогенность лимфатических узлов шеи, пораженных метастазами рака щитовидной железы:

а – значительно снижена;

б – значительно снижена;

в – умеренно понижена;

г – повышена (оригинальный рисунок).

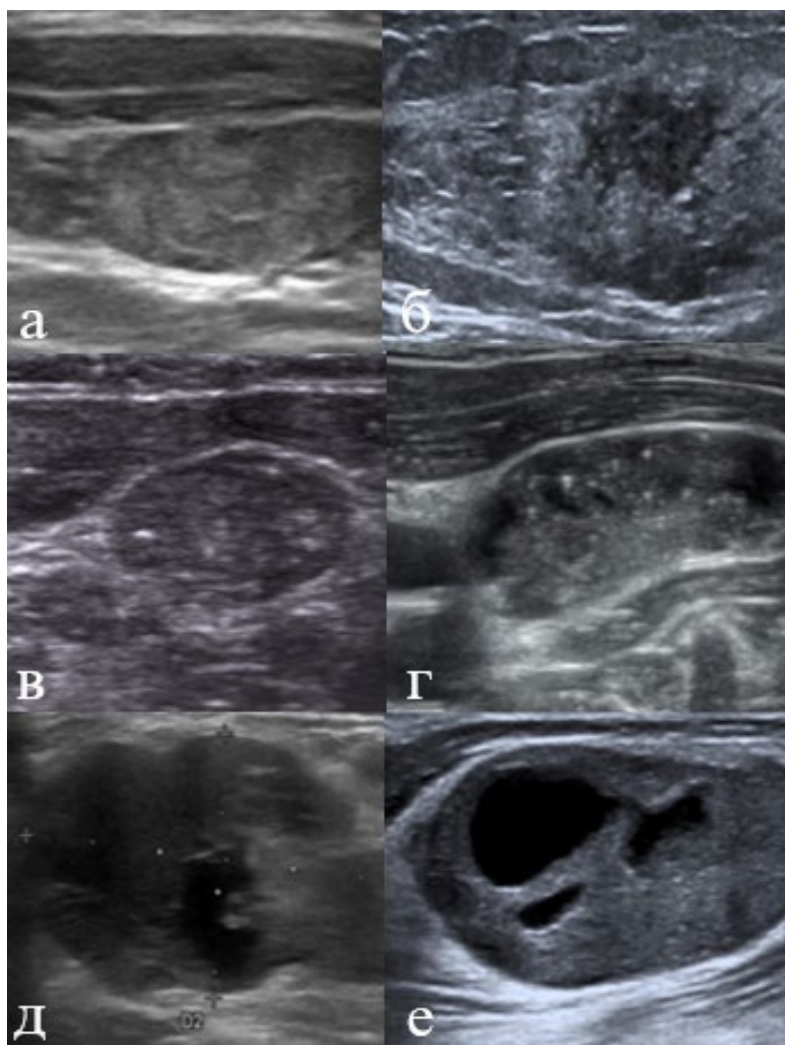


Рис. 76. Лимфатические узлы шеи, пораженные метастазами рака щитовидной железы, неоднородной структуры: а — отсутствует дифференцировка узла; б — отсутствует дифференцировка узла; в — узел с единичным кальцинатом; г — узел с жидкостными включениями и множественными микрокальцинатами; д — узлы с жидкостными включениями; е — узлы с жидкостными включениями (оригинальный рисунок).

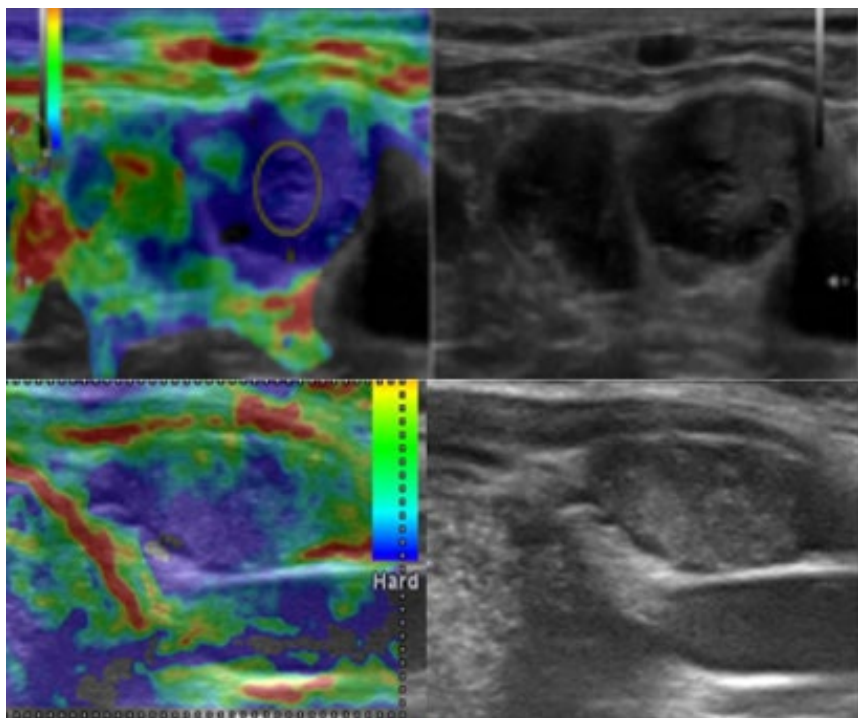


Рис. 77. Лимфатические узлы шеи, пораженные метастазами рака щитовидной железы. В режиме эластографии – с участками высокой жесткости (оригинальный рисунок).

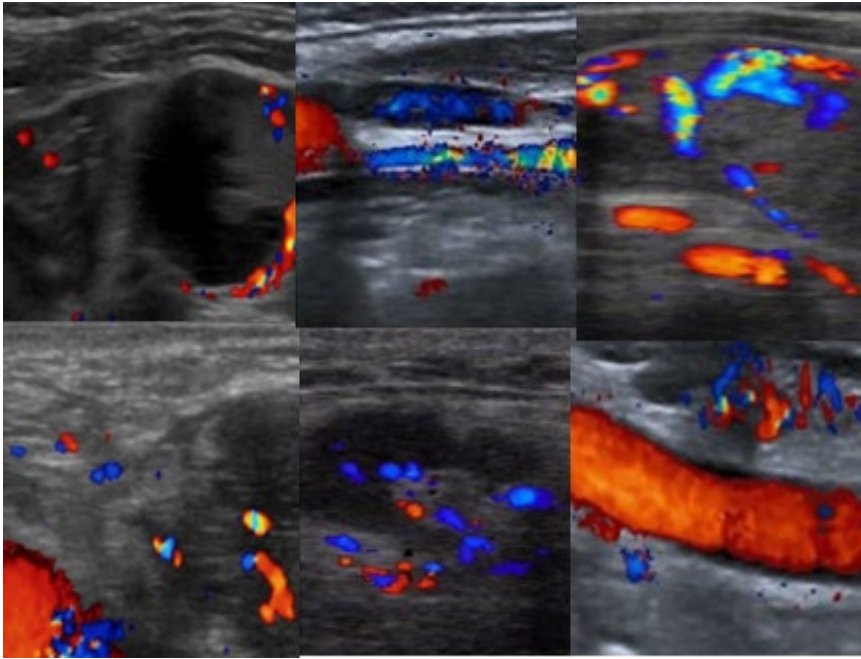


Рис. 78. Лимфатические узлы шеи с патологическим сосудистым рисунком, пораженные метастазами рака щитовидной железы (оригинальный рисунок).

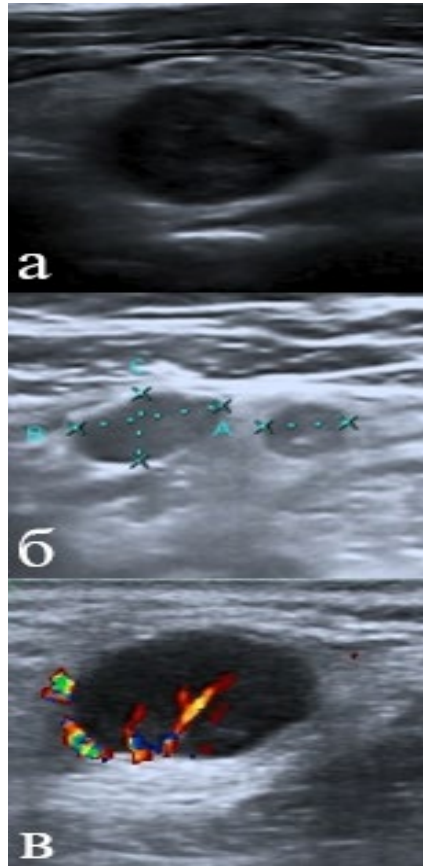


Рис. 79. Папиллярный рак щитовидной железы с метастазированием в лимфоузлы шеи: а – рак щитовидной железы: узел с вертикальной пространственной ориентацией, с микродольчатыми нечеткими контурами, значительно сниженной эхогенности с единичными микрокальцинатами; б – лимфатические узлы шеи, пораженные метастазами рака щитовидной железы: овальная и округлая форма; эхогенность умеренно снижена, сравнима с эхогенностью неизменной ткани щитовидной железы; в – лимфоузел шеи с метастазами рака щитовидной железы: округлая форма, срединное эхо отсутствует, без дифференциации ворот, с ярко выраженным кровотоком в проекции ворот лимфоузла, эхогенность значительно снижена, сравнима с эхогенностью ракового узла щитовидной железы (оригинальный рисунок).

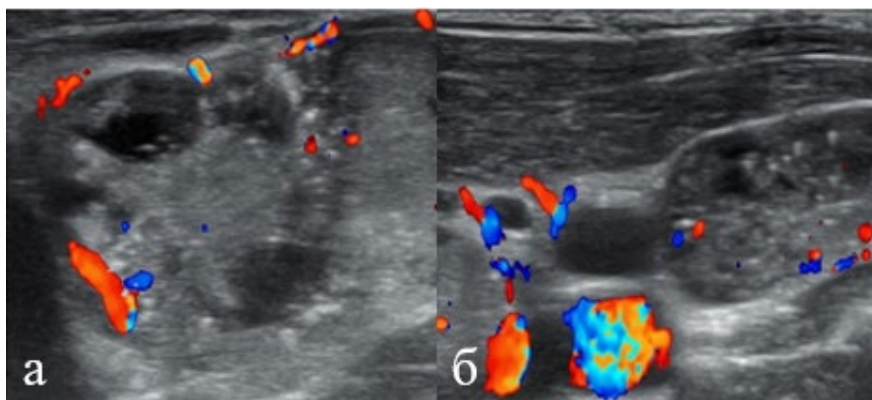


Рис. 80. Папиллярный рак щитовидной железы с метастазированием в лимфоузлы шеи:

а – рак щитовидной железы: узел горизонтальной пространственной ориентации, неоднородной структуры с множественными микрокальцинатами и жидкостными включениями, умеренно васкуляризированный;

б – лимфатический узел шеи, пораженный метастазами рака щитовидной железы овальной формы, с нарушенной внутренней дифференцировкой, с множественными микрокальцинатами и жидкостными включениями, умеренно васкуляризированный (оригинальный рисунок).

## Заключение

Таким образом, в данном учебном пособии представлены все методы диагностики очаговой патологии ЩЖ при подозрении на злокачественность процесса на предоперационном этапе при ультразвуковой диагностике с использованием классификации TI-RADS, УЗИ до сих пор является ведущим методом диагностики.

Классификации TI-RADS предназначена для оценки степени злокачественности солидных и преимущественно солидных узлов ЩЖ. Разработка УЗ-признаков злокачественности для оценки преимущественно кистозных образований с пристеночным солидным компонентом продолжается. Дальнейшее развитие классификации TI-RADS будет способствовать ее уточнению, упрощению и возможному слиянию с более перспективными вариантами.

Переход на оценку выявленных узлов ЩЖ с применением классификации TI-RADS будет способствовать единообразию работы врачей различных клинических специальностей России, в т.ч. с терминологической точки зрения, окажет положительное влияние на конечные показатели результатов ведения пациентов с узловыми новообразованиями ЩЖ.

При выявлении очаговых изменений с подозрением на злокачественность процесса и правильно проведенной ТАПБ в большинстве случаев мы получаем правильную оценку цитологической картины и руководствуемся дальнейшими рекомендациями эндокринологов и онкологов по ведению пациентов. МР-томография помогает качественно оценить распространение процесса при подозрении на рак щитовидной железы для правильной оценки метода оперативного вмешательства.

## Приложения

### Приложение 1

#### Пример протокола УЗИ при подозрении на рак щитовидной железы

Исследование выполнено на аппарате ...

Режимы: В-режим, ЦДК+ЭДК, компрессионная эластография.

Клинические данные (анамнез):

Цель исследования: первичная диагностика

Комплексное исследование мягких тканей шеи

Мягкие ткани шеи не изменены, кожа не утолщена до 2 мм, дифференцировка не изменена, зон повышенной жесткости при эластографии не отмечается.

Щитовидная железа:

Щитовидная железа расположена типично, треугольной формы, контуры ровные, капсула прослеживается на всем протяжении.

Правая доля: размером \_\_ мм (объем до см<sup>3</sup>)

Перешеек до \_\_ мм

Левая доля: размером \_\_ мм (объем до см<sup>3</sup>)

Общий объем \_\_ см<sup>3</sup>.

Суммарный режим не /превышает возрастную норму.

Структура мелкозернистая. Эхогенность обычная. Сосудистый рисунок паренхимы в режимах ЦДК+ЭДК достаточно симметричный, не усилен.

В В-режиме:

В правой доле (сегмент) определяется образование (единичное)



ан/изо/гипо/гетероэхогенное, размерами \_\_ мм, горизонтальная ориентация, форма овальная/округлая, контур ровный, четкий, хало прослеживается, структура солидно-кистозная, в структуре кистовидная трансформация и фиброзные перегородки по типу «губчатого» узла.

При ЦДК кровотоков перинодальный/смешанный, не/ усилен.

При компрессионной эластографии жесткость узла картируется мягким 2 эластотипом (по Asteria). SR до \_\_ (пороговое значение 3,0).

В левой доле (сегмент) определяется образование (единичное) гипозэхогенное/выраженно гипозэхогенное, размерами \_\_ мм, вертикальная ориентация, форма округлая/неправильная, контур неровный, нечеткий, хало не прослеживается/частично прослеживается, структура солидная/солидно-кистозная, в структуре солидный компонент, размером \_\_ мм; кистовидная трансформация, размером мм. В структуре микро/макрокальцинаты/точечный фиброз.

При ЦДК кровотоков перинодальный/смешанный, не/ усилен, асимметричный.

При компрессионной эластографии жесткость узла картируется жестким/пограничным эластотипом (по Asteria). SR до (пороговое значение 3,0).

Топографо-анатомическое соотношение щитовидной железы с мышцами и органами шеи не изменено.

Паращитовидные железы не визуализируются/не увеличены/структура не изменена.

Шейные лимфатические узлы (по хирургическим уровням I-VII):

Шейные лимфатические узлы не увеличены, размером:

– уровень II а справа, размерами до \_\_ мм, (переднезадний размер N до 9 мм), кортикальный слой не утолщен, форма овальная, ворота дифференцируются. При ЦДК кровотоков в области ворот, не усилен. При СЭГ картируются 2 эластотипом (по Mandoka). SR – (пороговое значение – 2,0). Мягкие ткани и сосуды вокруг лимфатических узлов не изменены.

– уровень II а слева, размером \_\_ мм, (переднезадний размер N до 9 мм), кортикальный слой не утолщен, форма овальная, ворота дифференцируются. При ЦДК кровоток в области ворот не усилен. При СЭГ картируются 2 эластотипом. SR – (пороговое значение – 2,0). Мягкие ткани и сосуды вокруг лимфатических узлов не изменены.

Заключение: Очаговые изменения щитовидной железы, возможно: коллоидный узел правой доли. TI-RADS 2 (3). Узел левой доли, нельзя исключить малигнизацию. TI-RADS 4 (5). Вторичных изменений в лимфатических узлах шеи не выявлено.

Рекомендовано: ТАПБ левой доли

**Демонстрация цитологических срезов патологических изменений в очаговых образованиях щитовидной железы, описанных в главе 4**

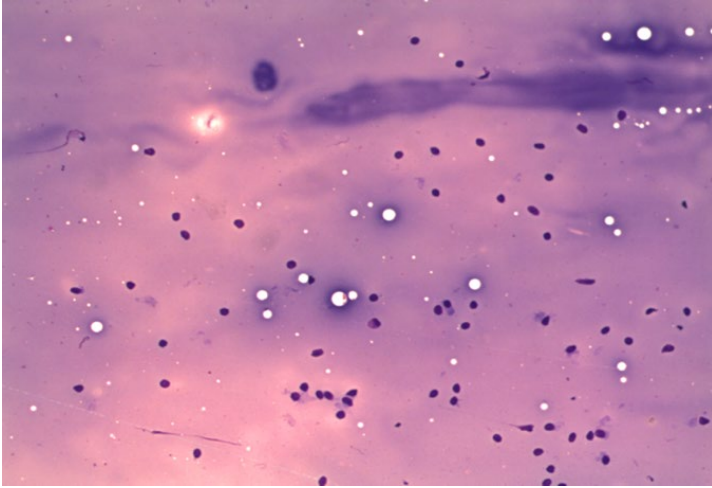


Рис. 81. Коллоидный зоб. Сплошной коллоид с мелкими клетками фолликулярного эпителия. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).

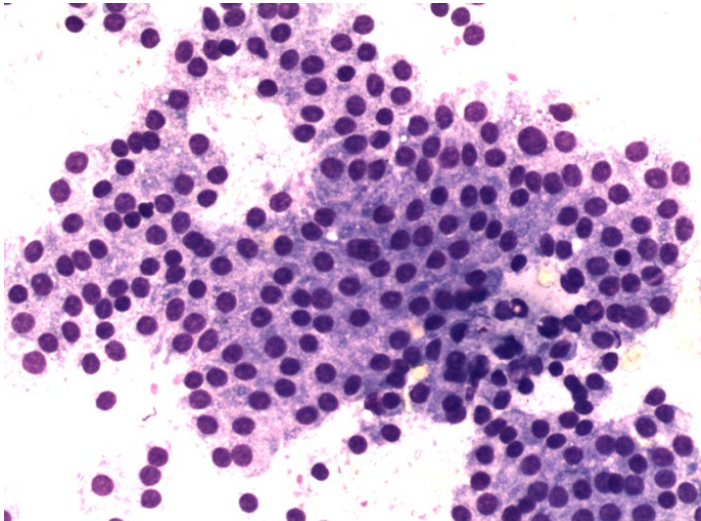


Рис. 82. Нодулярный зоб. Монослойный пласт фолликулярных клеток. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).

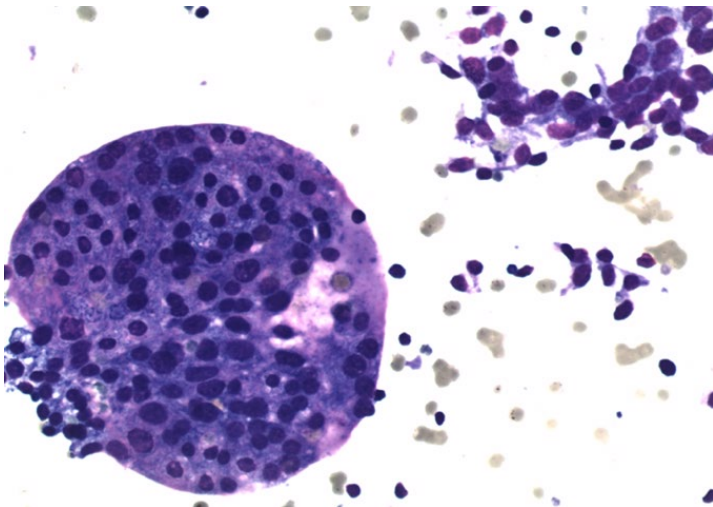


Рис. 83. Нодулярный зоб с кистозной дегенерацией. Крупный фолликул и скопления фолликулярных клеток. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).

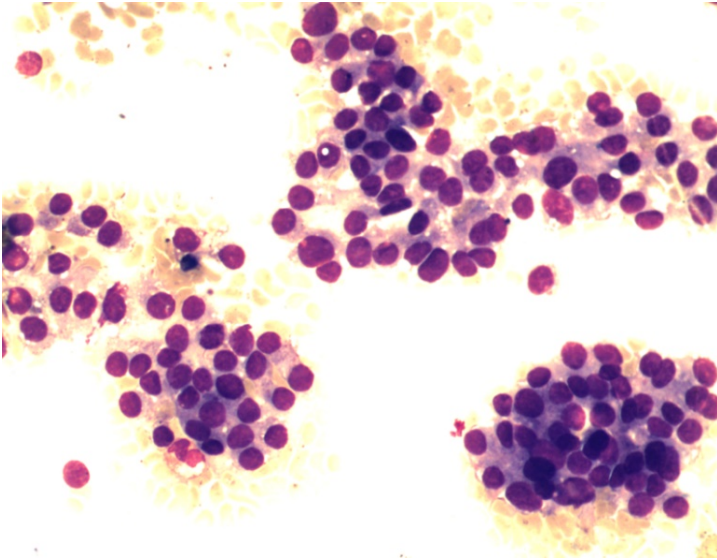


Рис. 84. Аденоматозный зоб- однотипные мелкие фолликулы. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).

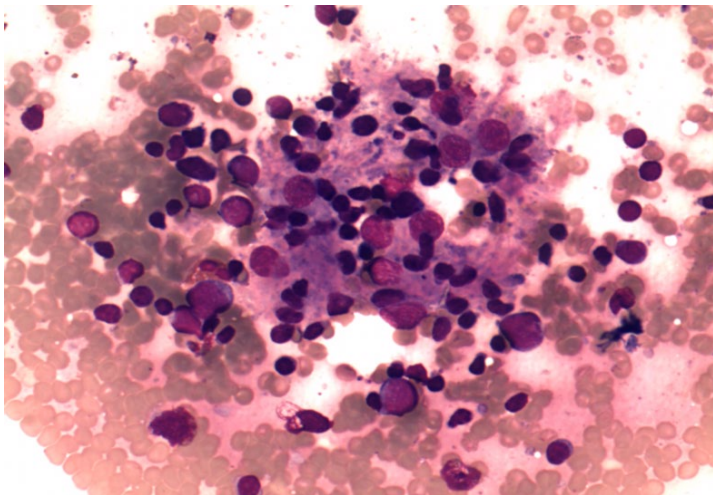


Рис. 85. Лимфоцитарный тиреоидит Хашимото. Реактивные лимфоциты. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).

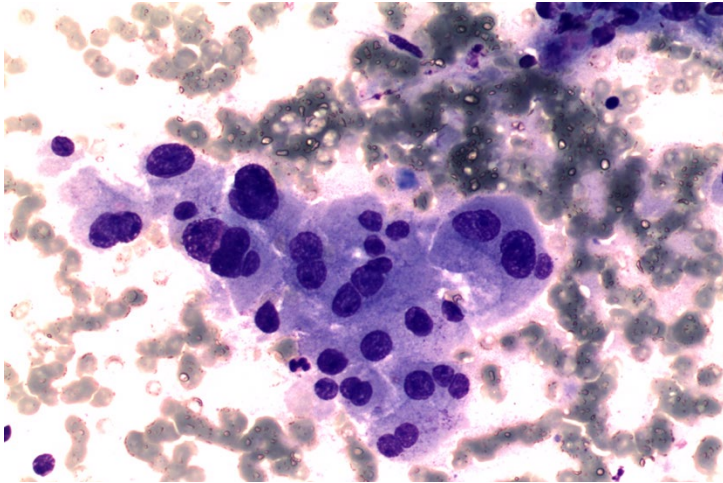


Рис. 86. Проллиферирующие клетки Гюртля при АИТ Хашимото. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).

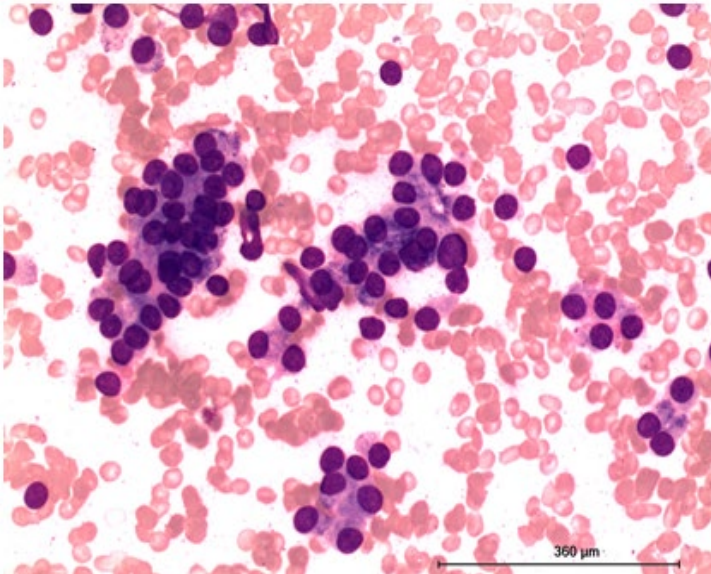


Рис. 87. Фолликулярная аденома. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).



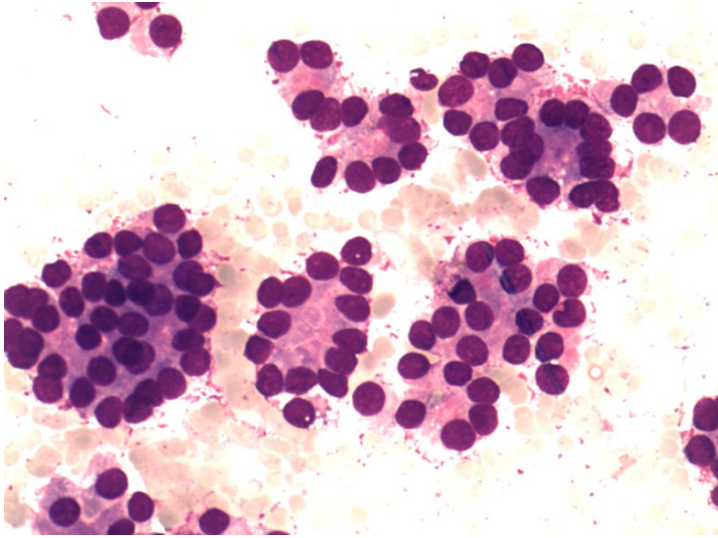


Рис. 88. Фолликулярный рак. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).

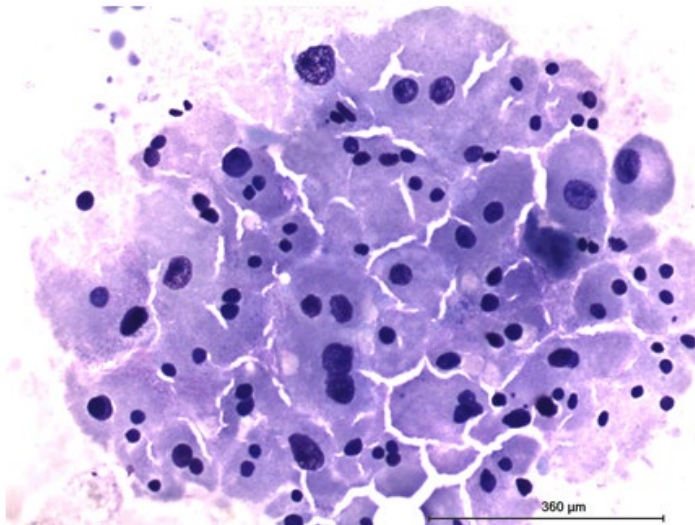


Рис. 89. Фолликулярная аденома, онкоцитарный тип. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).

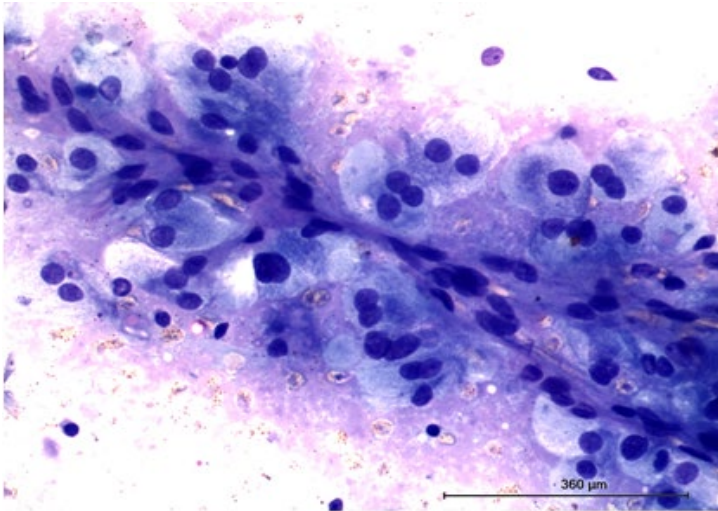


Рис. 90. Фолликулярный рак, онкоцитарный тип. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).

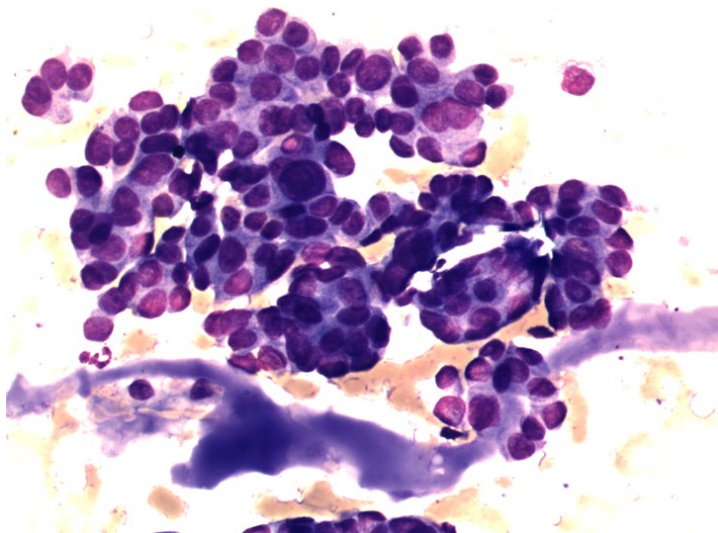


Рис. 91 Классический папиллярный рак. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).



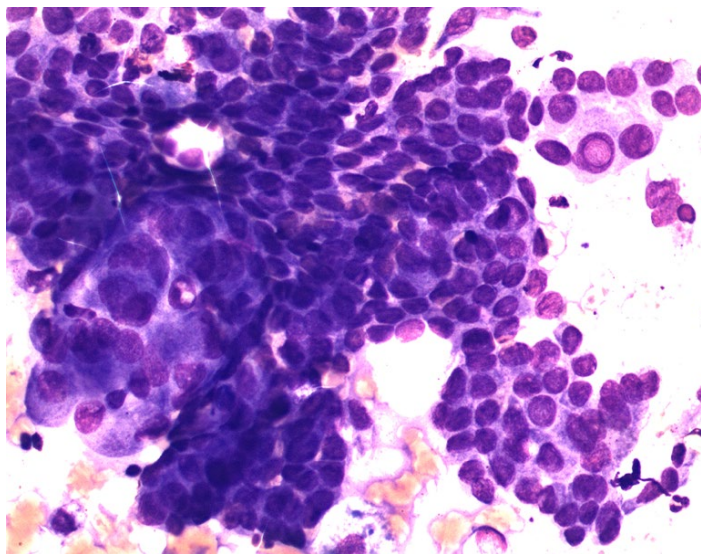


Рис. 92. Классический папиллярный рак. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).

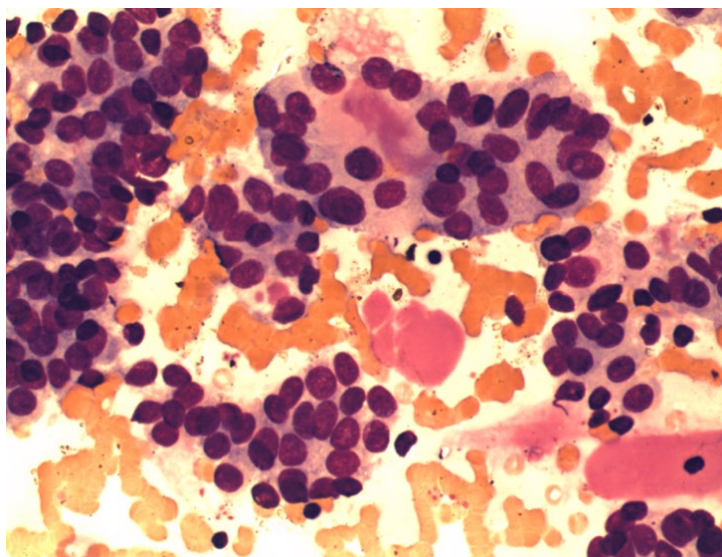


Рис. 93. Фолликулярный вариант папиллярного рака. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).

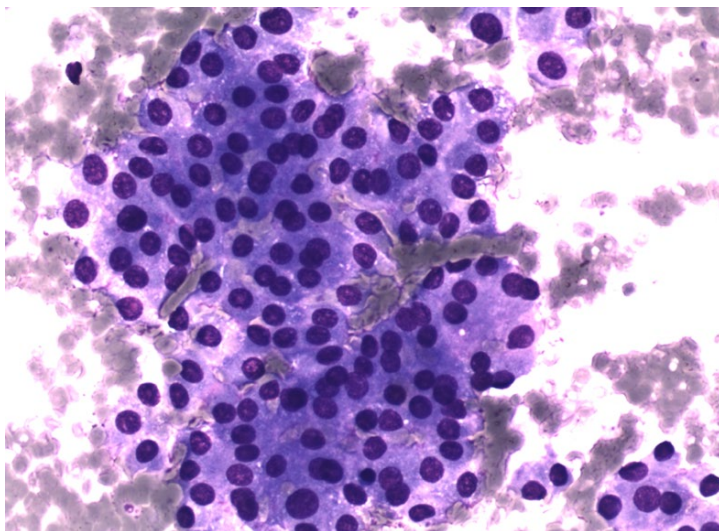


Рис. 94. Неинвазивная фолликулярная опухоль с ядрами папиллярного рака. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).

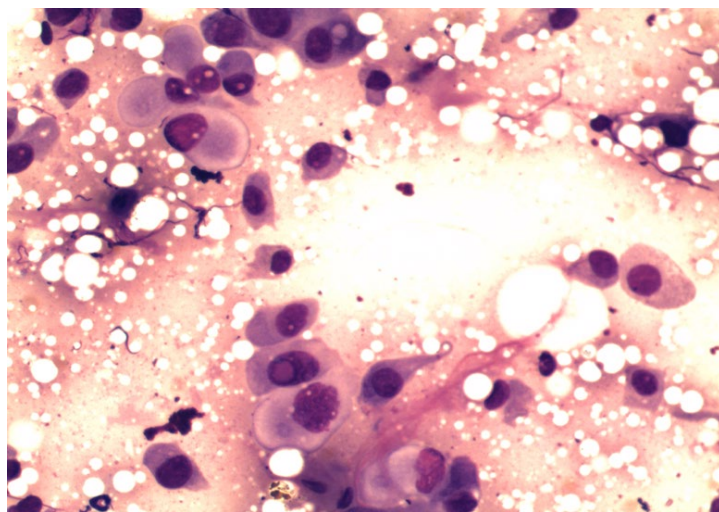


Рис. 95. Папиллярный рак из высоких клеток. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).

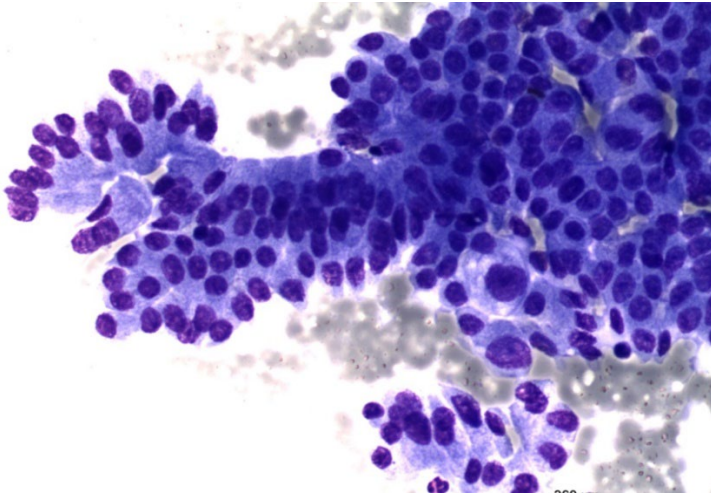


Рис. 96. Папиллярный рак из столбчатых клеток. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).

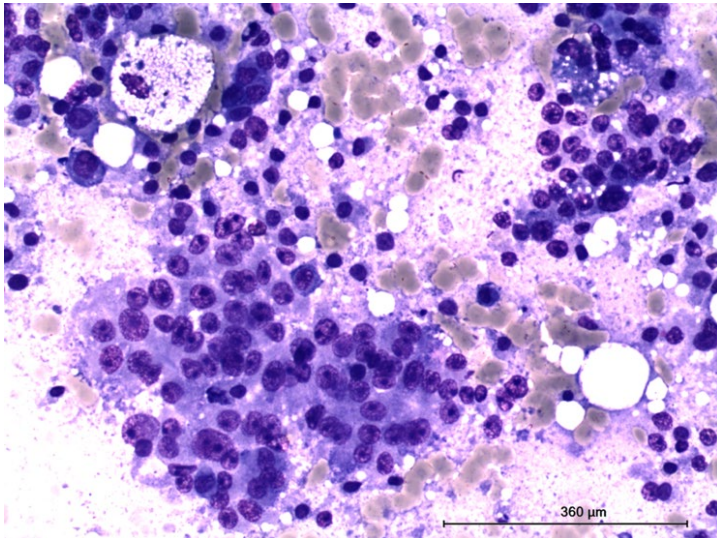


Рис. 97. Низкодифференцированный рак. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).



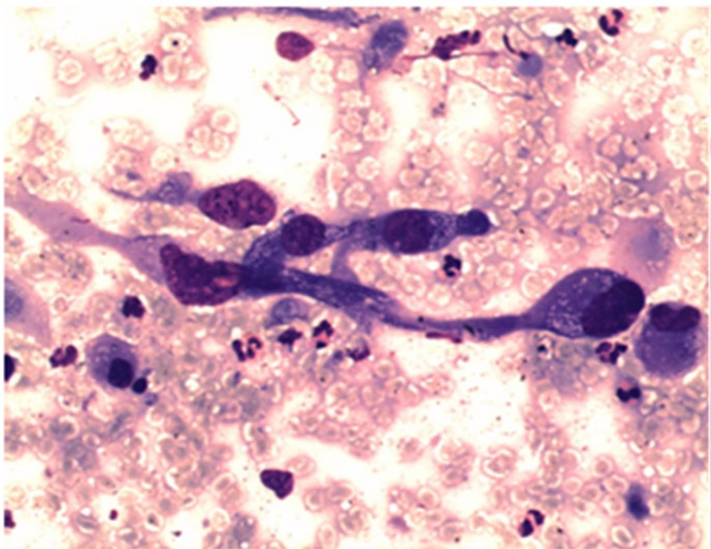


Рис. 98. Анаплазированный рак. Окраска азур-эозин, ув.  $\times 40$  (оригинальный рисунок).

**Классификация TI-RADS**  
[22, 32, 94]

Категория TI-RADS	УЗ-оценка	ТАПБ	Риск злокачественности (%)	Рекомендации	
1	Нет очаговых изменений	нет		Плановый осмотр 1 раз в 2 года. В группе риска – 1 раз в год.	
2	Доброкачественное образование	нет		Плановый осмотр 1 раз в 2 года. В группе риска – 1 раз в год.	
3	Низкий риск злокачественности	нет	2-4	Динамическое УЗИ через 1 год. При отрицательной динамике перевод в T4	
4	Средний риск злокачественности: ≥2 малых признаков злокачественности	да	6-17	При двукратном отрицательном результате ТАПБ перевод в T3 для динамического наблюдения	
5	Высокий риск злокачественности:		26-87		
	• ≥3 больших УЗ-признаков злокачественности	да при d>1,0 см			при отрицательном результате повторная ТАПБ в ближайшие сроки
	• ≤2 больших УЗ-признаков злокачественности	нет при d<1,0 см			УЗИ через 3 месяца, активное наблюдение
	• ≤2 больших УЗ-признаков злокачественности, но при наличии патологической лимфаденопатии	да		при отрицательном результате повторная ТАПБ в ближайшие сроки	

	• $\leq 2$ больших УЗ- признаков злокаче- ственности, но в группе риска	да		при отрицательном результате повтор- ная ТАПБ в ближайшие сроки
6	Злокачественное образование, подтвержден- ное цитологией			Подготовка к ле- чебным мероприя- тиям

Топографическая анатомия лимфатических узлов  
шеи по хирургическим уровням средостения  
[42, 88]

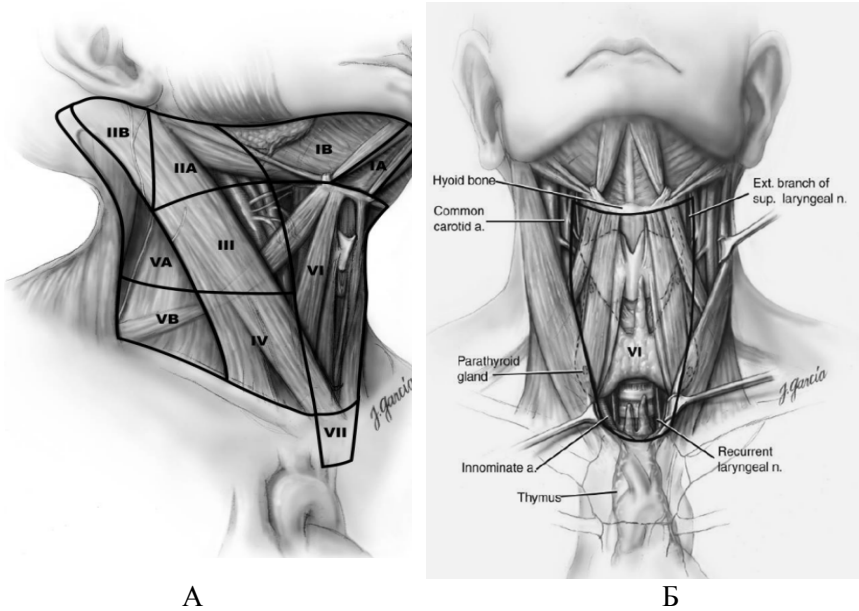


Рис. 99. Схематическое правое переднее косое (А) и прямое (Б) изображения с указанием уровней шеи и верхнего средостения [42, 88].

Уровни шеи с группами лимфатических узлов [42, 88]

Уровни	Границы	Комментарии
IA	<p><b>Верхняя</b> – нижняя челюсть  <b>Боковые</b> – передние брюшки двубрюшных мышц с обеих сторон  <b>Нижняя</b> – подъязычная кость</p>	<p>В эту группу входят только подбородочные лимфатические узлы</p>
IB	<p><b>Верхняя</b> – тело нижней челюсти  <b>Передняя</b> – переднее брюшко двубрюшной мышцы  <b>Задняя</b> – шилоподъязычная мышца  <b>Нижняя</b> – тело подъязычной кости</p>	<p>В эту группу входят подчелюстные лимфатические узлы (находятся спереди и сзади от подчелюстной слюнной железы). При поражении лимфатических узлов этого уровня или самой подчелюстной железы она удаляется</p>
IIA	<p><b>Верхняя</b> – основание черепа  <b>Передняя</b> – шилоподъязычная мышца  <b>Задняя</b> – добавочный нерв  <b>Нижняя</b> – горизонтальная линия, проведенная вдоль нижнего края тела подъязычной кости</p>	<p><b>Передняя</b> – шилоподъязычная мышца  <b>Верхняя</b> – основание черепа  <b>Задняя</b> – задний край грудино-ключично-сосцевидной мышцы, чувствительные ветви шейного сплетения</p>
IIIB	<p><b>Верхняя</b> – основание черепа  <b>Передняя</b> – добавочный нерв  <b>Задняя</b> – задний край грудино-ключично-сосцевидной мышцы, чувствительные ветви шейного сплетения  <b>Нижняя</b> – горизонтальная линия, проведенная вдоль нижнего края тела подъязычной кости</p>	<p>В эту группу входят лимфатические узлы вдоль внутренней яремной вены на этом уровне, лежащие перед добавочным нервом</p>
III	<p><b>Верхняя</b> – горизонтальная линия, проведенная вдоль нижнего края тела подъязычной кости  <b>Передняя</b> – передний край грудино-ключично-сосцевидной</p>	<p>В эту группу входят лимфатические узлы вдоль внутренней яремной вены на этом уровне</p>



	<p>мышцы</p> <p><b>Задняя</b> – задний край грудино-ключично-сосцевидной мышцы, чувствительные ветви шейного сплетения</p> <p><b>Нижняя</b> – горизонтальная линия, проведенная вдоль нижнего края перстневидного хряща</p>	
IV	<p><b>Верхняя</b> – горизонтальная линия, проведенная вдоль нижнего края перстневидного хряща</p> <p><b>Передняя</b> – передний край грудиноподъязычной мышцы</p> <p><b>Задняя</b> – задний край грудино-ключично-сосцевидной мышцы, чувствительные ветви шейного сплетения</p> <p><b>Нижняя</b> – ключица</p>	<p>В эту группу входят лимфатические узлы вдоль внутренней яремной вены на этом уровне и вирховский лимфатический узел</p>
VA	<p><b>Верхняя</b> – угол в месте пересечения грудино-ключично-сосцевидной мышцы и трапециевидной мышц</p> <p><b>Передняя</b> – задний край грудино-ключично-сосцевидной мышцы, чувствительные ветви шейного сплетения</p> <p><b>Задняя</b> – трапециевидная мышца</p> <p><b>Нижняя</b> – горизонтальная линия, проведенная на уровне нижнего края перстневидного хряща</p>	<p>В эту группу входят лимфатические узлы по ходу нижней половины добавочного нерва выше уровня нижнего края перстневидного хряща</p>
VB	<p><b>Верхняя</b> – горизонтальная линия, проведенная на уровне нижнего края перстневидного хряща</p> <p><b>Передняя</b> – задний край грудино-ключично-сосцевидной мышцы, чувствительные ветви шейного сплетения</p> <p><b>Задняя</b> – трапециевидная мышца</p> <p><b>Нижняя</b> – ключица</p>	<p>В эту группу входят лимфатические узлы по ходу поперечной артерии шеи и надключичные лимфатические, кроме вирховского лимфатического узла</p>
VI	<p><b>Верхняя</b> – подъязычная кость</p> <p><b>Боковые</b> – общие сонные артерии с обеих сторон</p> <p><b>Нижняя</b> – яремная вырезка грудины</p>	<p>В эту группу входят пре-, паратрахеальные, предорганнанные и окологлоточные лимфатические узлы, а также лимфатические узлы по ходу возвратных гортанных нервов</p>

Примечание. К уровню VII отнесены лимфатические узлы верхнего средостения, расположенные выше безымянной артерии [88]. Данная позиция возвращена в схему уровня лимфооттока в 2009 г. [42].

## Контрольные вопросы

1. Лучевые методы исследования злокачественных опухолей щитовидной железы желез. Инвазивные методы диагностики.
2. Методы лучевой диагностики злокачественных опухолей щитовидной железы.
3. Общие принципы хирургического лечения злокачественных опухолей щитовидной железы.
4. Опухолоподобные процессы и доброкачественные опухоли щитовидной железы.
5. Характеристика доброкачественных и злокачественных опухолей щитовидной железы.
6. Рак щитовидной железы, клиническая картина и диагностика.
7. Особенности течения и диагностики фолликулярного рака щитовидной железы.
8. Применение международной системы TI-RADS в ультразвуковой диагностике заболеваний щитовидной железы.
9. Характеристика TI-RADS 1.
10. Характеристика TI-RADS 2.
11. Характеристика TI-RADS 3.
12. Характеристика TI-RADS 4. Характеристика подтипов.
13. Характеристика TI-RADS 5.
14. Характеристика TI-RADS 6.
15. Варианты анатомического расположения щитовидной железы.
16. Методика выполнения и интерпретации УЗ-исследований.
17. Применение международной системы TI-RADS в УЗ-диагностике заболеваний щитовидной железы.
18. Какие методы диагностики используют для диагностики патологии щитовидной железы.
19. Для чего выполняют МРТ шеи с точки зрения патологии щитовидной железы.
20. Сегменты щитовидной железы.
21. Кровоснабжение щитовидной железы, визуализируемые сосуды.
22. Частота встречаемости различных типов рака щитовидной железы.
23. Способы метастазирования рака щитовидной железы.
24. Отдаленные метастазы при раке щитовидной железы.

25. Эхоконтрастирование и эластография очаговых образований щитовидной железы.
26. Технология ультразвукового исследования щитовидной железы.
27. Показания к проведению ультразвукового исследования щитовидной железы.
28. Эхографическая анатомия щитовидной железы.
29. Технология выполнения эластографии щитовидной железы.
30. Показания к проведению эластографии щитовидной железы.
31. Лимфатические узлы шеи – основы диагностики, группы по классификации.
32. Медуллярный рак щитовидной железы.
33. Анапластический рак щитовидной железы, характеристика.
34. Гистологические типы рака щитовидной железы.
35. Эхографическая картина злокачественных образований щитовидной железы.
36. Эхографическая картина доброкачественных образований щитовидной железы.
37. Эхографические признаки кальцинатов.
38. Фолликулярная аденома: диагностические критерии, дифференциальная диагностика.
39. Рак щитовидной железы, критерии диагностики.
40. Эхографическая картина воспалительных заболеваний щитовидной железы.
41. Дифференциальная диагностика доброкачественных и злокачественных новообразований щитовидной железы.
42. Исследования, проводимые для обнаружения отдаленных метастазов.
43. Показания к гемитиреоидэктомии.
44. Показания к субтотальной резекции щитовидной железы.
45. Показания к тиреоидэктомии.
46. Скрининговое обследование щитовидной железы. Показания.
47. Показания к проведению МРТ мягких тканей шеи.
48. Возможности МРТ мягких тканей шеи, оцениваемые структуры, протокол сканирования.

## Тестовые задания

Инструкция: выберите один правильный ответ.

1. По УЗИ определить гистологию опухоли

Поле для выбора ответов	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	можно всегда	
б	нельзя	+
в	можно при наличии зон распада в опухоли	
г	можно при наличии кальцинации в опухоли	
д	можно при наличии анэхогенного ободка	

2. По виду опухоли при УЗИ определить характер роста (инвазивный-неинвазивный)

Поле для выбора ответов	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	можно не всегда	+
б	нельзя	
в	можно при наличии зон распада в опухоли	
г	можно при наличии кальцинации в опухоли	
д	можно при наличии анэхогенного ободка	

3. УЗ-симптом инвазивного роста опухоли

Поле для выбора ответов	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	анэхогенный ободок	
б	нечеткость границ	+
в	резкая неоднородность структуры опухоли	
г	анэхогенная зона с неровным контуром в центре образования	
д	зоны кальцинации в опухоли	

4. Отсутствие образований, нарушений архитектоники или подозрительных кальцинатов соответствуют какой категории по классификации TI-RADS

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	TI-RADS 1	+
б	TI-RADS 2	
в	TI-RADS 3	
г	TI-RADS 4	
д	TI-RADS 5	

5. Доброкачественные изменения в щитовидной железе соответствуют какой категории по классификации TI-RADS

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	TI-RADS 1	
б	TI-RADS 2	+
в	TI-RADS 3	
г	TI-RADS 6	
д	TI-RADS 5	

6. Наиболее вероятно доброкачественные образования, требующие контрольной визуализации через 3-6 месяцев соответствуют какой категории по классификации TI-RADS

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	TI-RADS 1	
б	TI-RADS 6	
в	TI-RADS 3	+
г	TI-RADS 4	
д	TI-RADS 5	

7. Образования, подозрительные на злокачественный процесс, необходима морфологическая верификация – соответствуют какой категории по классификации TI-RADS

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	TI-RADS 6	
б	TI-RADS 2	
в	TI-RADS 3	
г	TI-RADS 4	+
д	TI-RADS 5	

8. Образование, все признаки которого указывают на рак щитовидной железы – соответствует какой категории по классификации TI-RADS

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	TI-RADS 3	
б	TI-RADS 2	
в	TI-RADS 6	
г	TI-RADS 4	
д	TI-RADS 5	+

9. Верифицированный диагноз рака щитовидной железы соответствует какой категории по классификации TI-RADS

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	TI-RADS 2	
б	TI-RADS 5	
в	TI-RADS 6	+
г	TI-RADS 4	
д	TI-RADS 3	

10. Основным методом лучевой диагностики рака щитовидной железы является:

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	маммография	
б	УЗИ с эластографией	+
в	МРТ	
г	маммосцинтиграфия	
д	КТ	

11. К доброкачественным образованиям щитовидной железы относятся все, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	коллоидного зоба	
б	аденомы	
в	фибросаркомы	+
г	кисты	
д	макрокальцината	

12. К доброкачественным опухолям щитовидной железы относятся

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	лимфома	
б	тератома	
в	аденома	+
г	фибросаркома	
д	карцинома	

13. Основным методом лечения доброкачественных опухолей является

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	хирургическое	+
б	лучевое	
в	гормональное	
г	лекарственное	
д	паллиативное	

14. Рак щитовидной железы необходимо дифференцировать

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	с кистой	
б	с фолликулом	
в	с фибросаркомой	+
г	с аденомой	
д	с коллоидом	

15. Тиреоидэктомию выполняют при

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	I стадии рака щитовидной железы	
б	наличии отдаленных метастазов	+
в	высокодифференцированном раке	
г	поражении регионарных лимфоузлов	

16. Показанием к гормонотерапии при раке щитовидной железы является

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	наличие рецепторов стероидных гормонов в опухоли	
б	папиллярный рак	
в	фолликулярная аденома	
г	наличие неоперабельной опухоли	+
д	наличие рецепторов стероидных гормонов в опухоли	

17. Для диагностики рака щитовидной железы наиболее достоверным методом исследования является

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	МРТ	
б	пункция с последующим цитологическим исследованием пунктата	+
в	термография	
г	ультразвуковое исследование	
д	рентгенологическое исследование	

18. Папиллярный рак щитовидной железы сперва метастазирует

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	в селезенку	
б	в почки	
в	в печень	
г	регионарные лимфатические узлы	+
д	в кости	

19. Фолликулярный рак щитовидной железы как правило метастазирует

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	в головной мозг	
б	в легкие	+
в	в печень	
г	в почки	
д	в кости	

20. Для ранней диагностики рака щитовидной железы наиболее применима

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	УЗД	+
б	флюорография	
в	КТ	
г	МРТ	
д	рентгенологическое исследование	



21. Для рака щитовидной железы регионарными являются все перечисленные лимфатические узлы, кроме

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	подмышечных	+
б	ягулярных	
в	поднижнечелюстных	
г	шейных	
д	надключичных	

22. Каким путем не может метастазировать рак щитовидной железы

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	гематогенным	
б	лимфогенным	
в	гематогенным и лимфогенным	
г	сателлитным	+
д	спонтанным	

23. Точно диагностировать рак щитовидной железы можно на основании

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	клинической картины	
б	ультразвукового исследования	
в	МРТ	
г	морфологического исследования	+
д	ПЭТ-КТ	

24. Для выявления метастазов рака щитовидной железы в костях применяется

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	МРТ	+
б	изотопное исследование	+
в	исследование рецепторов стероидных гормонов	
г	Эхо-КГ	
д	пункция	

25. Наиболее часто встречающейся клинической формой рака щитовидной железы является

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	папиллярный	+
б	фолликулярный	
в	медуллярный	
г	анapластический	
д	муцинозный	

26. Сколько сегментов выделяют в щитовидной железе

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	21	
б	7	
в	13	+
г	3	
д	5	

27. К ионизирующим методам лучевой диагностики щитовидной железы относят

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	термографию	
б	сцинтиграфию	+
в	УЗИ щитовидной железы с эластографией	
г	МРТ щитовидной железы	
д	УЗИ щитовидной железы с контрастным усилением	

28. Какой диагностический метод чаще всего используется для проведения ТАПБ

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	МГ	
б	УЗИ	+
в	рентгенография	
г	КТ	
д	МРТ	

29. К признакам метастатического поражения лимфатических узлов относятся

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	лимфатические узлы с жировой инволюцией	
б	плотные лимфатические узлы	+
в	множественные лимфатические узлы	
г	лимфатические узлы с сохраненной дифференцировкой	
д	лимфатические узлы с утолщенным кортикальным слоем	

30. Что не относится к противопоказаниям к проведению ТАПБ

Поле для выбора ответа	Варианты ответов	Поле для отметки правильного ответа (+)
а	наличие кожной инфекции	
б	наличие коагулопатии	
в	болевые ощущения в области планируемого проведения ТАПБ	+
г	период получения антикоагулянтной терапии	
д	отказ пациента	

## Список литературы

1. Алиева С. Б. Клинические рекомендации по диагностике и лечению рака щитовидной железы / С. Б. Алиева, Ю. В. Алымов, А. М. Мудунов и др. // Общероссийский союз общественных объединений ассоциация онкологов России. – Москва, 2014. – С. 1-27.
2. Беляев А. М. «Петровский» диагностический балльный показатель риска злокачественности узла в щитовидной железе / А. М. Беляев, Л. М. Берштейн, Д. А. Васильев и др. // Опухоли головы и шеи. – 2018. – Т. 8, № 1. – С. 17-23.
3. Беляев А. М. «Петровский» диагностический балльный показатель риска злокачественности узла в щитовидной железе: оценка практической значимости при сопоставлении с результатами морфологического анализа операционного материала / А. М. Беляев, Л. М. Берштейн, Д. А. Васильев и др. // Опухоли головы и шеи. – 2019. – Т. 9, № 2. – С. 10-16.
4. Бельцевич Д. Г. Российские клинические рекомендации по диагностике и лечению высокодифференцированного рака щитовидной железы у взрослых / Д. Г. Бельцевич, В. Э. Ванушко, П. О. Румянцев и др. // Эндокринная хирургия. – 2016. – Т. 10, № 1. – С. 5-12.
5. Бэскинст Г. Д. Ультразвуковое исследование щитовидной железы / Г. Д. Бэскинст, Д. С. Дюик, Р. Э. Левин // Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 432 с.
6. Борсуков А. В. Опыт внедрения рекомендаций по стандартизированной методике компрессионной соноэластографии поверхностных органов и структур / А. В. Борсуков, Т. Г. Морозова, А. В. Ковалев и др. // Медицинская визуализация. – 2014. – Т. 18, № 4. – С. 122-131.
7. Васильев Д. А. Значение «Петровского» диагностического балльного показателя в диагностике рака щитовидной железы при цитологическом ответе ВЕТESDA III-IV / Д. А. Васильев, Е. В. Костромина, Л. А. Красильникова и др. // Белые ночи 2020, тезисы VI Петербургского международного онкологического форума. – Санкт-Петербург: Вопросы онкологии», 2020. – 426 с.
8. Васильев Д. А. Пути улучшения диагностической значимости соноэластографии при дифференциальной диагностике узловых образований щитовидной железы / Д. А. Васильев, Е. В. Костромина, З. А. Раджабова и др. // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2014. – Т. 10, № 1. – С. 38-43.

9. Васильев Д. А. Роль эндокринных показателей при диагностике рака щитовидной железы путем ультразвуковой компрессионной эластографии / Д. А. Васильев, Е. В. Костромина, З. А. Раджабова и др. // Опухоли головы и шеи. – 2015. – Т. 5, № 3. – С. 39-44.
10. Виттекинд Ч. TNM Атлас. Иллюстрированное руководство по TNM классификации злокачественных новообразований / Ч. Виттекинд, Х. Асамура, Л. Х. Собин // Москва: Изд. Панфилова, 2017. – 400 с.
11. Давыдов М. И. Проблемы и перспективы развития онкологии в России / М. И. Давыдов. – Москва, 2015. – С. 121-124.
12. Дедов И. И. Российские клинические рекомендации. Эндокринология / под ред. И. И. Дедов, Г. А. Мельниченко. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 592 с.
13. Дифференцированный рак щитовидной железы / Клинические рекомендации. – Москва, 2020. – 47 с.
14. Заболотская Н. В. Ультразвуковая диагностика заболеваний лимфатической системы / Н. В. Заболотская // Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика. – под. ред. В. В. Митькова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Видар, 2019. – 756 с.
15. Зубарев А. Р. Ультразвуковая эластография как новая ступень в дифференциальной диагностике узловых образований щитовидной железы: обзор литературы и предварительные клинические данные / А. Р. Зубарев, В. Н. Федорова, А. К. Демидова // Медицинская визуализация. – 2010. – № 1. – С. 11-16.
16. Зыкин Б. И. Эластография: анатомия метода / Б. И. Зыкин, Н. А. Постнова, М. Е. Медведев // Променева диагностика, променева терапия. – 2012. – №2. – С. 107-113.
17. Каприн А. Д. Злокачественные новообразования в России в 2017 году (заболеваемость и смертность) / А. Д. Каприн, В. В. Старинский, Г. В. Петрова. – Москва: МНИОИ им. П.А. Герцена, 2018. – 250 с.
18. Катрич А. Н. Вопрос о влиянии размеров ракового узла щитовидной железы на его ультразвуковую характеристику и необходимость проведения морфологической оценки. / А. Н. Катрич, А. А. Квасова, Е. П. Фисенко и др. // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2018. – № 2. – С. 27-36.
19. Костромина Е. В. Сопоставление результатов эластографии с гормонально-метаболическим статусом больных при диагностике новообразований щитовидной железы / Е. В. Костромина, Л. М.

Берштейн, Д. А. Васильев и др. // Вопросы онкологии. – 2013. – Т. 59, № 1. – С. 78-82.

20. Костромина Е. В. Оценка эффективности компрессионной ультразвуковой эластографии, эхоконтрастирования в дифференциальной диагностике фолликулярной опухоли щитовидной железы / Е. В. Костромина, А. В. Мищенко, Е. А. Бусько и др. // Сборник научных работ III Петербургского Международного онкологического форума «Белые ночи 2017» ФГБУ «НИИ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2017. – С. 168а-168.

21. Костромина Е. В. Оптимизация диагностических мероприятий и лечебной тактики при распространенном раке щитовидной железы. / Е. В. Костромина, З. А. Раджабова, Д. А. Ракитина и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. – С. 218.

22. Костромина Е. В. Критерии и возможности мультипараметрического ультразвукового исследования в диагностике очаговых образований щитовидной железы по категории ТН1-RADS: ультразвуковая компрессионная эластография, контрастно-усиленная ультразвуковая ангиография. / Е. В. Костромина, Д. А. Ракитина, А. В. Мищенко и др. // Лучевая диагностика и терапия. – 2017. – Т 8, № 3. – С. 104.

23. Митьков В. В. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика / В. В. Митьков // 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Видар, 2019. – 756 с.

24. Осипов Л. В. Ультразвуковые диагностические приборы: Режимы, методы и технологии / Л. В. Осипов // Москва: Изомед, 2011. – 312 с.

25. Осипов Л. В. Ультразвуковые диагностические приборы: Практическое руководство для пользователей / Л. В. Осипов // Москва: Видар, 1999. – 256 с.

26. Ракитина Д. А. Значимость метода ультразвукового исследования щитовидной железы с контрастным усилением в дифференциальной диагностике очаговых узловых образований. / Д. А. Ракитина, А. М. Беляев, З. А. Раджабова и др. // Опухоли головы и шеи. – 2017. – Т. 7, № 2. – С. 12-15.

27. Сенча А. Н. Ультразвуковое исследование щитовидной железы. Шаг за шагом. От простого к сложному. / А. Н. Сенча // Москва: МЕДпресс-информ, 2019. – 208 с.

28. Сенча А. Н. Соноэластография и новейшие технологии ультразвукового исследования в диагностике рака щитовидной железы / А. Н. Сенча, М. С. Могутов, Е. Д. Сергеева и др. // Москва:

Видар, 2010. – 67 с.

29. Фисенко Е. П. Предложения по реализации классификации TI-RADS в России / Е. П. Фисенко, А. Н. Сенча, А. Н. Катрич и др. // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2019. – № 4, – С. 36-47.

30. Фисенко Е. П. О необходимости внедрения классификации TI-RADS в России. / Е. П. Фисенко, А. Н. Сенча, А. Н. Катрич и др. // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2019. – Т 15, № 2, С. 55-63.

31. Фисенко Е. П. Применение шкалы TI-RADS в оценке степени злокачественности узлов щитовидной железы. / Е. П. Фисенко, Ю. П. Сыч, Н. В. Заболотская и др. // Методическое пособие для врачей ультразвуковой диагностики. – Москва: Стром, 2020. – 67 с.

32. Фисенко Е. П. Классификация TI-RADS в оценке степени злокачественности узлов щитовидной железы. / Е. П. Фисенко, Ю. П. Сыч, Н. В. Заболотская и др. // Методическое пособие для врачей ультразвуковой диагностики. – Москва: Стром, 2020. – 56 с.

33. Хилл К. Ультразвук в медицине. Физические основы применения / К. Хилл, Х. Г. Тер, Д. Бэмбер: пер. с англ. – Москва: Физматлит, 2008. – 544 с.

34. Харченко В. П. Ультразвуковая диагностика заболеваний щитовидной железы / В. П. Харченко. – Москва: Стром, 1999. – 120 с.

35. Argalia G. Ultrasonographic contrast agent: evaluation of time-intensity curves in the characterization of solitary thyroid nodules / G. Argalia, S. De Bernardis, D. Mariani et al. // Radiol. Med. – 2002. – Vol 103, № 4. – P. 407-413.

36. Athanasiou A. Breast Lesions: Quantitative Elastography with Supersonic Shear Imaging Preliminary Results / A. Athanasiou, A. Tardivon, M. Tanter et al. // Radiology. –2010. – Vol. 256, № 1. – P. 297-303.

37. Bae U. Ultrasound thyroid elastography using carotid artery pulsation: preliminary study / U. Bae, M. Dighe, T. Dubinsky et al. // J. Ultrasound Med. – 2007. – Vol. 26. – P 797– 805.

38. Bamber J. EFSUMB Guidiness and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 1: Basic principles and technology / J. Bamber, D. Cosgrove, C. F. Dietrich et al. // Ultraschall Med. – 2013. – Vol. 34, № 2. – P. 169-184.

39. Bercoff J. Supersonic Shear Imaging: A New Technique for Soft Tissue Elasticity Mapping / J. Bercoff, M. Tanter, M. Fink // IEEE transactions on ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control. – 2004. – Vol. 51, № 4. – P. 396-409.

40. Carty S.E. Consensus Statement on the Terminology and Classification of Central Neck Dissection for Thyroid Cancer. The American Thyroid Association Surgery Working Group with Participation from the American Association of Endocrine Surgeons, American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, and American Head and Neck Society / S. E. Carty, D. S. Cooper, G. M. Doherty et al. // *Thyroid*. – 2009. – Vol. 19, № 11. – P. 1153-1158.
41. Chen L. A. Hybrid Displacement Estimation Method for Ultrasonic Elasticity Imaging / L. Chen, R. J. Housden, R. J. Treece // *IEEE Trans. Ultrason. Ferroelect. Freq. Contr.* – 2010. – Vol. 57, № 4. – P. 866-882.
42. Cosgrove D. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 2: Clinical applications / D. Cosgrove, F. Piscaglia, J. Bamber et al. // *Ultraschall Med.* – 2013. – Vol. 34, № 3. – P. 238-253.
43. Cosgrove D. WFUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Ultrasound Elastography: Part 4 / D. Cosgrove, R. Barr, J. Bojunga et al. // *Thyroid Ultrasound Med. & Biol.* – 2016. – Vol. 43, № 1. – P. 4-26.
44. Cournane S. Review of Ultrasound Elastography Quality Control and Training Test Phantoms / S. Cournane, A. J. Fagan, J. E. Browne // *Ultrasound*. – 2012. – Vol. 20, № 1. – P. 16-23.
45. Chen X. 3-D correlation-based speckle tracking / X. Chen, H. Xie, R. Erkamp et al. // *Ultrason Imaging*. – 2005. – Vol. 21. – P. 21-36.
46. Cho N. Nonpalpable Breast Masses: Evaluation by US Elastography / N. Cho, W. K. Moon, J. S. Park et al. // *Korean J. Radiol.* – 2008. – Vol. 9, № 2. – P. 111-118.
47. Cognetti D. M. Management of the Neck in Differentiated Thyroid Cancer / D. M. Cognetti, E. A. Pribitkin, W. M. Keane // *Surgical Oncology Clinics of North America*. – 2008. – Vol. 17, № 1. – P. 157-173.
48. Dietrich C. F. Shear wave elastography with a new reliability indicator / C. F. Dietrich, Y. Dong // *J. Ultrason.* – 2016. – Vol. 16, № 66. – P. 281-287.
49. Dighe M. Differential Diagnosis of Thyroid Nodules with US Elastography Using Carotid Artery Pulsation / M. Dighe, U. Bae, M. L. Richardson et al. // *Radiology*. – 2008. – Vol. 248. – P. 662-669.
50. Doherty J. R. Acoustic Radiation Force Elasticity Imaging in Diagnostic Ultrasound / J. R. Doherty, G. E. Trahey, M. L. Palmeri // *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control*. – 2013. – Vol. 60, № 4. – P. 685-701.



51. Doyley M. M. An iterative reconstruction method for quantitative elastography / M. M. Doyley, P. M. Meaney, J. Bamber et al. // *Evaluation of C Phys. Med. Biol.* – 2000. – Vol. 45. – P. 1521-1540.

52. Eyerly S. A. An In Vitro Assessment of Acoustic Radiation Force Impulse Imaging for Visualizing Cardiac Radiofrequency Ablation Lesions / S. A. Eyerly, S. J. Hsu, S. H. Agashe et al. // *Cardiovasc. Electrophysiol.* – 2010. – Vol. 21, № 5. – P. 557-563.

53. Fukuda K. Analysis of train patterns of common liver tumors using real-time tissue elastography. Abstracts from the 12th Congress of World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology / K. Fukuda, M. Mori, M. Koma // *J. Ultrasound in medicine and biology.* – 2009. – Vol. 35, № 8. – P. 153.

54. Fukunari N. Clinical evaluation of Elastography for the differential diagnosis of thyroid follicular tumors. Abstracts from the 12th Congress of World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology / N. Fukunari, K. Arai, A. Naakamura et al. // *J. Ultrasound in medicine and biology.* – 2009. – Vol. 35, № 8. – P. 230.

55. Furukawa M. K. Clinical application of real-time tissue elastography to head and neck cancer: evaluation of cervical lymph node metastasis with real-time tissue elastography / M. K. Furukawa, A. Kubota, H. Hanamura et al. // *Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho.* – 2007. – Vol. 110. – P. 503-505.

56. Garra B. S. Elastography: history, principles, and technique comparison. / B. S. Garra // *Applied radiology Journals* – 2011. – Vol. 40, № 4. – P. 680-697.

57. Gennisson J. L. Transient elastography in anisotropic medium: Application to the measurement of slow and fast shear wave speeds in muscles / J. L. Gennisson, S. Catheline, S. Chaffai et al. // *J. Acoust. Soc. Am.* – 2003. – Vol. 114, № 1. – P. 536-541.

58. Guth S. Very high prevalence of thyroid nodules detected by high frequency (13 MHz) ultrasound examination / S. Guth, U. Theune, J. Aberle et al. // *Eur. J. Clin. Invest.* – 2009. – Vol 39. – P. 699-706.

59. Hall T. J. In vivo real-time freehand palpation imaging / T. J. Hall, Y. Zhu, C. S. Spalding // *Ultrasound Med. Biol.* – 2003. – Vol. 29. – P. 427-435.

60. Horvath E. An ultrasonogram reporting system for thyroid nodules stratifying cancer risk for clinical management / E. Horvath, S. Majlis, R. Rossi et al. // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* – 2009. – Vol. 94, № 5. – P. 1748-1751.

61. Jacques S. World Federation for Ultrasound in Medicine and

Biology Position Statement: How to Perform a Safe Ultrasound Examination and Clean Equipment in the Context of COVID-19 / S. Jacques, J. S. Abramowicz, J. M. Basseal // *Ultrasound Med. Biol.* – 2020. – Vol 46, № 7. – P. 1821-1826.

62. Jiang J. A parallelizable real-time motion tracking algorithm with applications to ultrasonic strain imaging / J. Jiang, T. J. Hall // *Phys. Med. Biol.* – 2007. – Vol. 52. – P. 3773-3790.

63. Jiang J. Young's modulus reconstruction for radio-frequency ablation electrode-induced displacement fields: a feasibility study / J. Jiang, T. Varghese, C. L. Brace et al. // *IEEE Trans. Med. Imaging.* – 2009. – Vol. 28, № 8. – P.1325-1334.

64. Kim D. W. Long-Term Ultrasound Follow-Up of Thyroid Colloid Cysts / D. W. Kim // *International Journal of Endocrinology.* – 2014. – P. 1-4.

65. Kiyomatsu H. Clinical application of ultrasound elastography for diagnosis of parathyroid carcinoma. Abstracts from the 12th Congress of World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology / H. Kiyomatsu, E. Ueno, E. Tohno et al. // *J. Ultrasound in medicine and biology.* – 2009. – Vol. 35, № 8. – P. 153-154.

66. Kolen A. F. Analysis of cardiovascular induced liver motion for application to elasticity imaging of the liver in-vivo, (abstract) / A. F. Kolen, J. C. Bamber, E. E. Ahmed // *J. Ultrasound Med.* – 2003. – Vol. 21. – P. 53.

67. Konofagou E. E. Myocardial Elastography – A Feasibility Study in Vivo / E. E. Konofagou, J. D'Hooge, J. Ophir // *Ultrasound Med. Biol.* – 2002. – Vol. 28, №. 4. – P. 475-482.

68. Kouvaraki M. A. Role of preoperative ultra-sonography in the surgical management of patients with thyroid cancer / M. A. Kouvaraki, S. E. Shapiro, B. D. Fornage et al. // *Surgery.* – 2003. – Vol. 134, № 6. – P. 946-954.

69. Krouskop T. A. Elastic moduli of breast and prostate tissues under compression / T. A. Krouskop, T. M. Wheeler, F. Kallel et al. // *Ultrasound Imaging.* – 1998. – Vol. 20, № 4. – P. 260-274.

70. Kwak J. Y. Image reporting and characterization system for ultrasound features of thyroid nodules: multicentric Korean retrospective study / J. Y. Kwak, I. Jung, J. H. Baek et al. // *Korean J. Radiol.* – 2013. – Vol. 14. – P. 110-117.

71. Lyshchik A. Cervical lymph node metastases: diagnosis at sonoelastography-initial experience / A. Lyshchik, T. Higashi, R. Asato et al. // *Radiology.* – 2007. – Vol. 243. – P. 258-267.

72. Mahdavi S. S. Vibroelastography for visualization of the prostate region: method evaluation / S. S. Mahdavi, M. Moradi, X. Wen et al. // *Med. Image Comput. Assist. Interv.* – 2009. – Vol. 12. – P. 339-347.
73. Mahdavi S. S. Evaluation of visualization of the prostate gland in vibro-elastography images / S. S. Mahdavi, M. Moradi, X. Wen et al. // *Med. Image Anal.* – 2011. – Vol. 15, № 4. – P. 589-600.
74. Mercado C. L. BI-RADS update / C. L. Mercado // *Radiol. Clin. North Am.* – 2014. – Vol. 52, № 3. – P. 481-487.
75. Nightingale K. Acoustic radiation force impulse imaging: in vivo demonstration of clinical feasibility / K. Nightingale, M. S. Soo, R. Nightingale et al. // *Ultrasound Med. Biol.* – 2002. – Vol. 28, № 2. – P. 227-235.
76. Ophir J. Varghese T. Elastographic imaging / J. Ophir, B. Garra, F. Kallel et al. // *Ultrasound in Medicine and Biology.* – 2000. – Vol. 26. – P. 23-29.
77. Ophir J. Elastography: Imaging the Elastic Properties of Soft Tissues with Ultrasound / J. Ophir, S. K. Alam, B. S. Garra et al. // *J. Med. Ultrasonics.* – 2002. – P. 155-171.
78. Ophir J. Elastography: a quantitative method for imaging the elasticity of biological tissues / J. Ophir, I. Cespedes, H. Ponnekanti et al. // *Ultrason Imaging.* – 1991. – Vol. 13. – P. 111-134.
79. Parker K. J. The evolution of vibration sonoelastography / K. J. Parker // *Current Medical Imaging Reviews.* – 2011. – Vol. 7. – P. 283-291.
80. Paschke R. European Thyroid Association Guidelines regarding Thyroid Nodule Molecular Fine-Needle Aspiration Cytology Diagnostics / R. Paschke, S. Cantara, A. Crescenzi // *Eur. Thyroid J.* – 2017. – Vol. 6, № 3. – P. 115-129.
81. Patil A. V. 3D prostate elastography: algorithm, simulations and experiments / A. V. Patil, C. D. Garson, J. A. Hossack // *Phys. Med. Biol.* – 2007. – Vol. 52. – P. 3643-3663.
82. Pellot-Barakat C. Ultrasound elastography based on multiscale estimations of regularized displacement fields / C. Pellot-Barakat, F. Frouin, M. F. Insana et al. // *IEEE Trans. Med. Imaging.* – 2004. – Vol. 23. – P. 153-163.
83. Pesavento A. New real-time strain imaging concepts using diagnostic ultrasound / A. Pesavento, A. Lorenz, S. Siebers et al. // *Phys. Med. Biol.* – 2000. – Vol. 45. – P. 1423-1435.
84. Pesavento A. A time-efficient and accurate strain estimation concept for ultrasonic elastography using iterative phase zero estimation /

A. A. Pesavento, C. Perrey, M. Krueger et al. // *IEEE Trans. Ultrason Ferroel. Freq. Cont.* – 1999. – Vol. 46. – P. 1057-1067.

85. Rao M. Correlation analysis of three-dimensional strain imaging using ultrasound two-dimensional array transducers / M. Rao, T. J. Varghese // *Acoust. Soc. Am.* – 2008. – Vol. 124. – P. 1858-1865.

86. Ricketts I. W. Transient elastography: a new noninvasive method for assessment of hepatic fibrosis / I. W. Ricketts, S. J. McKenna, A. Iqbal et al. // *Ultrasound Med. Biol.* – 2003. – Vol. 29. – P. 1705-1713.

87. Righetti R. Axial resolution in elastography / R. Righetti, J. Ophir, P. Ktonas // *Ultrasound Med. Biol.* – 2002. – Vol. 28, № 1. – P. 101-113.

88. Robbins K. T. Consensus statement on the classification and terminology of neck dissection / K. T. Robbins, A. R. Shaha, J. E. Medina et al. // *Arch. Otolaryngol. Head. Neck. Surg.* – 2008. – Vol. 134, № 5. – P. 536-538.

89. Russ G. European Thyroid Association Guidelines for Ultrasound Malignancy Risk Stratification of Thyroid Nodules in Adults: The EU-TIRADS / G. Russ, S. J. Bonnema, M. F. Erdogan et al. // *Eur. Thyroid. J.* – 2017. – Vol. 6. – P. 225-237.

90. Sawicki J. F. The Performance of Higher Frequency Microwave Ablation in the Presence of Perfusion / H. Luyen, Y. Mohtashami, J. D. Shea // *IEEE Trans. Biomed. Eng.* – 2019. – Vol. 66, № 1. – P. 257-262.

91. Săftoiu A. The EFSUMB Guidelines and Recommendations for the Clinical Practice of Elastography in Non-Hepatic Applications: Update 2018 / A. Săftoiu, O. H. Gilja, P. S. Sidhu et al. // *Ultraschall. Med.* – 2019. – Vol. 40, № 4. – P. 425-453.

92. Shi H. Two-Dimensional Multi-level Strain Estimation for Discontinuous Tissue / H. Shi, T. Varghese. // *Phys. Med. Biol.* – 2007. – Vol. 52. – P. 389-401.

93. Shin J. H. Ultrasonography Diagnosis and Imaging-Based Management of Thyroid Nodules: Revised Korean Society of Thyroid Radiology Consensus Statement and Recommendations / J. H. Shin, J. H. Baek, J. Chung et al. // *Korean J. Radiol.* – 2016. – Vol. 17, № 3. – P. 370-395.

94. Tessler F. N. ACR Thyroid Imaging, Reporting and Data System (TI-RADS): White Paper of the ACR TI-RADS Committee / F. N. Tessler, W. D. Middleton, E. G. Grant et al. // *Journal of the American College of Radiology.* – 2017. – Vol 14, № 5. – P. 587-595.

95. Treece G. Real-time quasi-static ultrasound elastography / G.

Treece, J. Lindop, L. Chen et al. // *Interface Focus*. – 2011. – Vol. 1, № 4. – P. 540-552.

96. Turgay E. Identifying the mechanical properties of tissue by ultrasound strain imaging / E. Turgay, S. Salcudean, R. Rohling // *Ultrasound Med. Biol.* – 2006. – Vol. 32. – P. 221-235.

97. Urban M. W. A Review of Vibro-acoustography and its Applications in Medicine / M. W. Urban, A. Alizad, W. Aquino et al. // *Curr. Med. Imaging Rev.* – 2011. – Vol. 7, № 4. – P. 350-359.

98. Varghese T. Quasi-Static Ultrasound Elastography / T. Varghese // *Ultrasound Clin.* – 2009. – Vol. 4, № 3. – P. 323-338.

99. Wu Z. Sonoelastographic imaging of interference patterns for estimation of the shear velocity of homogeneous biomaterials / Z. Wu, L. S. Taylor, D. J. Rubens et al. // *Phys. Med. Biol.* – 2004. – Vol. 49. – P. 911-922.

100. Xu L. Reducing Unnecessary Biopsy of American College of Radiology Thyroid Imaging Reporting and Data System Category 4 Nodules / L. Xu, Y. Zhou, Y. Li et al. // *J. Ultrasound Med.* – 2021. – Vol. 40, № 2. – P.227-236.

101. Yilmaz E. Real-Time Elastography for Differentiation of Breast Lesions / E. Yilmaz, A. Yilmaz, A. Aslan et al. // *Pol. J. Radiol.* – 2017. – Vol. 82. – P.664-669.

102. Zhu Y. A modified block matching method for real-time free-hand strain imaging / Y. Zhu, T. Hall // *Ultrason Imaging.* – 2002. – Vol. 24. – P.161-176.

103. Zhuang Y. A novel TIRADS of US classification / Y. Zhuang, C. Li, Z. Hua et al. // *BioMed. Eng. OnLine* – 2018. – Vol. 17, № 1. – P. 82.





ISBN 978-5-6046979-4-8



Отпечатано в ООО «АРТЕК»,  
СПб, 6-я линия В.О., д.3/10  
E-mail: [artek-1@mail.ru](mailto:artek-1@mail.ru), т. +7(911) 239-25-32  
Подписано в печать 08.04.22  
Формат 60x90/16. Печ. л. 10.  
Тираж 50 экз.