

ЭЛАСТОГРАФИЯ И СТЕАТОМЕТРИЯ ПЕЧЕНИ С ПОЗИЦИИ МИРОВЫХ ЭКСПЕРТОВ 2018–2022 ГГ.**А.В. Борсуков, Д.Ю. Венидиктова, А.И. Скутарь, А.Р. Ахмедова**

Проблемная научно-исследовательская лаборатория «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии», Смоленского государственного медицинского университета Минздрава России; Россия, 214006, Смоленск, ул. Фрунзе, д. 40.

Контакты: Венидиктова Дарья Юрьевна, daria@venidiktova.ru

Реферат

Цель: Оценить динамику мнений мировых экспертов по материалам рекомендаций по ультразвуковой эластографии и стеатометрии печени с позиции отечественного уровня развития ультразвуковой диагностики и на основании собственных данных.

Материал и методы: Рассмотрены и приведены комментарии 16 основных положений мировых рекомендаций по эластографии печени 2018 г., отмечены отличия от европейских рекомендаций 2017 г. и первых мировых рекомендаций 2015 г. Оценены и прокомментированы замечания мирового сообщества специалистов по ультразвуковой диагностике (SRU) в 2020 г. Подробно проанализирована итоговая научная публикация большой группы мировых экспертов 2022 г., где впервые приведены нормы и пороговые значения дифференциации между доброкачественными и злокачественными новообразованиями большого количества органов и тканей человека.

Результаты: На собственном материале ($n = 15\ 627$) с 2006 г. по настоящее время проведено более 45 тыс. ультразвуковых исследований, отмечены некоторые различия в подходах к проведению эластометрии печени, рассмотрены подходы к применению ультразвуковой стеатометрии.

Вывод: Показаны векторы развития пороговых значений, предложены методики для предотвращения артефактов и снижения риска получения ложноотрицательных и ложноположительных результатов эластометрии. Наблюдается осторожность экспертного сообщества в обзоре методики количественной стеатометрии, основанной на измерении коэффициента затухания ультразвуковой волны.

Ключевые слова: *ультразвуковая эластография, стеатометрия, печень, мировые эксперты, анализ рекомендаций*

Для цитирования: Борсуков А.В., Венидиктова Д.Ю., Скутарь А.И., Ахмедова А.Р. Эластография и стеатометрия печени с позиции мировых экспертов 2018–2022 гг. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2023;6(3):32-40.

DOI: 10.37174/2587-7593-2023-6-3-32-40

Введение

Эра ультразвуковой эластографии в России началась в 2006 г., когда по распоряжению Минздрава России почти в каждом областном центре, имеющем региональную больницу для лечения инфекционной патологии, где наблюдались и получали лечение пациенты с хроническим и острым вирусным гепатитом, были установлены более 30 единиц аппаратов Fibroscan (Echosens, Франция) с методикой транзистентной эластографии (ТЕ), позволяющей получить количественные значения жесткости печени, выраженные в килопаскалях (кПа). ТЕ — методика эластографии сдвиговых волн, получаемых посредством вибрации тканей тела человека (включая печень) от механического импульса. Эта прорывная технология по тем временам осуществила подлинную революцию в гепатологии, когда классификация фиброза METAVIR

по гистологическому критерию коррелировала с данными ТЕ по критерию фиброза более чем на 90 % чувствительности. В Европе уже тогда существовали клинические рекомендации для гастроэнтерологов 2003 г. [1], где ТЕ была включена в протокол оценки хронического вирусного гепатита.

Далее все развивалось быстро: в 2007 г. появилась точечная эластография сдвиговых волн (pSWE), в 2009 г. — в России представлена компрессионная эластография (SE), в 2010 г. появилось ультразвуковое оборудование с режимом двумерной эластографии сдвиговых волн (2D-SWE), поэтому появление европейских рекомендаций 2013 г. и мировых рекомендаций 2015 г. было вполне ожидаемым. Мы об этом много писали тогда в обзорных статьях [2, 3]. Адаптация методик эластографии идет своим чередом, пандемия не внесла каких-либо прин-

ципиальных изменений в этот процесс. Однако назрела необходимость оценить три документа, имеющих как сходные черты, так и идеологические различия:

1. Мировые рекомендации по ультразвуковой эластографии печени 2018 г. (дополнение) [4].
2. Дополнение к утверждению консенсуса по эластографии печени сообщества радиологов 2020 г. [5].
3. Мнение группы мировых экспертов по эластографии сдвиговых волн 2022 г. [6, 7].

Цель исследования — оценить динамику мнений мировых экспертов по материалам мировых рекомендаций по ультразвуковой эластографии и стеатометрии печени с позиции отечественного уровня развития ультразвуковой диагностики и на основании собственных данных.

Материал и методы

Логика построения данной статьи такова: сначала мы тезисно рассматриваем каждый документ, потом обсуждаем их сходства и различия в мнениях экспертов. Далее мы приводим свой взгляд на эти документы, используя собственный опыт применения ультразвуковой эластографии/эластометрии на базе Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» СГМУ и в многопрофильном стационаре Клинической больницы № 1» Смоленска. Период наблюдения: 2006–2023 гг., 15 627 пациентов, более 45 тыс. исследований.

Ультразвуковая эластография печени

Дополнения к Мировым рекомендациям 2018 г. [4] являются логичным продолжением Мировых рекомендаций 2015 г. [8]. Однако они отличны тем, что в них приведены четкие формулировки по правилам эластографии, впервые опубликованные европейскими экспертами в 2017 г. В Мировых рекомендациях 2015 г. [8] подобного не было, и эксперты в 2018 г. сформулировали 16 положений [4]. Это меньше, чем у европейских экспертов 2017 г. (29 положений). Рассмотрим их более подробно (см. табл. 1).

Сразу же бросается в глаза, что особенностей методики, самого процесса эластометрии в этих положениях нет, имеется только положение 1, где подчеркивается важность учета особенностей медицинского оборудования различных фирм, которые приводят свои пороги эластометрии для определения стадии фиброза печени. Положения 3–6 касаются исключительно проблем вирусных гепатитов и диагностики цирроза (как диагноза исключения). Подчеркнута

вариабельность фиброза печени на фоне противовирусного лечения. Какого-то принципиального расхождения в этих порциях с европейскими рекомендациями 2017 г. нет. Положения 10–12 указывают на точные количественные показатели эластометрии печени, характеризующие вероятность возникновения клинически значимых осложнений при циррозе печени. Это очень важные позиции для информации, предлагаемой специалистам на врачебном консилиуме для коррекции врачебной тактики. Усиливает это и заключительное положение 16, когда интерпретация получаемых данных эластометрии обязательна для оценки в комплексе с клинико-лабораторным профилем пациента. Именно анализ этого положения дает различный вектор для дальнейших умозаключений:

А. Врач, проводящий УЗ-эластометрию обязан самостоятельно изучать историю болезни пациента и после осмысления фактов писать в истории болезни заключение как цифры эластометрии.

Б. Это должен быть врачебный консилиум в офлайн в виде классического консилиума врачей в кабинете по истории болезни исследуемого пациента.

В. Возможен ли гибридный формат консилиума врачей онлайн в формате «Вопрос-ответ» с последующей формулировкой заключения по эластометрии врачом УЗД.

Ответа на этот вопрос в рекомендациях нет. У нас есть свое собственное видение этого аспекта (см. далее в собственных результатах).

Отрадно, что внимание экспертов все больше обращает на себя проблема стеатоза печени, стеатогепатита различного генеза (положения 3, 7, 8, 15) — целых 4 положения из 16 (25 %) посвящено этой теме. Но не все ответы получены: нет четких указаний — повышается или снижается жесткость печени при стеатозе. Акцент делается на мониторинге данных и фиксации раннего выявления фиброза печени при факте перехода стеатоза в стеатогепатит. Подчеркиваются факторы, влияющие на достоверность данных эластометрии (употребление этанола и проявления острого гепатита любого генеза). Появление положения 15 для нас очень оптимистично, так как уже доступны конфигурации УЗ-систем, где возможна количественная оценка коэффициента затухания УЗ-волны в единицах дБ/см/МГц. Эксперты говорят о хорошей воспроизводимости стандартизированных методик, идут процессы по наработке количественных интервалов для различных степеней выраженности стеатоза печени, это уже только вопрос времени. Принципиально мы знаем, что затухание УЗ-

Таблица 1

Мировые рекомендации по ультразвуковой эластографии печени 2018 г.**Liver ultrasound elastography: an update to the world Federation for ultrasound in medicine and biology guidelines and recommendations 2018**

№	Положение	Уровни доказательности
1	Пороговые значения для определения стадии фиброза зависят от системы	LOE 1b, GoR A, консенсус 100 %
2	Влияние стеатоза печени на ее жесткость — неуточненное	LOE 5, GoR C, консенсус 100 %
3	SWE может быть использована при хроническом вирусном гепатите В	LOE 1a, GoR A, консенсус 100 %
4	Жесткость печени уменьшается при противовирусном лечении ХВГ (аналогами), однако необходимо дальнейшее наблюдение (для мониторинга развития ГЦР, портальной гипертензии)	LOE 1b, GoR A, консенсус 100 %
5	SWE — предпочтительный метод определения жесткости печени при хроническом вирусном гепатите С	LOE 1a, GoR A, консенсус 100 %
6	Жесткость печени уменьшается при противовирусном лечении ХВГ (ИФН, противовир.), однако необходимо дальнейшее наблюдение (для мониторинга развития ГЦР, портальной гипертензии)	LOE 1b, GoR A, консенсус 100 %
7	SWE может быть использована у пациентов с НАЖБП для выявления прогрессирования фиброза печени и выбора пациентов для дальнейшего наблюдения	LOE 1a, GoR A, консенсус 100 %
8	SWE может быть использована у пациентов с АБП для выявления прогрессирования фиброза печени, осторожно у пациентов, продолжающих злоупотреблять алкоголем и/или острым гепатитом	LOE 2a, GoR B, консенсус 100 %
9	У SWE — высокая диагностическая точность в определении цирроза печени (больше для исключения)	LOE 1a, GoR A, консенсус 100 %
10	При увеличении жесткости печени >10 кПа (ТЕ) увеличивается вероятность возникновения клинически значимой портальной гипертензии > 10 мм рт. ст.	LOE 2b, GoR B, консенсус 100 %
11	При увеличении жесткости печени до 20–25 кПа (ТЕ) увеличивается вероятность возникновения тромбоцитопении > 110-150 x 10 ⁶ /мл	LOE 2b, GoR B, консенсус 100 %
12	От жесткости печени зависит прогноз цирроза печени (компенсация), чем выше жесткость печени, тем выше риск развития осложнений	LOE 2b, GoR B, консенсус 100 %
13	SWE в педиатрии — с осторожностью (нет четких рекомендаций)	LOE 5, GoR D, консенсус 100 %
14	SWE для дифференциальной диагностики ДНО и ЗНО печени — с осторожностью (нет четких рекомендаций)	LOE 5, GoR D, консенсус 100 %
15	CAP (Controlled Attenuation Parameter) — стандартизированная, воспроизводимая методика, однако, нет общего мнения о четких значениях интервала различных степеней выраженности стеатоза печени, качественные критерии не определены	LOE 3, GoR C, консенсус 100 %
16.	Интерпретация получаемых эластографических данных должна проводиться в комплексе с оценкой клинических и лабораторных данных	LOE 1b, GoR A, консенсус 100 %

Примечание: В колонке 3 дается уровень доказательности и консенсуса каждого положения по стандартной классификации, принятой в доказательной медицине [4]; SWE — эластография сдвиговых волн; ГЦР — гепатоцеллюлярный рак печени; ТЕ — транзитная эластография; НАЖБП — неалкогольная жировая болезнь печени; ХВГ — хронический вирусный гепатит; АБП — алкогольная болезнь печени; ИФН — интерферон; ДНО — доброкачественные новообразования; ЗНО — злокачественные новообразования; LOE — уровень доказательности

волны является четким критерием количественной оценки стеатоза печени.

По-прежнему нет прорыва в позициях мировых экспертов по месту применения эластографии сдвиговых волн в педиатрии, а также в направлении дифференциальной диагностики

очаговой патологии «добро/зло». Это также ожидаемо, так как большое количество научных публикаций по этой проблематике принципиально не имеет общих подходов из-за вариабельности получаемых данных. У нас по положению 14 есть четкое мнение: в дифференциальной диагно-

стике эластография очаговой патологии имеет малое применение, а оптимальное ее позиционирование — в качестве метода мониторинга на фоне любого типа лечения очаговой патологии (системная полихимиотерапия, селективная полихимиотерапия, химиоэмболизация, любого типа локальной абляции опухоли). Именно в этом секторе получаемой динамической информации мы можем оценивать выраженность «ответа» на лечение (по аналогии с RECIST).

Следующей по хронологии идет дополнение к утверждению консенсуса по эластографии печени Сообщества радиологов (SRU), где в авторский коллектив вошли эксперты Мировых рекомендаций 2015 г. Это достаточно большой текст, где подробно оценены возможности методики эластографии сдвиговых волн, артефакты при измерениях, оценка качества методики, новые подходы к эластометрии селезенки и т.д. Суммарно это приведено ниже.

Сводка рекомендаций 2020 г.

1. Протокол сбора данных: как указано в табл. 1, наиболее важным критерием является $IQR/M \leq 30\%$ для значений в килопаскалях и 15% для значений в метрах в секунду. У детей необходимо использовать тот же протокол.

2. Пороговые значения: «правило четырех» (5, 9, 13, 17 кПа) для методов ARFI для вирусных причин и неалкогольной жировой болезни печени (НАЖБП) (подробно описаны в табл. 2).

3. Последующие действия: Вместо абсолютных значений следует использовать изменения значений LS (жесткости печени) с течением времени. У пациентов с хроническим вирусным гепатитом, которые успешно лечатся, исходная жесткость LS должна быть учтена и после эради-

кации или подавления вируса. Клинически значимое изменение следует рассматривать, когда дельта-изменение превышает 10% . Применяя это правило, оценка LS может стать подходящей для оценки всех клинических состояний, приводящих к увеличению LS, независимо от причины заболевания, включая нефиброзные причины увеличения LS (например, застойную сердечную недостаточность).

4. Отчетность: отчет должен включать название поставщика системы, метод SWE (pSWE или 2D SWE), используемый датчик, количество измерений, IQR/M и выводы.

5. Протокол для получения 2D SWE у детей, которые не могут задержать дыхание: Группа консенсуса предлагает записать кинопетлю 2D SWE продолжительностью до 30 с, если доступна 2D SWE в реальном времени, просмотреть ее и выбрать изображение, которое демонстрирует наиболее стабильная картина для измерения жесткости. В каждом записываемом киноцикле должно быть выбрано не более одного изображения.

6. НАЖБП и редкие заболевания у детей. Количество опубликованных педиатрических исследований НАЖБП остается низким, а пороговые значения для определения стадии фиброза печени различаются между исследованиями. По мнению экспертов, каждый пациент становится своим собственным контролем, используя изменения дельты жесткости с течением времени для оценки эффективности лечения или прогрессирования заболевания, помня, что измерение отражает жесткость, а не фиброз.

7. Жесткость селезенки: похоже, что жесткость селезенки лучше коррелирует с портальным давлением, чем жесткость печени. Тем не

Таблица 2

Рекомендации по интерпретации значений жесткости печени, полученных с помощью эластографии сдвиговых волн у пациентов с вирусным гепатитом и неалкогольной жировой болезнью печени (SRU-2020)

Guidelines for the interpretation of liver stiffness values obtained by shear wave elastography in patients with viral hepatitis and non-alcoholic fatty liver disease

Жесткость печени	Рекомендация
< 5 кПа (1,3 м/с)	Высокая вероятность отсутствия фиброза
< 9 кПа (1,7 м/с)	При отсутствии других известных клинических признаков исключается сACLD. Если есть известные клинические признаки, может потребоваться дополнительное обследование для подтверждения
9–13 кПа (1,7–2,1 м/с)	Предварительно сACLD, но требуется дальнейшее тестирование для подтверждения
> 13 кПа (2,1 м/с)	высокая вероятность сACLD
>17 кПа (2,4 м/с)	свидетельствует о CSPH

Примечание: сACLD — компенсированное прогрессирующее хроническое заболевание печени, CSPH — клинически значимая портальная гипертензия

менее, существуют различия в пороговых значениях между исследованиями, и уровень доказательности все еще низок, чтобы рекомендовать жесткость селезенки при диагностическом обследовании пациентов с циррозом печени.

Принципиальной позицией является поддержка экспертами подхода к эластометрии с выделением не отдельных градаций фиброза печени по стадиям, а только пороговых значений. Важна оценка показателей в динамике, где в положениях 3 и 6 (табл. 2) говорится, что каждый пациент становится своим собственным контролем. Особенность данной публикации в том, что эластография селезенки выделена в отдельный информационный блок (табл. 3).

Ключевым результатом этого консенсуса является (внимание, цитата): «Поскольку перекрытия значений жесткости печени между показателями METAVIR настолько же велико, если не больше, чем разница между поставщиками, отдельные пороговые значения для каждого поставщика УЗ-оборудования не требуются». Это очень важно для практического применения эластографии. Это подчеркивает значимость и применимость показателей эластометрии в Мировых рекомендациях 2015, 2018 гг., Европейских рекомендациях 2017 г. и в консенсусной статье экспертов 2022 г. В данной публикации также вводится понятие «компенсированное прогрессирующее хроническое заболевание

печени» (сACLD), на этом строится «правило четырех» (табл. 3): 5-7-9-13 — эти цифры показывают самые значимые пороговые значения для принятия клинического решения по лечебным и диагностическим программам гепатологических больных.

И, наконец, в конце 2022 г. вышла обзорная публикация большой группы мировых экспертов, состоявшая из двух частей и посвященная эластографии сдвиговых волн [6, 7]. Эксперты обосновывают появление данной публикации тем, что накоплено большое количество новых данных по нормальным и пороговым значениям «добро/зло», отмечается большой научный прогресс в эластографии мышц, сухожилий. Все эти данные отражены в табл. 4.

В первой части публикации обсуждаются физические основы эластографии сдвиговых волн, особенности методики, профилактика возникновения артефактов. Описаны клиническая интерпретация жесткости печени и нюансы эластометрии печени. Публикация подтверждает применимость «правила четырех» из вышеописанного консенсуса 2020 г., а также подчеркивает приоритет пороговых значений Мировых и Европейских рекомендаций перед данными отдельных фирм-производителей. Часть первая и вся вторая часть публикации посвящены другим локализациям и особенностям методики эластографии при этом (табл. 4).

Таблица 3

Рекомендации по проведению измерений жесткости селезенки с помощью метода ARFI
Recommendations for measuring splenic stiffness using the ARFI method

№	Рекомендация
1	Пациенты должны голодать не менее чем за 4 чдо исследования
2	Измерение следует проводить в межреберьях и положении пациента на спине с вытянутой левой рукой
3	Измерения следует проводить на задержке дыхания
4	Измерение следует проводить как минимум на 15 мм ниже капсулы селезенки с помощью pSWE, а артефакты реверберации следует избегать с помощью 2D SWE. Интересующая область должна располагаться перпендикулярно поверхности селезенки
5	Результаты могут быть представлены в метрах в секунду или килопаскалях
6	В большинстве систем максимальная импульс ARFI находится на расстоянии 4–4,5 см от датчика, что является оптимальным местом для проведения измерений. В большинстве систем «толчковый» импульс ARFI ослабляется на 6–7 см, что ограничивает адекватную генерацию поперечной волны
7	Необходимо выполнить десять измерений с помощью pSWE, а окончательный результат следует выразить в виде медианы вместе с IQR/M
8	Для 2D SWE должно быть получено пять измерений, а окончательный результат должен быть выражен как медиана вместе с IQR/M

Примечание: ARFI — импульс силы акустического излучения, IQR/M — отношение межквартильного диапазона к медиане, pSWE — точечная SWE, SWE — эластография сдвиговой волны, 2D — двухмерное изображение

Таблица 4

**Диапазон значений жесткости органов и тканей: норма и патология
(мнение группы мировых экспертов по эластографии сдвиговых волн 2022 г.)**

Range of organ and tissue stiffness values: norm and pathology (Update to the Society of Radiologists in Ultrasound Liver Elastography Consensus Statement 2022)

Орган/ткань	Диапазон значений: норма и патология	
Печень	< 5 кПа (1,3 м/с)	
Молочная железа	Жировая ткань	5–10 кПа (1,3–1,8 м/с)
	Паренхима молочной железы	30–50 кПа (3,1–4,1 м/с)
	Пороговые значения различия ДНО/ЗНО	33,3–80 кПа (3,3–5,0 м/с) — максимальное значение жесткости 46,7–93,8 кПа (4,0–5,6 м/с) — среднее значение жесткости
Щитовидная железа	Узловой зоб	15,3–28 кПа
	Пороговые значения различия ДНО/ЗНО	34,5–37,5 кПа
Слюнные железы	11±3 кПа	
Поджелудочная железа	При трансабдоминальном УЗИ	~ 1,4 м/с
	При эндосонографическом УЗИ	1,52–1,99 м/с
	Пороговое значение хронического панкреатита	2,19 м/с
Селезенка	Нормальные значения жесткости пульпы:	
	2D-SWE	20,5 кПа
	TE	22,01 кПа
	pSWE	18,14 кПа
Предстательная железа	Пороговые значения различия ДНО/ЗНО	35 кПа
Яички (у взрослых)	Нормальные значения на полюсах	0,9–1,15 м/с (2,4–4,0 кПа)
	Внутренняя часть яичка	2,4 кПа
	Средостение/ворота	~ 10,0 кПа
Лимфатические узлы шеи при первичном ЗНО шейки матки	Пороговые значения различия ДНО/ЗНО	19,44 кПа (2,93 м/с)
Мышцы, общее	В покое	От 14,5 кПа
	Во время сокращения	До 268,2 кПа
Икроножная мышца	В покое	16,5 кПа
	Во время сокращения	225 кПа
	У детей с детским церебральным параличом	15–25 кПа (надостная мышца 3,0 м/с)
Передняя большеберцовая мышца	В покое	40,6 кПа
	Во время сокращения	268 кПа
Камбаловидная мышца	В покое	14,5 кПа
	Во время сокращения	55,0 кПа
Сухожилия	Ахиллово сухожилие (интервал)	74,4 ± 45,7 кПа (продольное измерение) 51,5 ± 25,1 кПа (поперечное измерение)
	Ахиллово сухожилие в нейтральном положении	15,55 м/с (продольное измерение) 5,29 м/с (поперечное измерение)
	Ахиллово сухожилие при подошвенном сгибании	7,03 м/с (продольное измерение) 4,76 м/с (поперечное измерение)
	Ахиллово сухожилие в расслабленном состоянии	8,26 м/с (продольное измерение) 4,10 м/с (поперечное измерение)

Результаты

Выделение в данной статье собственных результатов касается вопросов затухания УЗ-волны, выраженной количественно (дБ/м, дБ/см, дБ/см/МГц), а также вопросов достоверности эластометрии у пациентов с сердечной недостаточностью. Остановимся на затухании. В рекомендациях экспертов 2018 и 2020 гг. мнения были схожими: методика воспроизводима, высокочувствительна, но нет достоверных данных. В публикации 2022 г. приводится целый блок по транзитной эластографии с указанием особенностей у каждого из предлагаемых датчиков разных размеров: S, M, XL, приводятся данные по эластометрии жировой ткани в разделе «Молочная железа», но не указано, что уже более 15 лет существует технология CAP (Controlled Attenuation Parameter) в оборудовании Fibroscan, где отработана методика количественной стеатометрии. С 2013 г. она доступна на территории Российской Федерации, а в мире с 2015 г. используются две коммерческие УЗ-системы для измерения стеатоза печени. Об этом эксперты в публикации 2022 г. не упоминают вовсе.

Как следует из табл. 5, существуют уже показатели по степени выраженности стеатоза печени.

Наши данные мы получили на трех системах: Ангиодин СОНО/П-Ультра (НПФ БИОСС, Россия), Arietta 850 (Hitachi, Япония) и Aplio i800 (Canon, Япония) по унифицированной методике, опубликованной в 2017 г., переизданной в 2022 г. с грифом уровня ФИРО общероссийских методических рекомендаций от 17 авторов из 8 медицинских учреждений, имеющих специализированные гастро- и гепатологическое отделения. Как видно из таблицы, данные разных научных групп отличаются друг от друга, так как еще нет устоявшейся системы общепризнанной измерительной шкалы. Сейчас имеются три шкалы с учетом единиц измерения: дБ/м, дБ/см и дБ/см/МГц. Если с первыми двумя специалистами проще, так как они просты в сравнении, то последняя учитывает частоту датчика, что более предпочтительно при внутригрупповой согласованности результатов. Наличие «серых» зон, перекрывающих друг друга в интервалах S1-S2 обоснованно и требует проведения научных исследований на больших выборках.

Таблица 5

Интервалы значений коэффициента затухания ультразвуковой волны при проведении количественной стеатометрии печени по данным различных научных групп

Intervals of values of the ultrasound wave attenuation coefficient during quantitative liver steatometry according to the data of various scientific groups

Методика, нозология, оборудование, научный источник	Соответствие выраженности стеатоза печени по шкале SAF (полуколичественная оценка тяжести течения)			
	S0 (норма)	S1	S2	S3
Контролируемый параметр затухания (CAP, дБ/м, Fibroscan, Франция)				
НАЖБП/НАСГ (n = 65), Rescio E., 2013	до 234	до 269	до 301	>301
ХВГ С (n = 615), Li et al, 2016	до 222	до 233	до 290	>290
ХВГ В (n = 189), Sanchez-Conde et al, 2016	до 222	до 247	до 274	>274
Метаанализ 19 центров (n=2735), Castera et al, 2005	до 248	до 268	до 280	>280
Стеатометрия (дБ/см/МГц, без указания модели оборудования, Япония)				
Норма (n = 44), стеатоз (n = 44), цирроз (n = 20) Yasutomo Fujii, 2002	0,59±0,1	0,8±0,12 — стеатоз печени 0,62±0,09 — цирроз печени		
Стеатометрия (дБ/см, BИОСС, Россия) с поправкой по результатам собственных исследований				
НАЖБП (n=1716), Борсуков А.В., 2014-2022	<2,19	2,2-2,29 поправка 2,2-2,49	2,3-2,9 поправка 2,5-3,19	>2,9 поправка >3,2
Combi-elasto (дБ/см/МГц, Hitachi Arietta 850, Япония)				
НАЖБП (n=47), Борсуков А.В., 2020	<0,6	0,61-0,66	0,67-0,72	>0,73
Печеночный протокол (Canon Aplio i800, Япония)				
Данные Canon Aplio i800	<0,63	0,63-0,72	0,72-0,82	>0,82
Диффузные заболевания печени (n=108), Jae Seok Baе, 2019	<0,63	<0,7	>0,7	>0,75
НАЖБП (n=54), Вендиктова Д.Ю., 2023	<0,6	0,6-0,8	0,67-0,85	>0,85

Мы, в отличие от представленных документов, считаем недоработкой экспертизы отсутствие данных по САР за период с 2005 г. по настоящее время. Нет обсуждения ни режимов комбинированной эластографии, ни печеночного протокола, где одновременно оцениваются три режима — точечная эластография сдвиговых волн, компрессионная эластография и затухание УЗ-волны с автоматической программой оценки качества проведенного исследования. Также на основании этих режимов рассчитывается полуколичественный показатель воспалительной активности в печени, по аналогии с METAVIR. Отставание экспертного сообщества от результатов научных публикаций вполне обосновано, так как требуется время для осмысления новых данных. Во всех документах указано, что сердечная недостаточность и венозный застой в печени является фактором, снижающим диагностическую эффективность эластометрии печени. Нами были проведены собственные исследования (n=86), по результатам которых получены показатели чувствительности и специфичности разных видов эластометрии (табл. 6).

Таблица 6

Диагностическая эффективность разных видов эластометрии у пациентов с сердечной недостаточностью в зависимости от стадии заболевания

Diagnostic efficiency of different types of elastometry in patients with heart failure depending on the stage of the disease

Показатель, %	Группа	Вид эластометрии		
		TE	pSWE	2D-SWE
Чувствительность	1	85,6	82,9	87,1
	2	58,1	64,7	87,4
	3	—	48,6	85,1
Специфичность	1	82,3	83,4	86
	2	67,4	82,6	93,1
	3	—	60,1	92,3
Точность	1	88,1	86,8	90,2
	2	61,2	76,3	90,8
	3	—	52,3	88,4

Заключение

Таким образом, представленные три документа по эластографии печени 2018, 2020 и 2022 гг. отражают тенденции в развитии мультипараметрической ультразвуковой диагностики, где данные эластометрии во многом являются поворотными точками в изменениях лечебных и

диагностических алгоритмов. Показаны векторы развития пороговых значений, предлагаются проверенные временем методики для избегания артефактов и снижения риска получения ложноотрицательных и ложноположительных результатов эластометрии. Наблюдается осторожность экспертного сообщества в обзоре методики количественной стеатометрии, основанной на измерении коэффициента затухания ультразвуковой волны, измеряемого в дБ/см. Отсутствует стандартизация в проведении эластометрии у больных с сердечной недостаточностью. Однако это все не отменяет видимый прогресс в оптимизации предлагаемых методик по сравнению с Европейскими рекомендациями 2013 г. Наши собственные данные совпадают с выводами экспертов, добавляя некоторые факты в палитру научной дискуссии об адаптации методик в российских реалиях.

Список литературы / References

- Sandrin L, Fourquet B, Hasquenoph JM, et al. Transient elastography: a new noninvasive method for assessment of hepatic fibrosis. *Ultrasound Med Biol.* 2003 Dec; 29(12):1705-13. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2003.07.001.
- Борсуков АВ, Морозова ТГ. Эластография сдвиговой волны в диагностике метастатического поражения печени при проведении мультипараметрического ультразвукового исследования. *Колопроктология.* 2020;2s:26-31. [Borsukov AV, Morozova TG. Shear wave elastography in the diagnosis of metastatic liver damage during multiparametric ultrasound examination. *Coloproctology.* 2020;2s:26-31. (In Russian)]. DOI: 10.33878/2073-7556-2017-0-2S-26-31
- Борсуков АВ, Морозова ТГ, Мамошин АВ и др. Мультипараметрическая эластография печени: современные перспективы в алгоритме диагностики диффузных заболеваний печени. *Вестник новых медицинских технологий.* 2019;26(2):69-81. [Borsukov AV, Morozova TG, Mamoshin AV, et al. Multiparametric liver elastography: modern perspectives in the algorithm of diagnosis of diffuse liver diseases. *Bulletin of New Medical Technologies.* 2019;26(2):69-81. (In Russian)]. DOI: 10.24411/1609-2163-2019-16364.
- Ferraioli G, Wong VW, Castera L, et al. Liver Ultrasound Elastography: An Update to the World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology Guidelines and Recommendations. *Ultrasound Med Biol.* 2018 Dec;44(12):2419-40. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2018.07.008.
- Barr RG, Wilson SR, Rubens D, et al. Update to the Society of Radiologists in Ultrasound Liver Elastography Consensus Statement. *Radiology* 2020; 296:263-274. DOI: 10.1148/radiol.2020192437.
- Ferraioli G, Barr RG, Farrokh A, et al. How to perform shear wave elastography. Part I. *Med Ultrason.* 2022 Feb 16;24(1):95-106. DOI: 10.11152/mu-3217.
- Ferraioli G, Barr RG, Farrokh A, et al. How to perform shear wave elastography. Part II. *Med Ultrason.* 2022 May 25;24(2):196-210. DOI: 10.11152/mu-3342.
- Ferraioli G, Filice C, Castera L, et al. WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 3: liver. *Ultrasound Med Biol.* 2015 May;41(5):1161-79. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2015.03.007.

Вклад авторов

Борсуков А.В.: разработка дизайна исследования, написание текста рукописи.

Венидиктова Д.Ю.: обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных.

Скутарь А.И.: написание текста рукописи, исполнитель проведенного исследования.

Ахмедова А.Р.: написание текста рукописи, исполнитель проведенного исследования.

Authors' contributions

Borsukov A.V.: development of research design, writing of the manuscript text.

Venidiktova D.Yu.: review of publications on the topic of the article, analysis of the data obtained.

Skutar A.I.: writing the text of the manuscript; performer of the research.

Ahmedova A.R.: writing the text of the manuscript; performer of the research.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. Not declared.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study had no sponsorship.

Информированное согласие. Пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Informed consent. Patients signed informed consent to participate in the study.

Соответствие принципам этики. Одобрение этического комитета не требовалось.

Ethical compliance. Ethical committee approval was not necessary.

Сведения об авторе, ответственном за связь с редакцией

Борсуков Алексей Васильевич — д.м.н., профессор, директор Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» СГМУ Минздрава России; bor55@yandex.ru.

Сведения об остальных авторах статьи

Венидиктова Дарья Юрьевна — с.н.с. Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» СГМУ Минздрава России; daria@venidiktova.ru.

Скутарь Анастасия Ивановна — аспирант Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» СГМУ Минздрава России; nastya.skutar.96@mail.ru

Ахмедова Алида Рустам кызы — медицинская сестра отделения реанимации и анестезиологии Клинической больницы № 1, Смоленск; lida.akhmedova@list.ru.

DIAGNOSTIC RADIOLOGY

Elastography and Steatometry of the Liver from the Position of World Experts 2018–2022

A.V. Borsukov, D.Yu. Venidiktova, A.I. Skutar, A.R. Ahmedova

Fundamental Research Laboratory «Diagnostic Researches and Minimally Invasive Technologies», Smolensk State Medical University; 40, Frunze street, Smolensk, Russia, 214006; daria@venidiktova.ru.

Abstract

Purpose: To evaluate the dynamics of the opinions of world experts on the materials of world recommendations on ultrasound elastography and liver steatometry from the standpoint of the domestic level of development of ultrasound diagnostics and on the basis of our own data.

Material and methods: 16 main provisions of the World Guidelines for Liver Elastography in 2018 were reviewed and comments were made, differences from the European Guidelines of 2017 and the first World Guidelines of 2015 were noted. We reviewed and commented on the 2020 SRU comments. The final scientific publication of a large group of world experts in 2022 is analyzed in detail, where for the first time the norms and threshold values between benign and malignant neoplasms of a large number of human organs and tissues are given.

Results: From 2006 to the present, more than 45,000 ultrasound studies have been carried out on our own material (n=15627), some differences in approaches to liver elastometry are given, and approaches to the use of ultrasound steatometry are considered.

Conclusion: Threshold development vectors are shown, techniques to avoid artifacts and reduce the risk of obtaining false negative and false positive elastometry results are proposed. There is caution of the expert community in the review of the method of quantitative steatometry based on the measurement of the attenuation coefficient of the ultrasound wave.

Key words: *ultrasound elastography, steatometry, liver, world experts, analysis of guidelines*

For citation: Borsukov AV, Venidiktova DYu, Skutar AI, Ahmedova AR. Elastography and Steatometry of the Liver from the Position of World Experts 2018–2022. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2023;6(3):32-40. (In Russian).

DOI: 10.37174/2587-7593-2023-6-2-32-40

Information about the authors:

Borsukov A.V. <https://orcid.org/0000-0003-4047-7252>
Venidiktova D.Yu. <https://orcid.org/0000-0001-5497-1476>

Skutar A.I. <https://orcid.org/0009-0005-4381-2900>
Ahmedova A.R. <https://orcid.org/0000-0003-2318-487X>