

# Спектр диагностических возможностей ультразвуковой эластометрии печени у пациентов с хронической сердечной недостаточностью и диффузными изменениями в печени

А. В. Борсуков, Д. Ю. Шестакова, А. И. Скутарь

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Смоленск

## РЕЗЮМЕ

**Цель.** Изучение и сравнение диагностической результативности различных методов ультразвуковой эластометрии в выявлении фиброза печени у пациентов с сердечной недостаточностью.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось с июня 2022 г. по январь 2024 г. Обследовано 57 пациентов с сердечной недостаточностью и метаболическим синдромом, разделенных на три группы в зависимости от стадии заболевания: I стадия ( $n = 21$ ), II стадия ( $n = 24$ ), III стадия ( $n = 11$ ), каждая из которых делилась на подгруппы в зависимости от выраженности фиброза печени (F0–F4). Для сравнения эффективности транзинтной эластометрии, транзинтной эластометрии с контролем вибрации, точечной эластометрии и двумерной эластометрии сдвиговых волн использовались стандартные параметры чувствительности, специфичности и точности. В качестве референтного метода применяли комплекс из мультиспиральной компьютерной томографии с цветовой оценкой структуры печени, биохимический анализ крови с коэффициентом де Ритиса и шкальой FIB-4.

**Результаты.** При I стадии сердечной недостаточности все четыре метода показали схожие показатели чувствительности, специфичности и точности. На II стадии, при использовании транзинтной эластометрии, чувствительность составила 59,4%, специфичность — 68,2%, точность — 62,4%; визуальной транзинтной эластометрии — 72,8%, 87,2%, 79,4% соответственно; точечной эластометрии — 68,6%, 83,7%, 77,4% соответственно; двумерной эластометрии сдвиговых волн — 89,6%, 94,3%, 91,6%. На III стадии транзинтная эластометрия оказалась неинформативной, визуальная транзинтная эластометрия показала чувствительность 61,2%, специфичность 70,4%, точность 64,6%; точечная эластометрия — 48,6%, 60,1%, 52,3%, соответственно; в то время как двумерная эластометрия сдвиговых волн показала чувствительность 85,6%, специфичность 92,5%, точность 88,8%.

**Выводы.** Для пациентов с сердечной недостаточностью I стадии выбор конкретного метода эластометрии не имеет принципиального значения, так как показатели не различаются. Однако на II и III стадиях предпочтительным методом является эластометрия сдвиговых волн, особенно на III стадии, где она демонстрирует более высокую диагностическую эффективность по сравнению с точечной эластометрией. Визуальная транзинтная эластометрия может быть использована дополнительно вместе с методом двумерной эластометрии сдвиговых волн либо же в случае отсутствия возможности проведения двумерной эластометрии сдвиговых волн.

**Ключевые слова:** печень, эластометрия, фиброз, цирроз, сердечная недостаточность, сердечно-печеночный синдром.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## The range of diagnostic possibilities of ultrasound liver elastometry in patients with chronic heart failure and diffuse changes in the liver

A. V. Borsukov, D. Yu. Shestakova, A. I. Skutar'

Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia

## SUMMARY

**Objective.** Study and comparison of the diagnostic performance of various ultrasound elastometry methods in detecting liver fibrosis in patients with heart failure.

**Materials and methods.** The study was conducted from June 2022 to January 2024. 57 patients with heart failure and metabolic syndrome were examined, divided into three groups depending on the stage of the disease: stage I ( $n = 21$ ), stage II ( $n = 24$ ), stage III ( $n = 11$ ), each of which was divided into subgroups depending on the severity of liver fibrosis (F0–F4). Standard parameters of sensitivity, specificity, and accuracy were used to compare the performance of transient elastometry, vibration-controlled transient elastometry, point elastometry, and two-dimensional shear wave elastometry. A complex of multislice computed tomography with color assessment of the liver structure, a biochemical blood test with the de Ritis coefficient and the FIB-4 scale were used as a reference method.

**Results.** In stage I heart failure, all four methods showed similar sensitivity, specificity and accuracy. At stage II, using transient elastometry, sensitivity was 59,4%, specificity — 68,2%, accuracy — 62,4%; visual transient elastometry — 72,8%, 87,2%, 79,4%, respectively; point elastometry — 68,6%, 83,7%, 77,4%, respectively; two-dimensional shear wave elastometry — 89,6%, 94,3%, 91,6%. At stage III, transient elastometry turned out to be uninformative; visual transient elastometry showed a sensitivity of 61,2%, specificity of 70,4%, accuracy of 64,6%; point elastometry — 48,6%, 60,1%, 52,3%, respectively; while two-dimensional shear wave elastometry showed a sensitivity of 85,6%, specificity of 92,5%, accuracy of 88,8%.

**Conclusions.** For patients with stage I heart failure, the choice of a specific elastometry method is not of fundamental importance, since the indicators do not differ. However, in stages II and III, shear wave elastometry is the preferred method, especially in stage III, where it demonstrates higher diagnostic performance compared to point elastometry. Visual transient elastometry can be used additionally with the method of two-dimensional shear wave elastometry or in the case where two-dimensional shear wave elastometry is not possible.

**KEY WORDS:** liver, elastometry, fibrosis, cirrhosis, heart failure, cardiohepatic syndrome.

**CONFLICT OF INTEREST.** The authors declare no conflict of interest.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время хроническая сердечная недостаточность (ХСН), как осложнение заболеваний сердечно-сосудистой системы, представляет собой одну из наиболее актуальных медико-социальных проблем из-за высокой распространенности, частых повторных госпитализаций и ухудшения качества жизни среди

пациентов с кардиологическими заболеваниями. [1, 2, 3, 4, 5]. Основными причинами ХСН считаются артериальная гипертензия и ишемическая болезнь сердца, часто сочетающиеся между собой [3, 6, 5]. В результате исследования во Фремингеме было выявлено, что средняя пятилетняя смертность среди пациентов с ХСН составляет 62–65% для мужчин и 42–47% для женщин [3].

В различных научных исследованиях подтверждено, что сопутствующие несердечные заболевания являются неблагоприятным прогностическим фактором в клиническом течении ХСН. Они не только усложняют диагностику сердечной недостаточности и оказывают отрицательное воздействие на ее ход, но также увеличивают степень полигримазии [7, 2, 8]. Кроме того, сама ХСН представляет собой многоуровневый процесс, затрагивающий различные органы-мишени, такие как головной мозг, сосуды и почки [9, 10, 11, 12]. Особую уязвимость демонстрирует печень из-за своей особенной системы кровоснабжения и высокой метаболической активности, а также частой коморбидности при наличии у пациентов метаболического синдрома [13, 14, 15, 16, 17]. В клинической практике появился термин «сердечно-печеночный синдром», обусловленный двумя основными механизмами нарушения центральной гемодинамики: снижением сердечного выброса, что приводит к некрозу гепатоцитов, и увеличением венозного давления, что приводит к увеличению кровенаполнения печеночных долек [18, 19, 20]. Эхокардиографические данные отражают увеличение размеров и объемов преимущественно правых отделов сердца, недостаточность трикуспидального клапана, а также расширение диаметра нижней полой вены, следствием чего является застой в большом круге кровообращения [1, 4]. Эти процессы приводят к застойной гепатопатии, лабораторно выражющейся повышением уровней печеночных ферментов, билирубина, увеличением концентрации гамма-глутамилтрансферазы и щелочной фосфатазы, иногда их комбинацией [3, 21]. В результате продолжительных нарушений гемодинамики некроз гепатоцитов сменяется синтезом коллагена, приводя к развитию фиброза и последующему образованию цирроза печени [18, 7, 14, 22, 21].

В настоящее время «золотым стандартом» для инструментальной диагностики поражения печени остается биопсия с последующей гистологической оценкой биоптата. Однако этот метод ограничен в рутинной клинической практике из-за ряда препятствий, таких как нарушение свертывающей системы крови, наличие асцита, болезненность и высокие финансовые затраты. Кроме того, существует риск возникновения инфекции, кровотечения и повреждения близлежащих органов и структур [3, 23, 12]. В современных исследованиях диагностики фиброза печени при ХСН особое внимание уделяется инновационному методу ультразвуковой эластометрии. Этот метод позволяет неинвазивно определять жесткость ткани печени на основе ее упруго-эластических характеристик [24, 25, 26, 16, 27]. Существует несколько видов ультразвуковой эластометрии: транзиентная эластометрия (TE – transient elastometry), транзиентная эластометрия с контролем вибрации (ViTE – visualised transient elastometry) компрессионная эластометрия (SE - strain elastometry), и эластометрия сдвиговых волн (SWE – shear wave elastometry) – точечная (pSWE – point SWE) и двумерная (2D-SWE – two-dimensional SWE) [28, 29, 30, 31].

**Цель** нашего исследования заключается в оценке характеристик (чувствительности, специфичности и точности) различных методов эластометрии печени у пациентов с сердечной недостаточностью и диффузными изменениями печеночной ткани.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Для проведения исследования мы рассмотрели три группы пациентов, находящихся на лечении в кардиологическом стационаре и имеющих метаболический синдром и основной диагноз хронической сердечной недостаточности согласно классификации Стражеско-Василенко:

- I стадия: сохраненная гемодинамика, отсутствие симптомов с дисфункцией левого желудочка;
- IIА стадия: наличие клинических симптомов, нарушение гемодинамики в обоих кругах кровообращения, неблагоприятное ремоделирование;
- IIБ стадия: клинические симптомы, структурные изменения в органах-мишениях (сердце, легкие, сосуды, головной мозг, почки), финальная стадия ремоделирования;
- III стадия: необратимые нарушения гемодинамики в одном из кругов кровообращения, адаптивное ремоделирование.

Первую группу составили пациенты с сердечной недостаточностью I стадии ( $n = 21$ ; 36,84%); вторую группу — с II (А, Б) стадией ( $n = 24$ ; 42,11%); третью группу — с III стадией ( $n = 12$ ; 21,05%). Общее количество обследованных составило 57 человек, включая 28 мужчин (49,12%) и 29 женщин (50,88%). Средний возраст участников исследования был  $64 \pm 3,2$  года. Диагноз подтверждался на основе анамнеза, клинических, лабораторных и инструментальных данных.

Также в каждой группе пациентов был сделан акцент на подгрупповое разделение по результатам исследования по стадиям фиброза печени (F0–F4) с выделением клинически незначимого (F0–F1), клинически значимого фиброза печени (F2–F3) и цирроза печени (F4) по шкале METAVIR.

Особенность данного исследования заключалась в том, что каждой группе пациентов, помимо основного диагностического комплекса (клинический осмотр, общий и биохимический анализ крови, общий анализ мочи, липидограмма, коагулограмма, оценка по шкале FIB-4, электрокардиография, ультразвуковое исследование органов брюшной полости, эхокардиография, ретроспективная оценка состояния печени при мультиспиральной компьютерной томографии) проводилась ультразвуковая эластометрия, включающая четыре принципиально различных метода, согласно Всемирным рекомендациям по эластографии 2015 года, Европейским рекомендациям по эластографии 2017 года, дополнениям к консенсусу сообщества радиологов касающему ультразвуковой эластографии печени 2020 года и мнениям мировых экспертов по правильному выполнению эластографии сдвиговых волн 2022 года [32, 33, 34, 35]. Все процедуры обследования и лечения осуществлялись в соответствии со стандартными алгоритмами, утвержденными клиническими рекомендациями по сердечной недостаточности (2020) [36].

Всем пациентам ( $n=57$ ) в рамках комплексной диагностики проводилась трансторакальная эхокардиография на аппарате Resona 7 (Mindray, Китай) секторным датчиком по методике Сандрикова В. А. [32] для визуализации и верификации структурных и функциональных изменений в сердечно-сосудистой системе, а также для выявления нарушений внутрисердечной гемодинамики и признаков сердечной недостаточности.

Все пациенты ( $n=57$ ) также проходили мультипараметрическое ультразвуковое исследование органов брюшной полости в режиме В-режима, включая измерение стандартных размеров печени, анализ её структуры, контуров, анатомических элементов и эхогенности. Дополнительно проводилась допплеровская оценка гемодинамики печеночных вен (в частности, правой печеночной вены), нижней полой вены (НПВ) и воротной вены. Оценивали коллагенование НПВ (в норме  $\geq 50\%$ ) при вдохе, а также наличие свободной жидкости в брюшной полости. Детали мультипараметрического УЗИ представлены в таблице 1.

**Таблица 1**  
**Стандартизированные показатели мультипараметрического УЗИ у пациентов с СН и метаболическим синдромом**

Исследование	Режим	Параметры
УЗИ ОБП	В-режим	Размеры печени Контуры печени Структура паренхимы печени Эхогенность паренхимы печени Звукопроводимость Диаметр нижней полой вены, воротной вены и печеночных вен Коллабирование нижней полой вены ( $\geq 50\%$ ) на вдохе Наличие внутрисосудистых тромбозов в системе воротной вены Наличие свободной жидкости в брюшной полости Наличие очаговых образований в печени Наличие признаков воздуха в желчных протоках
	Цветовое допплеровское картирование	Направление и скорость кровотока в печеночных венах Направление и скорость кровотока в НПВ Направление и скорость кровотока в воротной вене
Эластография печени (TE, ViTE, pSWE, 2D-SWE)		Жесткость печени, кПа (S6-S7) при возможности с выбором зоны интереса без крупных сосудов, желчных протоков, связок на глубине 15–20 мм от капсулы печени
Количественная ультразвуковая стеатометрия печени		Коэффициент затухания ультразвуковой волны (дБ/см, дБ/м).
Эхокардиография (стандартный протокол)		Размер + объем правого предсердия Размер + объем правого желудочка Размер левого предсердия Размер левого желудочка (КДО и индекс КДО) Гемодинамика трикуспидального клапана Гемодинамика митрального клапана Фракция выброса ЛЖ по Симпсону TAPSE

При проведении ультразвукового исследования органов брюшной полости, эластографии печени также было использовано ультразвуковое оборудование TELEMED (Литва) и методика исследования Борсукова А. В. [24].

Для всех методов эластометрии предполагались аналогичные условия: исследование проводилось натощак после 4-часового голодания. Пациент принимал положение лежа на спине или на левом боку с поднятой за голову правой рукой для обеспечения удобства субкостального сканирования печени и расширения межреберных промежутков при интеркостальном доступе. Во время исследования как датчик, так и пациент оставались неподвижными, с минимальным давлением датчика на поверхность тела.

Транзиентную эластометрию (TE) проводили с использованием трех моделей оборудования: аппарата Fibroscan® 502 touch (Echosens, Франция) в проекции правой доли печени на уровне 8 или 9 межреберного промежутка по передней или средней подмышечным линиям (для оборудования Fibroscan® 502 touch). Датчик располагался строго перпендикулярно поверхности тела. Исследования считались валидными при наличии не менее 10 успешных измерений и более 70% успешности. Были определены значения показателя жесткости печени (в кПа) и интерквартильного интервала (%). Жесткость количественно характеризовала степень выраженности фиброза в данной области паренхимы печени, где был размещен датчик.

Визуальная транзиентная эластометрия (ViTE) осуществлялась с использованием оборудования Hepatus (Mindray, Китай) и аппаратов iLiverTouch FT100 и PRO1000 (Hisky Med, Китай) с использованием специализированного датчика. Датчик был установлен интеркостально, и измерения проводились в VII

и VIII сегментах под визуальным контролем интересующего отдела паренхимы. Во время измерений пациенты задерживали дыхание на короткое время в нейтральном положении. Первые 1–2 измерения не учитывались, поскольку они требовались для оптимизации работы датчика. Исследования считались валидными при наличии не менее 10 успешных измерений и более 70% успешности. Были определены значения показателя жесткости печени (в кПа) и интерквартильного интервала (%).

Точечная эластометрия (pSWE) была осуществлена при помощи аппарата Resona 7 (Mindray, Китай) с использованием конвексного датчика частотой 3,5–6,5 МГц. Датчик был установлен интеркостально, и измерения проводились в VII и VIII сегментах под визуальным контролем интересующего отдела паренхимы. Во время измерений пациенты задерживали дыхание на короткое время, и зона замера скорости сдвиговых волн (контрольный объем) устанавливалась на глубине 4–6 см от поверхности кожи. Первые 1–2 измерения не учитывались, поскольку они требовались для оптимизации работы датчика. В каждом исследуемом участке проводилось от 5 до 10 измерений на различных задержках дыхания для получения среднего значения скорости сдвиговой волны.

Для выполнения двумерной эластометрии сдвиговых волн (2D-SWE) использовался аппарат Ангиодин Соно-П/Ультра (БИОСС, Россия) с конвексным датчиком частотой 3,5–6,5 МГц, установленным интеркостально во время кратковременной задержки дыхания в нейтральной позиции. В процессе исследования на фоне двумерного изображения определялась зона интереса, имеющая трапециевидную форму и размер, который можно было изменять по желанию оператора. Зона интереса устанавливалась в области исследования, и при стабильном четком изображении в режиме эластографии происходило окрашивание этой зоны соответственно цветовой гамме жесткости ткани. Для стабилизации цветного кодирования ожидали несколько секунд, затем нажимали клавишу для фиксации изображения, и на зафиксированном изображении количественно оценивалась полученная цветовая эластограмма [25].

Количественная ультразвуковая стеатометрия печени с оценкой коэффициента затухания ультразвуковой волны была проведена с использованием оборудования Hepatus (Mindray, Китай), iLiverTouch FT100 и PRO1000 (Hisky Med, Китай) Ангиодин Соно-П/Ультра (БИОСС, Россия) по стандартной методике для инструментального подтверждения наличия у пациентов стеатозной болезни печени в рамках метаболического синдрома [37].

Статистическая обработка результатов исследования проводилась в базе данных Microsoft Excel 2017. Анализ данных проводился методами описательной статистики и сравнения выборок (с использованием параметрических и непараметри-

ческих критериев). Если данные имели нормальный тип распределения (характеристика распределения была определена с использованием критерия Колмогорова-Смирнова), значимость различий определяли посредством параметрического метода (t-критерий Стьюдента). Если изучаемый признак не соответствовал нормальному закону распределения признака в выборке, то результаты представляли в форме Me (интерквартильный размах). Исследования сходства и различия между изучаемыми группами осуществлялись с использованием критерия Краскела-Уоллиса. Измерение связи между переменными осуществлялось расчетом корреляции Спирмена и гамма-корреляции. Значения абсолютных и относительных частот использовали для описания качественных признаков. Анализ различий частот двух независимых групп проводили с помощью двустороннего критерия Фишера. Если степень вероятности безошибочного прогноза была равна 95% и более ( $p \leq 0,05$ ), то выборка считалась достоверной. Корреляционный анализ с определением ранговой корреляции по Пирсону использовался для оценки взаимосвязи между двумя переменными. Коэффициент  $r$  больше 0 при  $p \leq 0,05$  принимался за достоверный. Определялись показатели прогностической ценности.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** Исследования указывают на имеющуюся закономерность при интерпретации данных по эластометрии печени у пациентов с разной стадией сердечной недостаточности. Признаки СН по данным ЭхоКГ представлены на рисунке 1.

В первой группе, представленной пациентами с I стадией ХСН, показатели чувствительности, специфичности и точности не

различались статистически при использовании трех различных методов эластометрии. Во второй группе, охватывающей пациентов с ХСН по данным мультиспиральной компьютерной томографии, биохимическим показателям и шкале FIB-4, заметно различались показатели чувствительности, специфичности и точности при каждом из методов эластометрии. В третьей группе, представленной пациентами с ХСН, метод транзисторной эластометрии оказался неинформативным из-за технических трудностей в проведении исследования, вызванных наличием выраженного поджожно-жирового слоя, асцита и застойных явлений, что предотвратило количественную оценку жесткости печени. Подробные результаты TE, ViTE, pSWE и 2D-SWE в трех группах пациентов с ХСН представлены в таблице 2.

Эластометрия в настоящее время представляет собой стремительно развивающийся инновационный метод неинвазивной инструментальной диагностики [7, 22]. Согласно Всемирным рекомендациям по эластографии (2015) и Европейским рекомендациям (2017), а также мнению мировых и европейских экспертов (2020, 2022), применение эластографии является безопасным для пациентов, поскольку метод неинвазивен и легко выполняется. Кроме того, эластография обладает рядом преимуществ, включая экономическую эффективность, отсутствие риска осложнений, необходимости тщательной подготовки пациента, безболезненность, быстроту проведения исследования.

Визуализация диффузных изменений печени у пациентов с ХСН с использованием ультразвуковой эластометрии разных типов представлена на рисунке 2.

Рисунок 1. Признаки сердечной недостаточности по данным эхокардиографии (секторный датчик с частотой 1,5–5 МГц): А. Ретроградный кровоток в расширенных печеночных венах. Б. Расширение правых отделов сердца. В. Регургитация на трикуспидальном клапане. Г. Расширение нижней полой вены

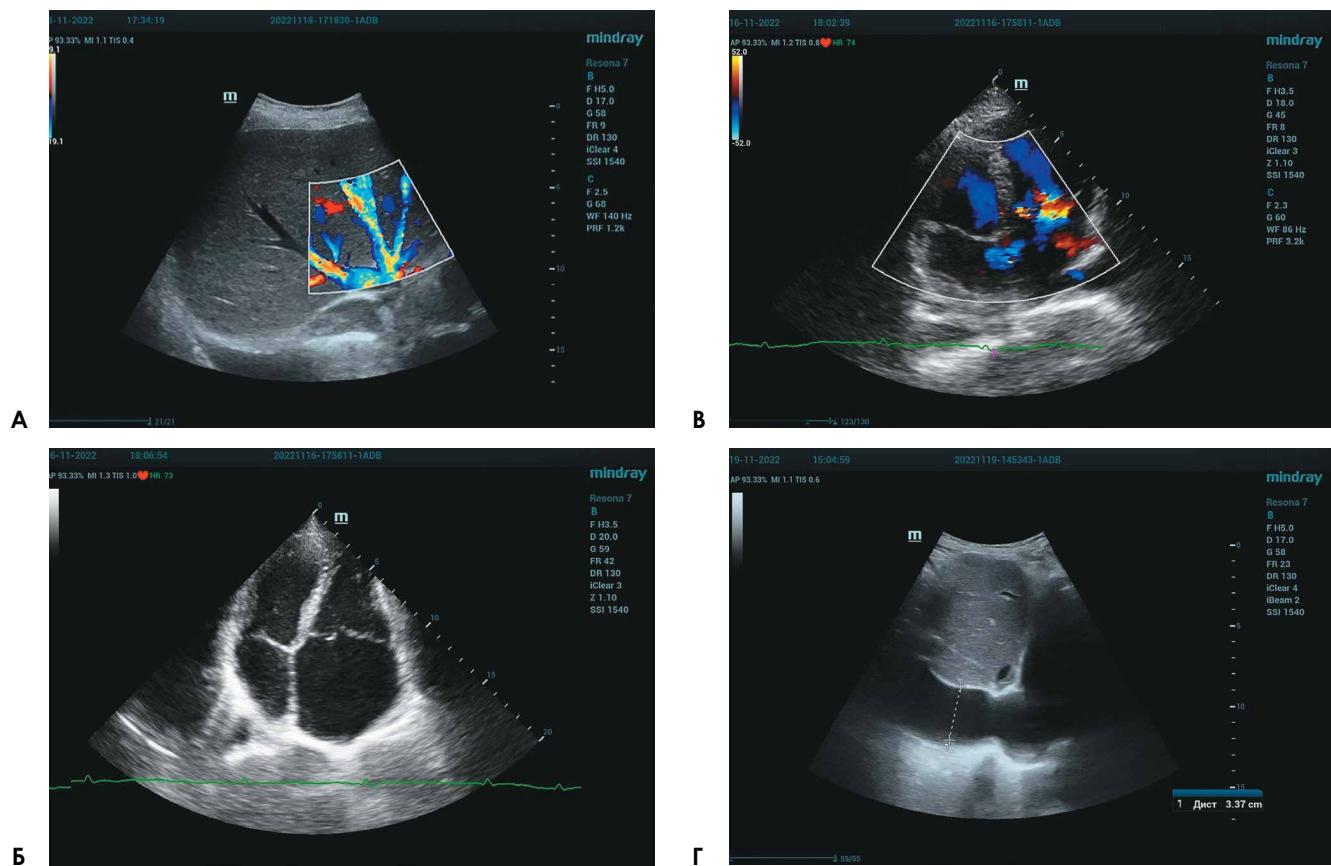


Таблица 2

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

Показатель	Группа	Вид эластометрии			
		TE	pSWE	ViTE	2D-SWE
Чувствительность, %	1-я	85,6	83,1	84,5	89,6
	2-я	59,4	68,6	72,8	89,6
	3-я	—	48,6	61,2	85,6
Специфичность, %	1-я	82,6	83,2	84,5	86,5
	2-я	68,2	83,7	87,2	94,3
	3-я	—	60,1	70,4	92,5
Точность, %	1-я	88	86,7	88,4	90,3
	2-я	62,4	77,4	79,4	91,6
	3-я	—	52,3	64,6	88,8

Однако важно учитывать индивидуальные факторы у пациентов с XCH, которые могут косвенно влиять на результаты эластометрии [21, 36]. Например, для пациентов с XCH I стадии наблюдается существенное отсутствие различий в показателях всех видов эластометрии, что объясняется отсутствием выраженных структурных повреждений паренхимы печени (рис. 3).

Это связано с небольшой продолжительностью заболевания, компенсированным состоянием, отсутствием асцита и застоя в печени, возникающего вследствие нарушения центральной гемодинамики. Во второй и третьей группах пациентов с XCH преимущественно выделяется метод эластометрии сдвиговых волн, визуальная транзистентная эластометрия находится на втором месте по диагностической результативности-эффективности, тогда как транзистентная эластометрия оказалась менее информативной из-за технических трудностей в визуализации участка паренхимы печени. Это также может быть связано с наличием стеатоза печени и асцита, которые влияют на результаты транзистентной эластометрии, приводя к искажению данных. У пациентов с XCH III стадии транзистентная эластометрия оказалась неинформативной из-за технических трудностей в проведении исследования, вызванных различными факторами, такими как одышка, вынужденное положение пациентов, с чем возможно справиться, используя визуальную транзистентную эластометрию. Более точные результаты по сравнению с транзистентной эластометрией продемонстрировала точечная эластометрия, однако искажение показателей также подвержено воздействию таких пациентозависимых факторов, как внутрипеченочный и подпеченочный холестаз, синдром цитолиза, выявленные в биохимическом анализе крови, повышение внутрибрюшного давления и, в меньшей степени, стеатоз. Наиболее надежным методом остается двумерный метод эластометрии сдвиговых волн, где вероятность ложноположительных и ложноотрицательных результатов оказалась минимальной.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- У пациентов с сердечной недостаточностью I стадии выбор конкретной методики эластометрии не имеет принципиального значения, поскольку показатели у всех четырех методов эластометрии статистически не различались.
- Для пациентов с II и III стадиями сердечной недостаточно-

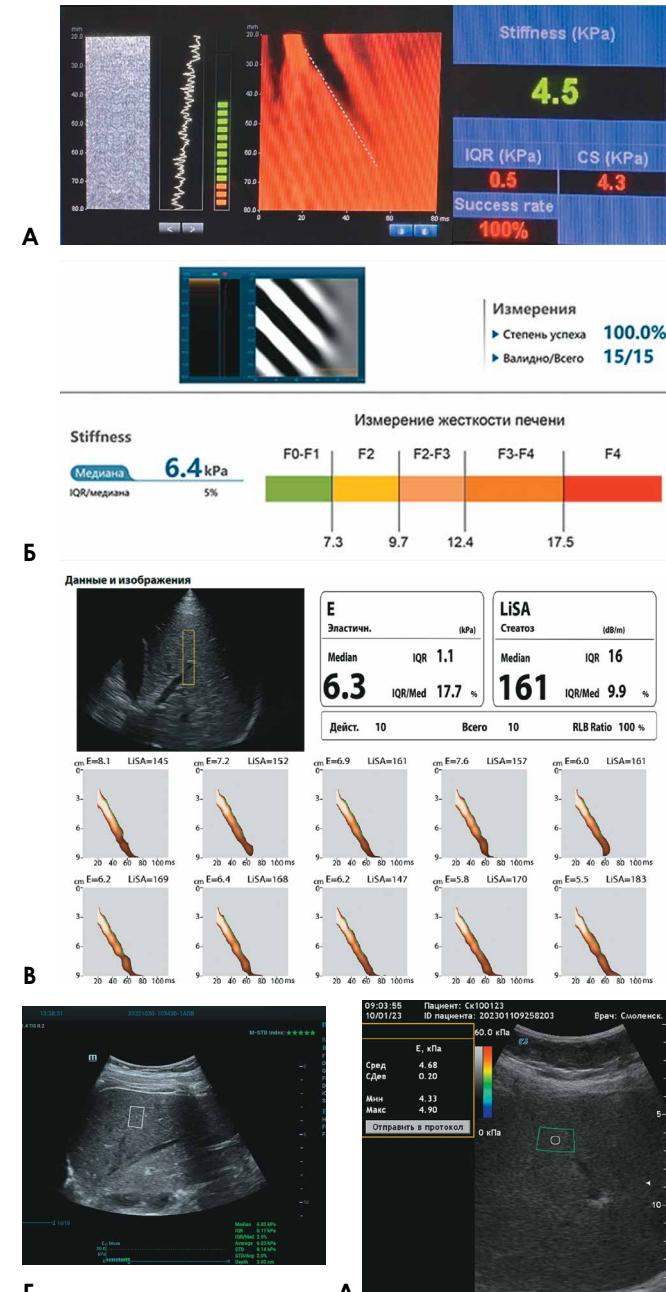


Рисунок 2. Визуальное представление информации с использованием различных типов ультразвуковой эластометрии печени: А. Транзистентная эластометрия печени (TE) — жесткость печени 4,5 кПа (F0). Б. Визуальная транзистентная эластометрия печени (ViTE) — жесткость печени 6,4 кПа (F0) с использованием оборудования iLiveTouch. В. Визуальная транзистентная эластометрия печени (ViTE) — жесткость печени 6,3 кПа (F0-F1) с использованием оборудования Hepatus. Г. Точечная эластометрия сдвиговых волн (pSWE) — жесткость печени 6,82 кПа (F0-F1). Д. Двумерная эластометрия сдвиговых волн (2D-SWE) — жесткость печени 4,68 кПа (F0-F1)

сти предпочтительным является использование двумерной эластометрии сдвиговых волн (2D-SWE), особенно на поздних стадиях (III стадия).

- Визуальная транзистентная эластометрия (ViTE) оказалась высоко информативной у больных с сердечной недостаточностью и может быть использована дополнительно с точечной эластометрией сдвиговых волн (pSWE) или изолированно при отсутствии в медицинской организации оборудования с двумерной эластометрией сдвиговых волн (2D-SWE).

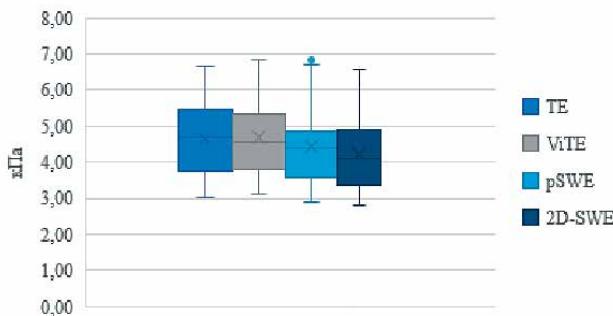


Рисунок 3. Распределение показателей жесткости печени у пациентов с сердечной недостаточностью I стадии по данным различных типов ультразвуковой эластометрии

#### Список литературы / References:

1. Васильев А.Ю., Шахов Б.Е., Петрова Е.Б. Современная эхокардиографическая оценка состояния миокарда при ИБС. М.: ИКАР, 2022. 268 с. *Vasilev A. Yu., Shakhov B. E., Petrova E. B. Modern echocardiographic assessment of the state of the myocardium in ischemic heart disease. M.: IKAR, 2022. 268 p.*
2. Гусейнова Э.Т., Кутишленко Н.П., Лукина Ю.В. и др. Проблема хронической сердечной недостаточности и приверженности медикаментозному лечению: методы оценки и нерешенные. Клиницист. 2020; V. 14 (3): 18–28. *Guseynova E.T., Kutsishenko N.P., Lukina Yu.V. and others. The problem of chronic heart failure and adherence to drug treatment: assessment methods and unresolved ones. Clinician. 2020; V. 14 (3): 18–28.*
3. Мунхцэцэг Б. Клинико-прогностическое значение непрямой эластометрии печени при декомпенсации сердечной недостаточности: дис. ... канд. мед. наук. М., 2019; 115 с. *Munkhsetseg B. Clinical and prognostic value of indirect elastometry of the liver in decompensated heart failure: dis. ... cand. honey. Sci. M., 2019; 115 p.*
4. Сторожаков Г.И., Гендлин Г.Е., Резник Е.В. Болеет сердце — страдают почки: кардиorenальный синдром при хронической сердечной недостаточности. Лечебное дело. 2009; (1): 27–36. *Storozhakov G. I., Gendlin G. E., Reznik E. V. If your heart hurts, your kidneys suffer: cardiorenal syndrome in chronic heart failure. Medical business. 2009; (1): 27–36.*
5. Bagshaw S.M., Cruz D.N. Epidemiology of cardiorenal syndromes. *Contrib Nephrol.* 2010; vol. 165: 68–82.
6. Камалов, Ю.Р., Хуторной И.В., Крыжановская Е.Ю. и др. Точечная эластография сдвиговой волной (ARFI-эластометрия) при хронических диффузных заболеваниях печени невирусной этиологии. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2018; (4): 33–45. *Kamalov, Yu.R., Khutornyi V., Kryzhanovskaya E. Yu. and others. Point shear wave elastography (ARFI-elastometry) for chronic diffuse liver diseases of non-viral etiology. Ultrasound and functional diagnostics. 2018; (4): 33–45.*
7. Кобалава Ж.Д., Виллевальде С.В., Соловьева А.Е. Сердечно-печеночный синдром при сердечной недостаточности: распространенность, патогенез, прогностическое значение. Кардиология. 2016; T. 56 (12): 1–9. *Kobalava Zh.D., Villevalde S. V., Solovyova A. E. Cardiohepatic syndrome in heart failure: prevalence, pathogenesis, prognostic significance. Cardiology. 2016; V. 56 (12): 1–9.*
8. Garcia-Donaire J.A., Ruilope L.M. Cardiovascular and Renal Links along the Cardiorenal Continuum. *Nephrology.* 2013; vol. 17(1):11–19.
9. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://diseases.medelement.com/disease/хроническая-сердечная-недостаточность-у-взрослых-kr-pb-2020/17131>. Chronic heart failure. Clinical guidelines 2020 [Electronic resource]. URL: <https://diseases.medelement.com/disease/chronic-heart-failure-in-adults-kr-rl-2020/17131>.
10. Chon Y.E., Choi E.H., Song K. J. et al. Performance of transient elastography for the staging of liver fibrosis in patients with chronic hepatitis B: a meta-analysis. *PLoS One.* 2012; vol. 7: 44930.
11. Giallourakis C. S. Liver complications in patients with congestive heart failure. *Gastroenterol Hepatol (NY).* 2013; vol. 9: 244–246.
12. Kwok R., Tse Y.K., Wong G. L. et al. Systematic review with meta-analysis: non-invasive assessment of non-alcoholic fatty liver disease—the role of transient elastography and plasma cytokeratin-18 fragments. *Aliment Pharmacol Ther.* 2014; vol. 39: 254–269.
13. Аришева О.С., Гармаш И.В., Сарлыков Б.К. Распространенность и прогностическое значение поражения печени при хронической сердечной недостаточности. Клиническая фармакология и терапия. 2021; 30(1): 70–74. *Arisheva O. S., Garmash I. V., Sarlykov B. K. Prevalence and prognostic significance of liver damage in chronic heart failure. Clinical pharmacology and therapy. 2021; 30(1): 70–74.*
14. Митков В.В., Миткова М.Д. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2015; (2): 94–108. *Mitkov V. V., Mitkova M. D. Shear wave elastography. Ultrasound and functional diagnostics. 2015; (2): 94–108.*
15. Ткач С. М. Заболевания печени и печеночная дисфункция у больных с сердечной недостаточностью. Серцева недостатність та коморбідні стани. 2017; (3): 90–96. *Tkach S. M. Liver diseases and liver dysfunction in patients with heart failure. Heart failure and comorbid conditions. 2017; (3): 90–96.*
16. Poelzl G., Auer J. Cardiohepatic syndrome. *Curr Heart Fail Rep.* 2015; no. 12(1): 68–78.
17. Shah S.C., Sass D. A. A review of liver dysfunction in heart failure. *Liver Res Open J. Cardiac Hepatopathy.* 2015; vol. 1(1): 1–10.
18. Васильева Л.Н., Ксенофонтова А.Г., Баюкова С.В. Сердечно-печеночный синдром: инновационная диагностика методом ультразвуковой эластографии. *Acta medica Eurasica.* 2022; (1): 9–18. *Vasileva L.N., Ksenofontova A. G., Bayukova S. V. Cardiohepatic syndrome: innovative diagnostics using ultrasound elastography. Acta medica Eurasica. 2022; (1): 9–18.*
19. Felder L., Mund A., Parker Jg. Liver function tests in chronic congestive heart failure. *Circulation.* 1950; vol. 2(2): 286–297.
20. Fuhrmann V., Jager B., Zubkova A., Drolz A. Hypoxic hepatitis—epidemiology, pathophysiology, and clinical management. *Wien Klin. Wochenschr.* 2010; vol. 122(5–6): 129–139.
21. Poelzl G., Ess M., Mussner-Seeber C. Liver dysfunction in chronic heart failure: prevalence, characteristics and prognostic significance. *Eur J Clin Invest.* 2012; vol. 42(2): 153–163.
22. Соловьева А.Е., Кобалава Ж.Д., Виллевальде С.В., и др. Прогностическое значение плотности печени при декомпенсации сердечной недостаточности: результаты проспективного наблюдательного исследования, основанные на данных непрямой эластометрии. Кардиология. 2018; T. 58, (10S): 20–32. *Solov'yova A. E., Kobalava Zh. D., Villevalde S. V., et al. Prognostic value of liver density in decompensated heart failure: results of a prospective observational study based on indirect elastometry data. Cardiology. 2018; V. 58, (10S): 20–32.*
23. Фомин И. В. Эпидемиология хронической сердечной недостаточности в Российской Федерации. Хроническая сердечная недостаточность. М.: ГЭОТАР-Медиа 2010; 7–77. *Fomin I. V. Epidemiology of chronic heart failure in the Russian Federation. Chronic heart failure. M.: GEOTAR-Media 2010; 7–77.*
24. Борсуков А. В. Эластография сдвиговых волн: анализ клинических случаев. М: СИМК, 2022; 468 с. *Borsukov A. V. Shear wave elastography: analysis of clinical cases. M: SIMK, 2022; 468 p.*
25. Борсуков А. В. Ультразвуковая эластография: как делать правильно, версия 2023. Смоленск: Смоленская городская типография, 2-е издание — переработанное и дополненное (учебно-методическое пособие), 2023; 104 с. *Borsukov A. V. Ultrasound elastography: how to do it right, version 2023. Smolensk: Smolensk City Printing House, 2nd edition — revised and expanded (educational manual), 2023; 104 p.*
26. Морозов С.В., Труфанова Ю.М., Павлова Т.В. и др. Применение эластографии для определения выраженности фиброза печени: результаты регистрационного исследования в России. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2008; T. 2: 40–48. *Morozov S. V., Trufanova Yu. M., Pavlova T. V. and others. The use of elastography to determine the severity of liver fibrosis: results of a registration study in Russia. Experimental and Clinical Gastroenterology, 2008; V. 2: 40–48.*
27. Борсуков А. В., Венидиктова Д. Ю., Смирнова А. Д., и др. Жесткость, упругость, эластичность, плотность — клиническая интерпретация физических свойств тканей печени для врача ультразвуковой диагностики. Медицинский алфавит. 2023; (28): 37–43. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-28-37-43>. *Borsukov A. V., Venidiktova D. Yu., Smirnova A. D., et al. Stiffness, elasticity, density — clinical interpretation of the physical properties of liver tissue for an ultrasound physician. Medical alphabet. 2023; (28): 37–43. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-28-37-43>*.
28. Компрессионная эластография печени: методика, особенности получения эластограмм, анализ ошибок и артефактов (лекция) / Н. А. Постнова, А. В. Борсуков, Т. Г. Морозова и др. // Радиология. 2015. № 2. С. 45–54. *Compression elastography of the liver: methodology, features of obtaining elastograms, analysis of errors and artifacts (lecture) / N. A. Postnova, A. V. Borsukov, T. G. Morozova and others // Radiology. 2015. No. 2, p. 45–54.*
29. Морозова Т. Г., Борсуков А. В. Клиническая эластография органов гепатопанкреатодуodenальной зоны. Смоленск: Смоленская городская типография, 2020; 324 с. *Morozova T. G., Borsukov A. V. Clinical elastography of organs of the hepatopancreatoduodenal zone. Smolensk: Smolensk City Printing House, 2020; 324 p.*
30. Морозова Т. Г., Борсуков А. В. Обоснование использования комплексной эластографии при диффузных заболеваниях печени // В мире научных открытий. 2016; (8): 10–27. *Morozova T. G., Borsukov A. V. Rationale for the use of complex elastography in diffuse liver diseases // In the world of scientific discoveries. 2016; (8): 10–27.*
31. Holzhey M. et al. Relevance of GLP-1 receptor agonists or SGLT2 inhibitors on the recruitment for clinical studies in patients with NAFLD. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology.* 2024; T. 36, (1): 107–112.
32. WFUMB Guidelines and Recommendations for Clinical Use of Ultrasound Elastography. Part 3. Liver. 2015; vol. 41(5): 1161–1179. DOI: [doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2015.03.007](https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2015.03.007).

33. Dietrich CF, Bamber J, Berzigotti A, et al. EFSUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Liver Ultrasound Elastography, Update 2017 (Long Version). *Ultraschall Med* 2017; 38(4): 16–47.
34. Barr RG, Ferraioli G, Palmeri ML, et al. Elastography Assessment of Liver Fibrosis: Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference Statement. *Ultrasound Q*, 2016; 32(2): 94–107. Crossref, Medline, Google Scholar
35. Ferraioli G, et al. How to perform shear wave elastography. Part I Medical Ultrasonography, 2022; T. 24 (1): 95–106
36. Поликов Д.С., Фомин И.В., Беленков Ю.Н. и др. Хроническая сердечная недостаточность в Российской Федерации: что изменилось за 20 лет наблюдения? Результаты исследования ЭПОХА-ХСН. *Кардиология*. 2021; T. 61 (4): 4–14. Polyakov D. S., Fomin I. V., Belenkov Yu.N. and others. Chronic heart failure in the Russian Federation: what has changed over 20 years of observation? Results of the EPOCHACHF study. *Cardiology*. 2021; V. 61 (4): 4–14.
37. Венидиктова Д. Ю. Клиническое применение ультразвуковой стеатометрии в диагностике и мониторинге неалкогольной жировой болезни печени: дис. ... канд. Мед. Наук. М., 2022. 222 с. Venidiktova D. Yu. Clinical application of ultrasound steatometry in the diagnosis and monitoring of non-alcoholic fatty liver disease: dis. ...cand. Hone. Sci. M., 2022. 222 p.

#### Сведения об авторах:

**А. В. Борсуков**, д.м.н., профессор, директор Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии». ORCID 0000-0003-4047-7252

**Д. Ю. Шестакова**, к.м.н., старший научный сотрудник Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии». ORCID 0000-0001-5497-1476

**А. И. Скутарь**, аспирант Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии». ORCID 0009-0005-4381-2900

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Смоленск

**Автор для переписки:** Д. Ю. Шестакова, e-mail: daria@venidiktova.ru.

#### About authors:

**A. V. Borsukov**, MD, Professor, the Head, Fundamental research laboratory "Diagnostic research and minimally invasive techniques". ORCID 0000-0003-4047-7252

**D. Yu. Shestakova**, PhD, Senior Researcher, Fundamental research laboratory "Diagnostic research and minimally invasive techniques". ORCID 0000-0001-5497-1476

**A. I. Skutar'**, post-graduate student of of Medical Sciences, Senior Scientist, Fundamental research laboratory "Diagnostic research and minimally invasive techniques". ORCID 0009-0005-4381-2900

Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia

**Corresponding author:** D. Yu. Shestakova, e-mail: daria@venidiktova.ru.

Статья поступила / Received 20.01.2024  
Получена после рецензирования / Revised 25.01.2024  
Принята в печать / Accepted 25.02.2024

**Для цитирования:** Борсуков А.В., Шестакова Д.Ю., Скутарь А.И. Спектр диагностических возможностей ультразвуковой эластометрии печени у пациентов с хронической сердечной недостаточностью и диффузными изменениями в печени. Медицинский алфавит. 2024;(6):47–53. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-6-51-57>

**For citation:** Borsukov A.V., Shestakova D.Yu., Skutar' A.I. The range of diagnostic possibilities of ultrasound liver elastometry in patients with chronic heart failure and diffuse changes in the liver. Medical alphabet. 2024;(6):47–53. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-6-51-57>

