

Ультразвуковая эластография: обзор методов и клиническое применение (Часть 3)



THERANOSTICS

Home | Editorial board | Author info | Submit a manuscript

[Theranostics](#), 2017; 7(5): 1303–1329.

Published online 2017 Mar 7. doi: [10.7150/thno.18650](#)

PMCID: PMC5399595

PMID: [28435467](#)

Ultrasound Elastography: Review of Techniques and Clinical Applications

[Rosa M.S. Sigrist](#)¹, [Joy Liao](#)¹, [Ahmed El Kaffas](#)¹, [Maria Cristina Chammas](#)² and [Juergen K. Willmann](#)^{1,✉}

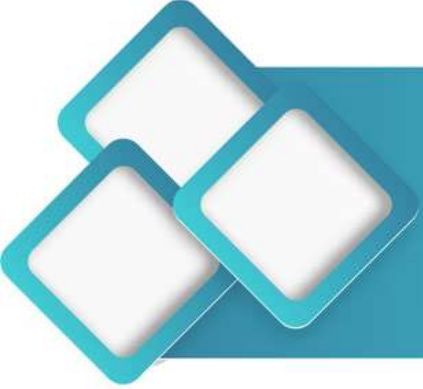


Выполнила:
Мартынова Е.А.,
ординатор 1-го года обучения
специальности 31.08.11 «УЗД»



Актуальность

- Оснащенность ультразвукового аппарата дополнительными опциями помогает врачу диагностического отделения наиболее широко использовать возможности метода и получить более полную информацию о состоянии органов и систем
- Методы эластографии могут использоваться для дифференциальной диагностики доброкачественной и злокачественной патологии
- Эти методы основаны на изменении эластичности мягких тканей в результате определенных патологических или физиологических процессов для получения качественного и количественного анализа механических свойств тканей



Цель:

Оценка клинического применения методов эластографии для определения характера патологических образований щитовидной железы, почек, предстательной железы и лимфатических узлов



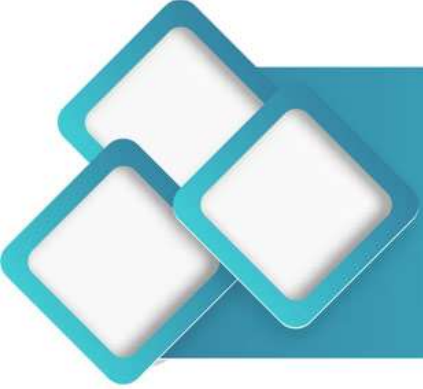
УЗИ щитовидной железы

Узлы щитовидной железы обнаруживаются у 67% взрослых при УЗИ и в 50% патологических исследований при аутопсии

- **ТАБ** – золотой стандарт диагностики узлов щитовидной железы, однако до 15-30% образцов считаются неинформативными
- Необходимость ТАБ определяется УЗ-признаками узлов в В-режиме
- Только 4-8% узлов, взятых с помощью тонкоигольной аспирации, оказываются злокачественными

УЗ-признаки злокачественности узлов щитовидной железы:

- пониженная эхогенность,
- неровный контур,
- вертикальная ориентация,
- микрокальцинаты

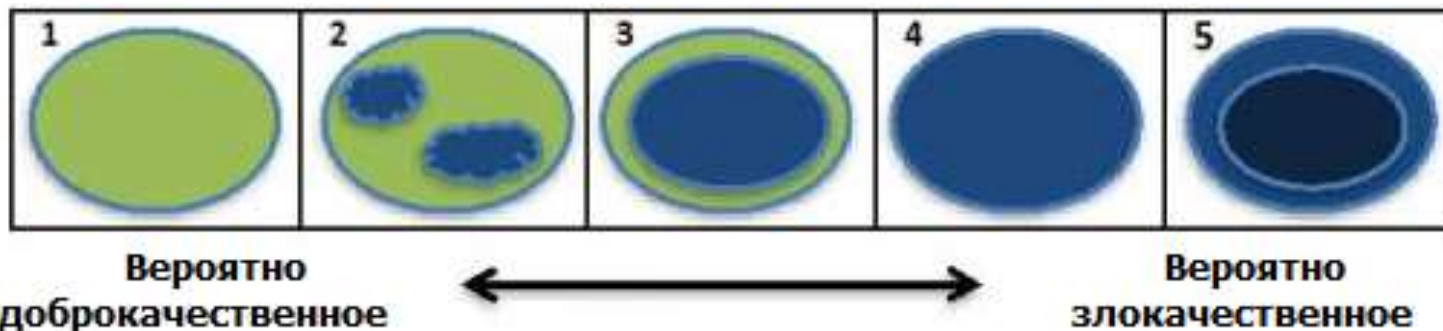


Эластография щитовидной железы

- Неинвазивный метод оценки узлов щитовидной железы, который предоставляет дополнительную информацию к УЗИ в В-режиме и ТАБ
- Комбинированное использование эластографии щитовидной железы с УЗИ в В-режиме может улучшить способность дифференцировать доброкачественные узлы щитовидной железы от злокачественных и снизить количество необходимых ТАБ

Компрессионная эластография щитовидной железы

Шкала Ueno (университет Tsukuba, Япония, 2006)



BGR

1 тип – эластичный узел

2 тип – эластичность узла определяется в большей части

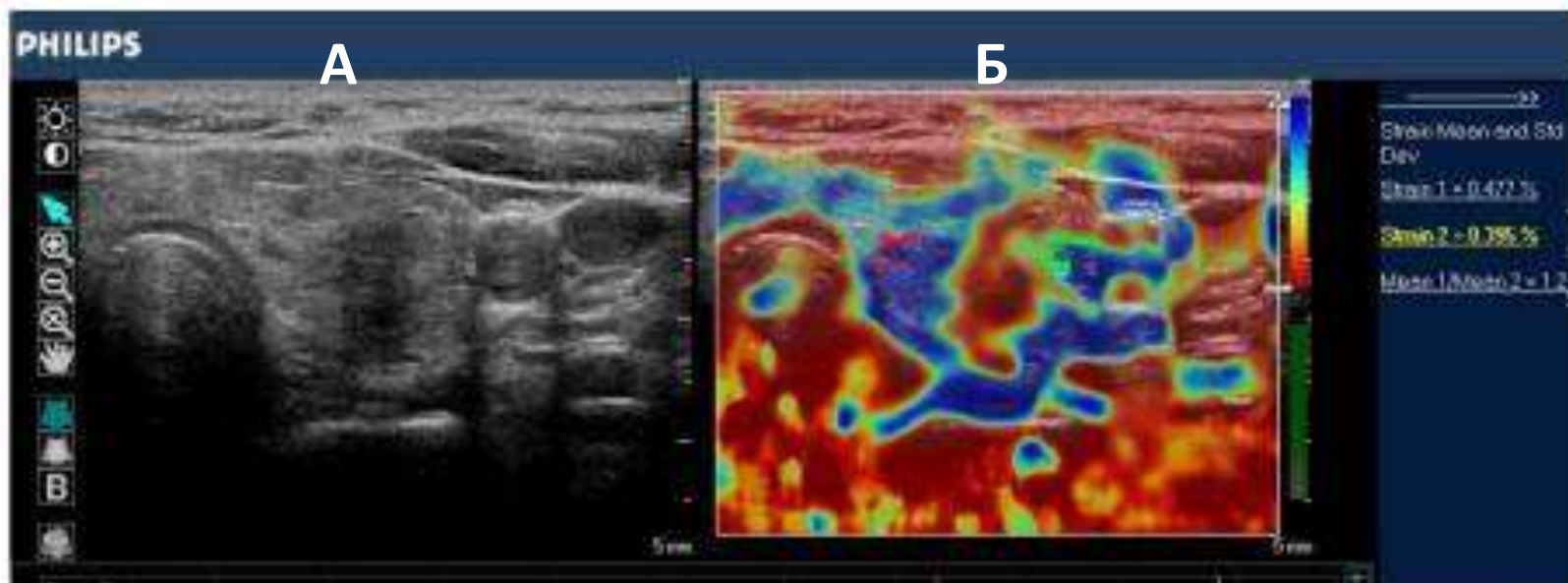
3 тип – узел эластичный только по периферии

4 тип – жёсткий узел

5 тип – узел и окружающие его ткани не эластичны

3, 4 и 5
типы
требуют
биопсии

Компрессионная эластография щитовидной железы



А – УЗИ в В-режиме: гипоэхогенный узел левой доли щитовидной железы с нечётким контуром

Б – Эластограмма: синий цвет (мягкая ткань) – нормальная ткань щитовидной железы, красный цвет (жесткая ткань) – указывает на злокачественный узел

Гистологическое исследование: папиллярный рак щитовидной железы



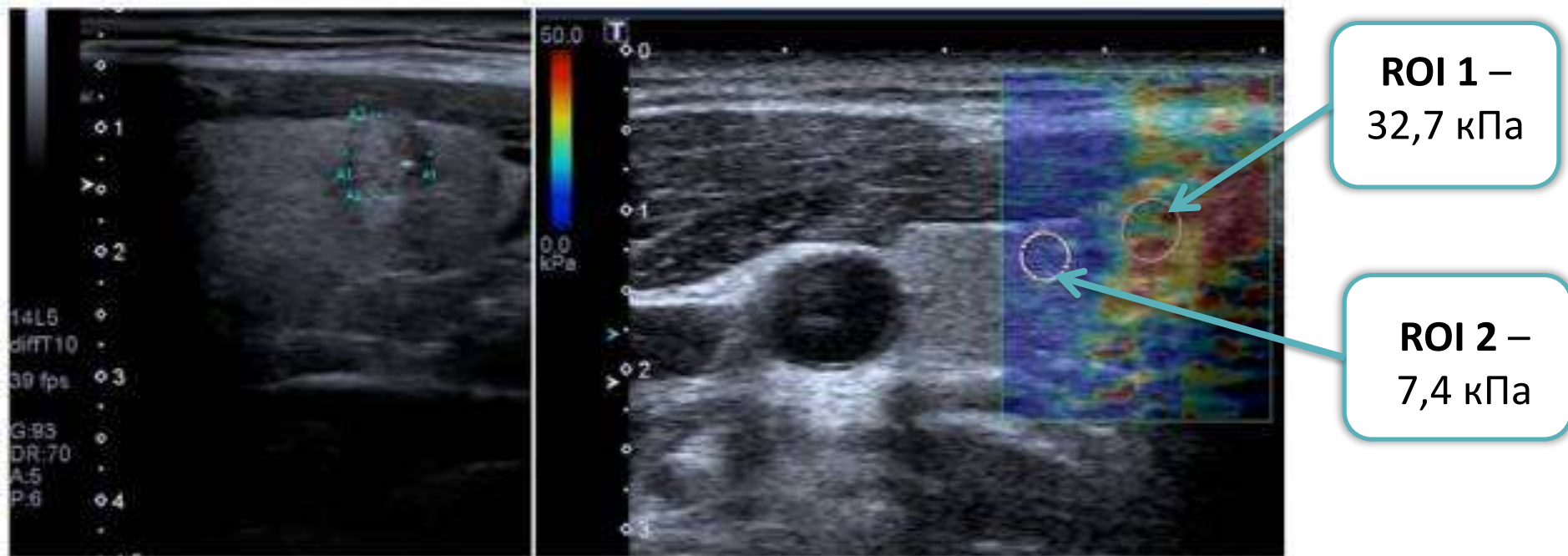
Компрессионная эластография щитовидной железы

- Исследование с 912 узлами показало, что компрессионная эластография превосходит возможности УЗИ в В-режиме в определении злокачественных новообразований с чувствительностью 80,2% и специфичностью 70,3%
- Исследование Trimboli et al. показало, что комбинация компрессионной эластографии и УЗИ в В-режиме превосходит по чувствительности каждый отдельный метод для оценки злокачественности

Количество пациентов	Очаговые поражения (кол-во)	Злокачественные (кол-во)	Параметр	Sens. (%)	Specif. (%)	Автор
530	639	153	Elasticity score (ES)	92	90	Bojunga et al., 2010
676	703	217		65,4	58,2	Moon et al., 2012
706	912	86		80,2	70,3	Azizi et al., 2013

Процент злокачественных узлов щитовидной железы варьируется между исследованиями от 9,4% (Azizi et al) до 31% (Moon et al)

Эластография сдвиговой волны щитовидной железы



А – УЗИ в В-режиме: гетерогенное очаговое образование правой доли ЩЖ с нечётким контуром и микрокальцинатами (вероятно злокачественное)

Б – Эластограмма (2D-SWE): демонстрирует повышенную жесткость образования (ROI 1) по сравнению с окружающей нормальной тканью (ROI 2), что свидетельствует о злокачественности узелка

Последующая биопсия подтвердила папиллярную карциному



Ограничения ультразвуковой эластографии щитовидной железы

- Операторозависимость;
- Нелинейность жёсткости ткани приводит к большим измерениям жесткости при высоких степенях сжатия;
- Фиброз как доброкачественных, так и злокачественных узлов может увеличить их жёсткость;
- Узлы щитовидной железы более 3 см в диаметре могут не поддаваться адекватному сжатию при компрессионной эластографии;
- Ультразвуковая эластография не дает достоверной информации об узлах с кистозным компонентом, поскольку движение жидкости не отражает жёсткость исследуемого твердого компонента;
- Ультразвуковая эластография не может быть выполнена на узлах с кальцинированной капсулой, потому что звуковые волны не проникают через кальцификаты

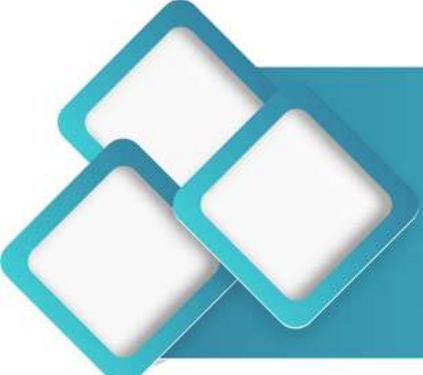
Фиброз почек



Биопсия – стандартный метод определения стадии фиброза почек

Методы ультразвуковой эластографии – неинвазивная диагностика, определение стадии и мониторинг почечного фиброза (снижает необходимость в биопсии почек)

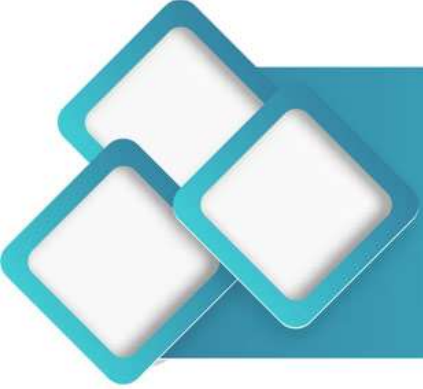
F0	Отсутствие фиброза
F1	Лёгкий
F2	Умеренный
F3	Тяжёлый



Эластография почек

- Компрессионная эластография эффективна в диагностике фиброза F2-F3 у пациентов с трансплантатом почки с чувствительностью и специфичностью 85,7% и 95,5%
- Компрессионная эластография** почек у пациентов с ХБП: среднее значение индекса деформации паренхимы почек у пациентов с ХБП было значительно выше, чем у здоровых людей, однако стадии ХБП не были установлены
- Данные **эластографии сдвиговой волны** противоположны результатам SWI при фиброзе печени, где увеличение фиброза печени соответствует увеличению скорости поперечной волны

N	Метод	Параметр	ХБП	Нормальная почка	Sens. (%)	Specif.(%)	Значение Р
98	SE	Индекс деформации	1,81±0,88	0,42±0,30	88	95	0.001
45	SWE	Модуль Юнга (кПа)	9,4	4,4	80	75	0.02
195	SWE	Скорость сдвиговой волны (м/с)	2,00±0,29	2,81±0,36	96,4	78,4	0.001
391	SWE		1,69±0,42	2,15±0,51	71,87	69,69	0.001 ¹²



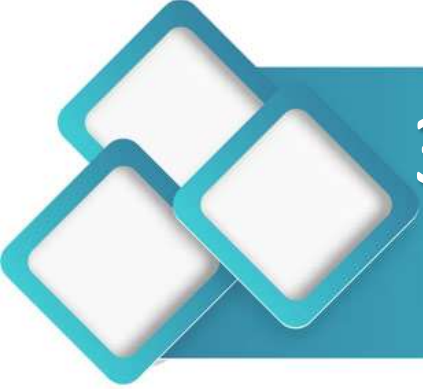
Компрессионная эластография очаговых поражений почек

Доброкачественные ангиомиолипомы (АМЛ) обычно гиперэхогенные при УЗИ в В-режиме, почечно-клеточная карцинома (ПКР) в 10% случаев также может визуализироваться как гиперэхогенное образование

Исследование с гистологически изученными почечными образованиями:

- Злокачественные образования почек в 2,8 раза жестче, чем доброкачественные образования, со средними значениями индекса деформации 4,05 и 1,43 соответственно
- Значения индекса деформации ПКР ($4,30 \pm 2,27$) были значительно выше, чем у ОМЛ ($1,28 \pm 1,01$) ($p < 0,0001$) (Se – 90,9% и Sp – 82,6%)

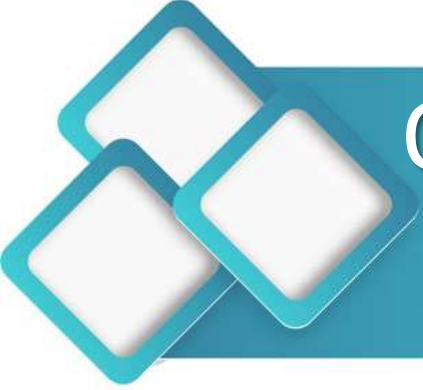
Количество пациентов	Очаговые поражения (кол-во)	Злокачественные (кол-во)	Параметр	Sens. (%)	Specif. (%)	Автор
71	71	42	Strain Index Value	82,9	82,7	Onur, et al., 2015
47	47	19	SR	95	100	Tan et al., 2013



Эластография сдвиговой волны очаговых поражений почек

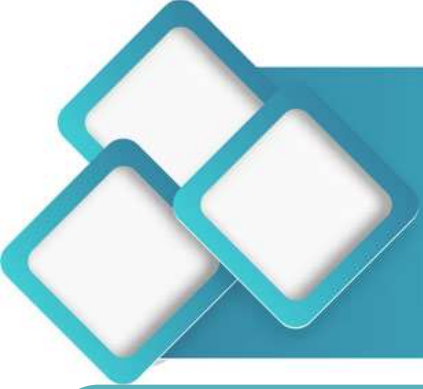
- Goya et al. показали, что значения скорости сдвиговой волны могут различать доброкачественные и злокачественные образования с пороговым значением 2,34 м/с, а также чувствительностью и специфичностью 88% и 54% (Скорость сдвиговой волны в АМЛ ниже, по сравнению с ПКР ($2,19 \pm 0,63$ м / с))
- Guo et al. не обнаружили значительных различий между скоростями сдвиговых волн АМЛ ($2,49 \pm 0,63$ м/с) и ПКР (особенно светлоклеточной карциномой; $2,46 \pm 0,45$ м/с), что позволяет предположить, что они имеют схожие физические свойства

Количество пациентов	Очаговые поражения (кол-во)	Злокачественные (кол-во)	Параметр	Sens. (%)	Specif. (%)	Автор
60	60	36	Скорость сдвиговой волны (м/с)	88	54	Goya et al., 2015
42	42	12		—	—	Guo et al., 2014



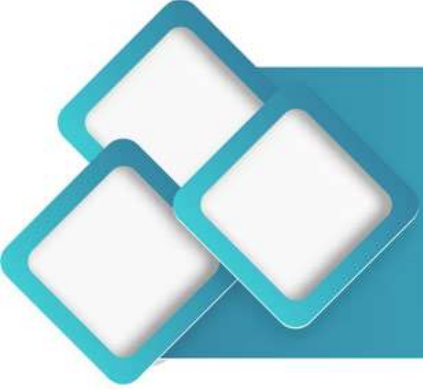
Ограничения ультразвуковой эластографии почек

- Забрюшинное положение почек затрудняет применение внешней компрессии
- Сложное клубочковое строение почек и высокая анизотропия тканей могут влиять на скорость сдвиговой волны
- Почка имеет фиброзную капсулу, подобную капсуле Глиссона в печени, что делает любые измерения жесткости чувствительными к артериальному давлению и давлению в мочевом пузыре



Эластография предстательной железы

- **Биопсия предстательной железы** под контролем трансректального ультразвукового исследования (ТРУЗИ) – основной метод диагностики РПЖ
- **Рак предстательной железы** обычно более жесткий, чем нормальная ткань, эластография может помочь обнаружить более жесткие участки железы, создав цветовую карту жесткости, которая облегчает визуализацию аномальных участков
- **Прицельная биопсия** с помощью эластографии может потенциально снизить количество необходимых биопсийных образцов



Компрессионная эластография предстательной железы

Компрессионная эластография продемонстрировала более высокую точность по сравнению с ТРУЗИ при обнаружении рака предстательной железы

Исследование, включающее 229 пациентов с подтвержденным биопсией раком предстательной железы:

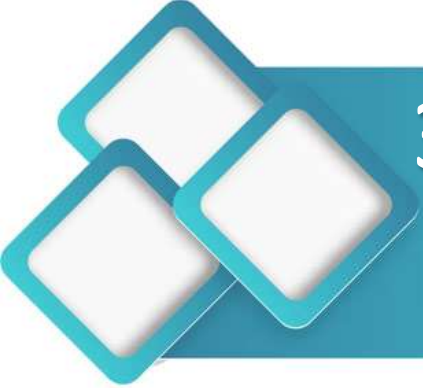
УЗИ в В-режиме:

чувствительность и
специфичность при
обнаружении РПЖ
18% и 90%

Компрессионная эластография:

чувствительность и
специфичность при
обнаружении РПЖ
51% и 72%

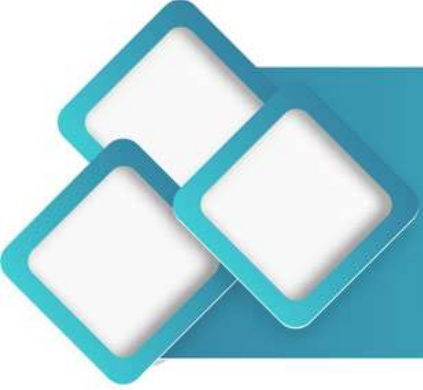
Когда прицельная биопсия с помощью ТРУЗИ-эластографии сочеталась с систематической биопсией, общий уровень выявления РПЖ показал абсолютное увеличение на 7-15%



Эластография сдвиговой волны предстательной железы

Несколько исследований показали хорошие результаты в дифференциации доброкачественной ткани от злокачественных поражений с помощью SWI 2D-SWE

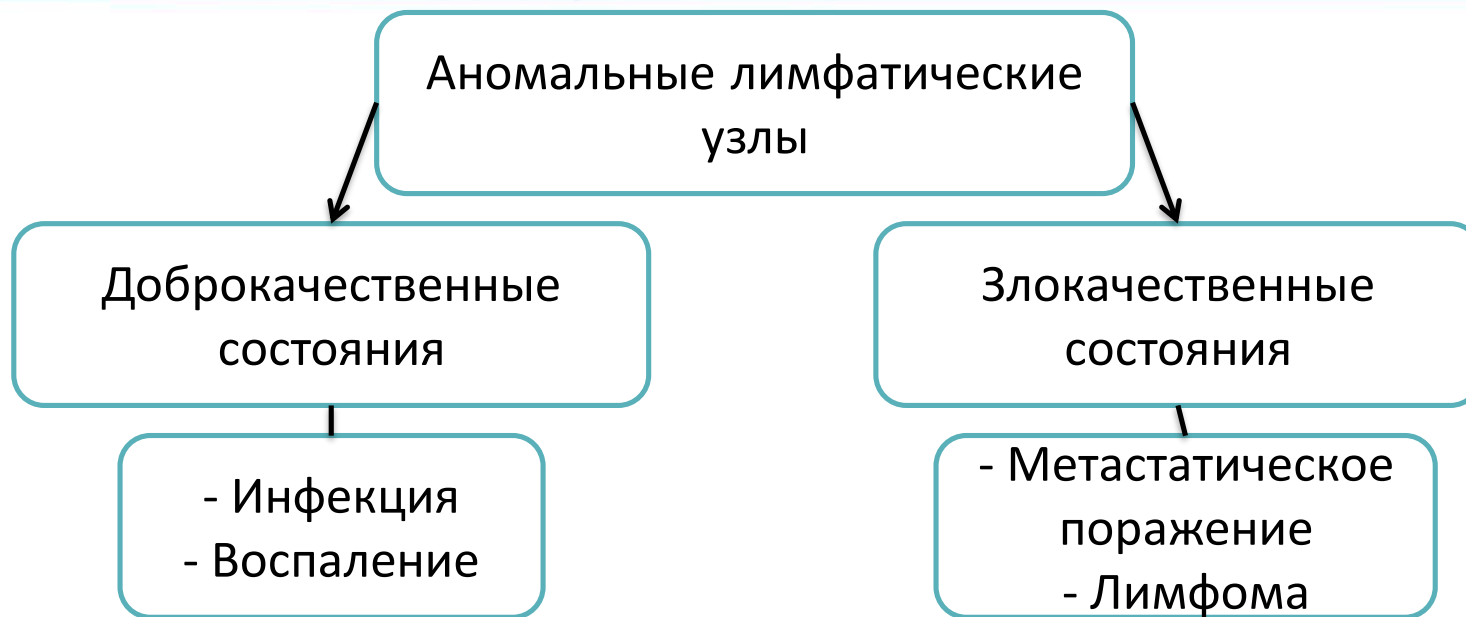
Количество пациентов	Очаговые поражения (кол-во)	Злокачественные (кол-во)	Пороговое значение модуля Юнга (кПа)	Sens. (%)	Specif. (%)	Автор
184	1040	129	35	96	85	Correas et al., 2015
87	1058	79	43,9	43	80,8	Woo et al., 2014
53	318	26	37	96.2	96,2	Barr et al., 2012
60	703	141	50	80,9	69,1	Boehm et al., 2015



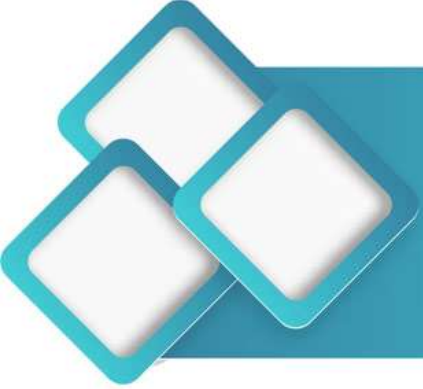
Ограничения ультразвуковой эластографии простаты

- Непреднамеренное применение избыточной компрессии и ложное увеличение жёсткости ткани
- Доброкачественные заболевания, такие как простатит, доброкачественная гиперплазия предстательной железы и кальцинаты, также могут увеличивать жесткость и приводить к ложноположительным результатам
- Операторозависимость

Лимфатические узлы

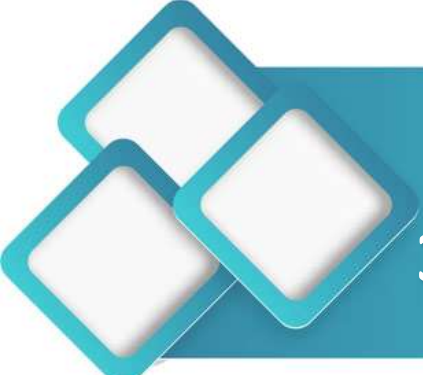


- **УЗИ в В-режиме** оценивает форму, структуру, контуры и размер, но чувствительность и специфичность метода превышают 80% только при наличии всех 4 признаков
- **ТАБ** - золотой стандарт диагностики злокачественных новообразований лимфатических узлов



Эластография лимфатических узлов

- Ультразвуковая эластография – дополнительный метод визуализации, который может помочь дифференцировать доброкачественные лимфатические узлы от злокачественных
- Было показано, что метастатические лимфатические узлы имеют повышенную жесткость по сравнению с окружающими мягкими тканями или доброкачественными лимфатическими узлами, в то время как большинство реактивных процессов не изменяют жесткость лимфатических узлов и могут быть неразличимы от мягких тканей
- Эти свойства могут помочь в выборе лимфатических узлов для биопсии



Компрессионная эластография лимфоузлов

- КЭ показала многообещающие результаты в дифференциации злокачественных и доброкачественных лимфатических узлов
- **Полуколичественная оценка жёсткости:** соотношение деформации (деформация нормальной эталонной ткани/деформация исследуемого лимфатического узла) или показатель эластичности
- **Эталонная ткань:** окружающий подкожный жир или m. sternocleidomastoideus

Количество пациентов	Очаговые поражения (кол-во)	Злокачественные (кол-во)	Параметр	Sens. (%)	Specif. (%)	Автор
545	835	440	ES	74	90	Ying et al., 201
89	89	52	SR	98,1	64,9	Teng et al., 2012
37	85	53	ES	83	100	Alam et al., 2008
50	53	23	SR	83	96	Paterson et al., 2012

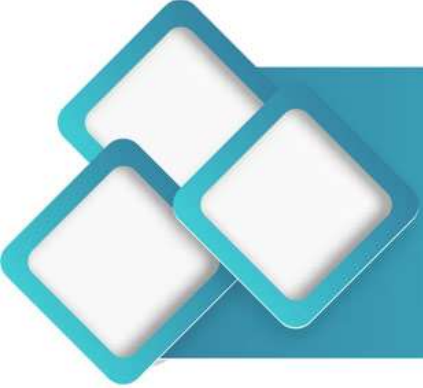
Компрессионная эластография лимфоузлов



А – УЗИ в В-режиме: гипоэхогенный округлый лимфатический узел

Б – Эластограмма: лимфатический узел более жёсткий по сравнению с окружающей тканью (синий цвет), что указывает на аномальный лимфатический узел, требующий биопсии

Последующая биопсия показала туберкулезный лимфаденит

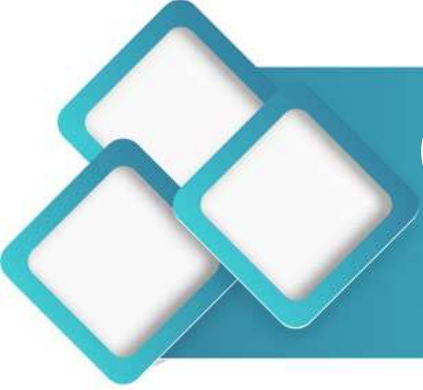


Эластография сдвиговой волны лимфоузлов

Результаты исследований противоречивы:

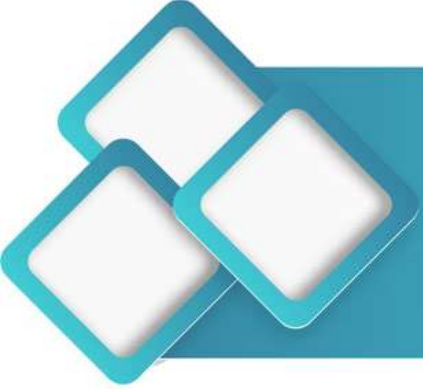
Количество пациентов	Очаговые поражения (кол-во)	Злокачественные (кол- во)	Метод	Параметр	Sens. (%)	Specif. (%)	Автор
46	55	31	2D-SWE	YM (kPa)	41,9	100	Bhatia et al., 2012
100	100	57	pSWE	SWV (m/s)	78,9	74,4	Cheng et al., 2016

В качестве эталонного стандарта
использовалась ТАБ



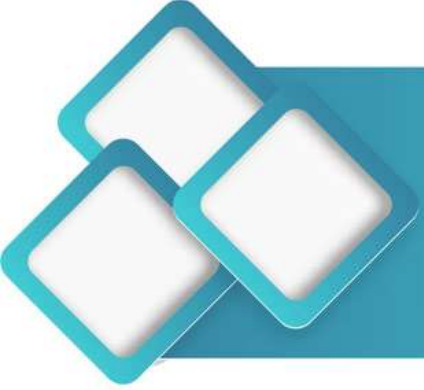
Ограничения ультразвуковой эластографии лимфоузлов

- Клиническая необходимость гистологического подтверждения злокачественности
- Отсутствует стандартизация методов компрессионной эластографии
- Некоторые злокачественные новообразования не увеличивают жёсткость лимфатических узлов



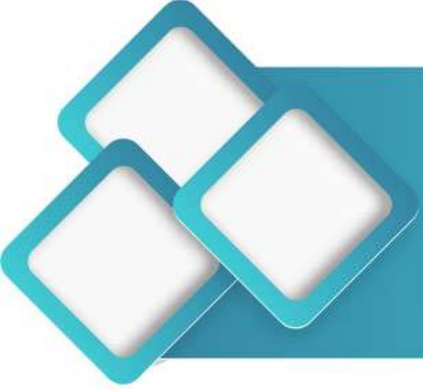
Резюме

- **Эластография щитовидной железы** используется для дифференцировки доброкачественных и злокачественных узлов щитовидной железы, предлагая неинвазивную дополнительную информацию к УЗИ в В-режиме
- **Эластография почек** показала хорошие результаты в обнаружении фиброза, обеспечивая недорогую, неинвазивную альтернативу биопсии почек
- **Эластография предстательной железы** считается дополнительным методом выявления рака предстательной железы и проведения биопсии
- **Эластография лимфатических узлов** показывает неоднозначные результаты, но в целом указывает на то, что этот метод может быть полезен для стратификации риска злокачественных новообразований как в поверхностных лимфатических узлах, так и в глубоких лимфатических узлах, прилегающих к желудочно-кишечному тракту, через ЭУЗИ



Выводы:

- Эластография имеет большой потенциал для клинического применения, и дальнейшее развитие приведет к широкому использованию методов эластографии в ближайшие годы
- Данные многих исследований показывают, что эластографию можно использовать для оценки злокачественности очаговых поражений печени, узлов щитовидной железы, очаговых образований почек и лимфатических узлов, степени почечного фиброза и для проведения трансректальной биопсии предстательной железы под контролем УЗИ, однако необходимы дальнейшие исследования



Список литературы:

Sigrist R. M. S. et al. Ultrasound elastography: review of techniques and clinical applications //Theranostics. – 2017. – Т. 7. – №. 5. – С. 1303



**Спасибо за
внимание!**