

DOI: 10.47026/2413-4864-2023-4-31-43

УДК 616.36-073.43:[616.98:578.834.1+616.12-008.46:616.36]

ББК Р413.51-439:P514.31

В.Н. ДИОМИДОВА, О.В. ВАЛЕЕВА, Л.Н. ВАСИЛЬЕВА, Е.А. РАЗБИРИНА

ИНФОРМАТИВНОСТЬ ТРАНЗИЕНТНОЙ И ДВУМЕРНОЙ ЭЛАСТОГРАФИИ СДВИГОВОЙ ВОЛНОЙ В ОЦЕНКЕ ЖЕСТКОСТИ ПЕЧЕНИ ПРИ ПОСТКОВИДНОМ И СЕРДЕЧНО-ПЕЧЕНОЧНОМ СИНДРОМАХ

Ключевые слова: эластография, сдвиговая волна, печень, постковидный синдром, хроническая сердечная недостаточность, сердечно-печеночный синдром, корреляция.

Ультразвуковая эластография при диффузных заболеваниях печени позволяет оценить жесткость печени и спрогнозировать дальнейшее течение заболевания, определить тактику ведения пациента при постковидном и сердечно-печеночном синдроме.

Цель исследования – изучить диагностическую информативность и оценить корреляционную связь технологий одномерной и двумерной эластографии сдвиговой волной с эластометрией в оценке жесткости печени у пациентов при постковидном и сердечно-печеночном синдромах.

Материалы и методы. Проведен сравнительный анализ информативности и корреляционной связи между результатами одномерной и двумерной эластографии сдвиговой волной печени 85 пациентов при постковидном (N1; n = 30) и сердечно-печеночном (N2; n = 25) синдромах. Контрольную группу (N3; n = 30) составили лица, не болевшие новой коронавирусной инфекцией COVID-19 и без какой-либо патологии печени и желчевыводящей системы. В контрольной группе исследование жесткости паренхимы печени при эластографии сдвиговой волной проводилось по долям и сегментам. В статистическом анализе применяли стандартные алгоритмы вариационной статистики с учетом типа распределения данных. Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95%-ного доверительного интервала (95% ДИ). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1–Q3).

Результаты исследования. Значение жесткости (E_{mean}) в проекции VI, VII сегментов имели большие значения ($p = 0,02$) по сравнению с аналогичными показателями в остальных сегментах. При транзientной эластографии нами были получены следующие значения E_{mean} : в группе больных с постковидным синдромом (N1) – 10,02 кПа; в группе пациентов с хронической сердечной недостаточностью (N2) – 14,09 кПа, что оказалось достоверно выше показателей жесткости паренхимы печени среди здоровых лиц, где значение E_{mean} составило 4,90 кПа ($p = 0,05$). При эластографии сдвиговой волной результаты также оказались выше в группе больных с хронической сердечной недостаточностью (N2), где E_{mean} составило 20,90 кПа, в сравнении с таковым в группе больных с постковидным синдромом (N1) – 11,86 кПа.

Выводы. Результаты эластографии сдвиговой волной были успешными в 100% случаев, результаты транзientной эластографии – в 84,6% случаев. Корреляционный анализ связи в группе пациентов с хронической сердечной недостаточностью по данным транзientной эластографии и эластографии сдвиговой волной показал слабую положительную прямую линейную корреляцию. При оценке корреляционной связи в группе пациентов с постковидным синдромом получили положительную прямую линейную корреляцию средней силы.

Введение. Повсеместное распространение новой коронавирусной инфекции побудило медицинское сообщество на активное изучение последствий COVID-19 – постковидного синдрома. В первую очередь это коснулось диагностики поражения печени, как центрального органа метаболизма. Печеночное проявление постковидного синдрома (ПКС) [1, 5, 10, 13, 16, 18, 20, 21], составляющее, по данным литературы, 14–53%, обусловлено как прямым вирусным и цитокиновым поражением, так и негативным влиянием лекарственных препаратов и ишемией [13, 16, 18, 21]. Результатами адгезии вируса SARS-CoV-2

на ACE 2 рецепторах гепатоцитов являются очаговые и петехиальные кровоизлияния, участки некроза, микровезикулярный стеатоз, тромбоз портальных сосудов, фиброзные утолщения сосудистой стенки [10, 16, 18, 21].

Наряду с постковидным синдромом на сегодняшний день отмечается рост кардиогенного поражения печени при хронической сердечной недостаточности (ХСН) (40–85,1%), описываемый в литературе в рамках сердечно-печеночного синдрома (СПС) [3, 8, 9, 19, 22]. Патогенетические механизмы печеночной дисфункции при ХСН, в отличие от ПКС, иные, так как обусловлены длительным хроническим повреждающим воздействием факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний на ткань печени. Снижение сердечного выброса и оксигенации крови в артериальном русле печени, а также повышение центрального венозного давления приводит к развитию гепатоцеллюлярного некроза, в последующем – к синтезу коллагена и фиброзированию ткани печени (ФП) [8].

Диагностический интерес к дисфункции печени при ПКС и СПС обусловлен возможностью реорганизации процесса на ранних стадиях поражения, а также оценки прогноза и течения заболевания [2, 20, 22]. Выбор диагностических методов исследования гепатопатий разнообразен и включает инвазивные и неинвазивные варианты визуализации [4]. Неинвазивные методы визуализации, такие как компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) являются дорогостоящими, существует вероятность перекрестного заражения, связанного с необходимостью предварительных гигиенических процедур каждого пациента, в особенности для пациентов палат интенсивной терапии [11, 15]. Наиболее предпочтительным методом визуализации диффузного заболевания печени является ультразвуковая эластография [2, 7, 20, 21]. По данным авторов, преимуществами метода являются простота использования, доступность, удобство транспортировки и санитарной обработки [6, 15], высокая информативность, возможность проведения исследования под оптимальной визуальной навигацией, выбор любой зоны интереса, оценка структуры и функционального состояния печени, отсутствие лучевой нагрузки на пациента и врача [20].

Цель исследования – изучить диагностическую информативность и оценить корреляционную связь технологий одномерной и двумерной эластографии сдвиговой волной с эластометрией в оценке жесткости печени у пациентов при постковидном и сердечно-печеночном синдромах.

Материалы и методы. В исследование включено 85 человек, проходившие лечебно-диагностические манипуляции в БУ «Городская клиническая больница № 1» Минздрава Чувашии. Критериями включения пациентов в исследование являлись: возраст старше 18 лет, наличие информированного согласия, подтвержденные клинико-лабораторными и инструментальными методами инфекция COVID-19, заболевания сердечно-сосудистой системы: гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца с нарушением ритма и хронической сердечной недостаточностью, отсутствие какой-либо патологии печени и сердца и без коронавирусной инфекции COVID-19 в анамнезе.

Критериями невключения в исследование являлись: острые токсические и/или вирусные гепатиты; первичный билиарный холангит, первичный склерозирующий холангит, аутоиммунный гепатит, болезнь Вильсона, гемохроматоз, перегрузка железом, дефицит альфа-1-антитрипсина; цирроз печени с выраженным асцитом согласно клинико-лабораторным и инструментальным данным; желудочно-кишечное кровотечение: признаки активного кровотечения, связанного с язвой желудка, двенадцатиперстной кишки или пищевода; острые

или частые обострения хронических инфекционных заболеваний органов дыхательной системы (трахеит, бронхит, пневмония); злокачественное новообразование: наличие в анамнезе злокачественной опухоли в течение двух лет до начала набора в данное исследование; текущее или планируемое лечение методом лучевой терапии, цитотоксическими химиотерапевтическими и иммуномодулирующими лекарственными средствами (интерлейкины и интерфероны); беременность; грудное вскармливание.

Первую группу (N1) составили 30 человек, перенесших инфекцию COVID-19 с 2020 по 2021 г. в различных формах (пациенты с ПКС); вторую группу (N2) – 25 человек – пациенты с ХСН II А-III стадий, NYHA III – IV ФК на фоне артериальной гипертензии (77,6%), ИБС с нарушением ритма: фибрилляции предсердий (87,2%) и не болевших COVID-19; третью контрольную группу (N3) составили 30 человек, не имевших заболеваний печени и сердца (по клиничко-лабораторным и инструментальным данным) и не болевших COVID-19, что подтверждено в ходе лабораторных исследований отсутствием повышения антигенов IgM и IgG anti-SARS-CoV-2.

Группа пациентов с ПКС включала в себя пациентов без пневмонии и госпитализации, со средней тяжестью течения заболевания и лечением в стационаре и с тяжелой формой с лечением в реанимационном отделении. В связи с одновременным вовлечением в патологический процесс практически всех систем и органов клинические проявления COVID-19 были многогранны, в связи с этим совокупность множественных проявлений перенесенной инфекции объединено термином «постковидный синдром».

Данные о распределении пациентов исследуемых групп по полу и возрасту представлены в табл. 1.

Таблица 1

Общая клиническая характеристика больных

Группы	Средний возраст, лет	Мужчины		Женщины		Всего	
		абс.	%	абс.	%	абс.	%
1-я группа, пациенты с ПКС (n = 30)	51,4±1,42	9	10,6	21	24,7	30	35,3
2-я группа, пациенты с ХСН (n = 25)	58,6±1,42	12	14,1	13	15,2	30	29,4
3-я группа контрольная (n = 30)	43±2,64	14	16,5	16	18,8	30	35,3

Примечание. $p < 0,05$.

Всем пациентам была проведена лабораторная диагностика в утреннее время строго натощак: общий анализ крови, биохимический анализ крови для оценки состояния печени (сывороточные уровни аспартатаминотрансферазы (АСТ), аланинаминотрансферазы (АЛТ), щелочной фосфатазы, билирубина, С-реактивный белок) и коагулограмма для оценки системы гемостаза (D-димер, протромбиновое время, международное нормализованное отношение – МНО, сывороточный альбумин), уровень антител IgM и IgG SARS-CoV-19. Перед забором крови у каждого пациента было 20–30 мин для ожидания в состоянии физического покоя. Динамика лабораторных показателей отслеживалась в клиничко-диагностической лаборатории одного медицинского учреждения при максимально сходных условиях.

Ультразвуковые исследования органов брюшной полости (в том числе эластография и эластометрия печени) были проведены на ультразвуковых аппаратах AIXPLORER (SuperSonicImagine, Франция) и Фиброскан (FibroScan, Франция), HS50 цифровой ультразвуковой диагностической системе Samsung Medison с использованием конвексного электронного датчика 3,5–5,0 МГц.

Каждому исследуемому пациенту было проведено мультипараметрическое ультразвуковое исследование (МПУЗИ) печени, которое заключалось в следующем.

1. В В-режиме проводилась оценка формы, размеров правой и левой долей печени (мм), однородности и эхогенности паренхимы печени, ее звукопроводимости, визуализации диафрагмы, крупных и мелких сосудов с последующим определением степени выраженности стеатоза печени (1-3); диаметра холедоха (мм), наличия очаговых образований, регенеративных узлов, характера края печени, наличия свободной жидкости в брюшной полости; линейных размеров селезенки (мм) с последующим определением ее площади (см²).

2. В режиме ЦДК оценены качественные показатели кровотока в сосудах портального тракта, проведена ультразвуковая доплерография сосудов печени: визуализация крупных и мелких внутripеченочных сосудов, диаметра воротной вены (мм), скорости тока крови в ее просвете (V_{min} , V_{max}), объема крови (FW), наличия тромбов, диаметра нижней полой вены, скорости тока крови в ее просвете (V_{min} , V_{max}), наличия тромбов, типа кровотока (гепатопортальный, двухфазовый, гепатофугальный), диаметра селезеночной вены, скорости тока крови в ней (V_{min} , V_{max}), объема (FW).

3. Проведены транзиентная эластография (ТЭ) и эластография сдвиговой волной (ЭСВ) в режиме реального времени. Количественная оценка фиброза печени (F0–F4) производилась в кПа (по морфологической шкале METAVIR). Стандартизация результатов проводилась с использованием эластографической линейки 2.0, согласно которой клинически незначимый ФП (F0–F1) считается при показателях эластографии печени сдвиговой волной < 7,0 кПа; F2 – при значениях показателей в интервале 7,1–8,0 кПа; F3 – в интервале 8,0–10,1 кПа; F4 – > 10,1 кПа соответственно.

Все полученные данные мультипараметрического ультразвукового исследования печени были включены в разработанный нами протокол ультразвуковой эластографии сдвиговой волной с эластометрией, что позволило нам объединить и эффективно проанализировать данные исследования пациентов разных групп.

Мультипараметрическое ультразвуковое исследование печени в В-режиме позволяло также оценить наличие и выраженность гепатомегалии, спленомегалии, признаков портальной гипертензии, гиперплазии лимфатических узлов в проекции ворот печени и в парагастральной области, наличие признаков внутripечёночного холестаза и изменений со стороны желчного пузыря, экоструктуру, эхогенность и степень выраженности сосудистого рисунка печени. В режиме цветового доплеровского картирования определяли направление кровотока в сосудах: печеночных венах, печеночной артерии и воротной вене, наличие/отсутствие признаков окклюзии. При ультразвуковой доплерографии портального тракта определяли проходимость, направление кровотока в портальной вене, наличие анатомических аномалий, наличие и проходимость портосистемных шунтов, диаметр воротной вены, дыхательную модуляцию воротной, селезеночной и верхней брыжеечной вен, скоростные показатели кровотока.

Для оптимального получения данных эластометрии сдвиговой волной (ЭСВ) учитывали все факторы, улучшающие качество исследования: эластометрические измерения проводились не ранее чем через четыре часа от последнего

приема пищи, в расслабленном, спокойном состоянии пациента в положении лежа на спине с отведенной вверх и за голову правой рукой (для расширения межреберных промежутков). При спокойном произвольном дыхании пациента без акцента на глубине дыхания, на задержке дыхания без глубокого вдоха выполнялась эластография с эластометрией. В зависимости от типа телосложения пациента из межреберного доступа, преимущественно по правой передней подмышечной линии на уровне 5–10 межреберий, оценка жесткости в сегментах правой доли печени проводилась в зоне визуализации наиболее однородной паренхимы печени (под визуальной навигацией во избежание нежелательных анатомических печеночных структур – крупных сосудов и связок печени, желчного пузыря и др.). Датчик устанавливался вдоль ребер строго перпендикулярно к поверхности кожи (с минимальным давлением на нее). Район интереса выбирался перпендикулярно капсуле печени на 1,5–2,0 см ниже капсулы Глиссона. Измерение проводилось на середине спокойного вдоха, при полном отсутствии движения датчика и достижении полной стабилизации цветового прокрашивания окна интереса (экспозиция неподвижным датчиком менее 5 с). Для анализа эластометрических значений выбирались только стабильные эластограммы, полностью и равномерно заполненные цветом.

Проводили 10 независимых измерений, определяли медиану измерений средних значений, которая характеризовала жесткость паренхимы печени в кПа, рассчитывали показатель интерквартильного размаха (IQR). Однородным результатом измерения считалось то, при котором соотношение IQR/медиана составляло менее 30%. Для оценки стадии ФП использовали пороговые значения, предложенные G. Ferraioli et al., согласно которым степень фиброза оценивают по шкале METAVIR следующим образом: нет фиброза/не выраженный фиброз F0–F1 – до 6,43 кПа; значительный фиброз F2 – 6,43–9,54 кПа; выраженный фиброз F3 – 9,54–11,34 кПа; цирроз печени F4 – более 11,34 кПа [14]. Все проводимые стандартные измерения включались в протокол для последующего анализа.

Статистический анализ результатов исследования проводили с использованием программных обеспечений Statistica SPSS 26 и StatTech v. 3.1.10 Применяли стандартные алгоритмы вариационной статистики с учетом типа распределения данных. Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро–Уилка.

Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95%-ного доверительного интервала (95% ДИ). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей ($Q1$ – $Q3$).

Достоверность исследования оценивали по непараметрическому критерию U-критерию Манна–Уитни.

Прогностическая модель, характеризующая зависимость количественной переменной от факторов, разрабатывалась с помощью метода линейной регрессии. При всех методах определялся уровень значимости p (различия считались достоверными при $p < 0,05$).

Результаты исследования и их обсуждение. Качественная и количественная оценка ультразвукового изображения печени в группах пациентов проводилась в соответствии с протоколом МПУЗИ. При этом в зависимости от выраженности печеночной дисфункции в группах пациентов N1 и N2

в сравнении с данными группы N3 были получены различия критериев ($p < 0,05$), которые выражались в следующем:

- характер диффузных изменений паренхимы печени,
- проводимость ультразвуковых волн в различных сегментах печени в зависимости от глубины зондирования,
- характер эхогенности печени,
- показатель жесткости/упруго-эластичных свойств паренхимы печени;
- характер кровотока в печеночных сосудах,
- изменение размеров печени,
- форма печени.

При этом значения жесткости паренхимы печени в группах отличались и имели высокую статистическую значимость ($p < 0,05$) (рис. 1–3).

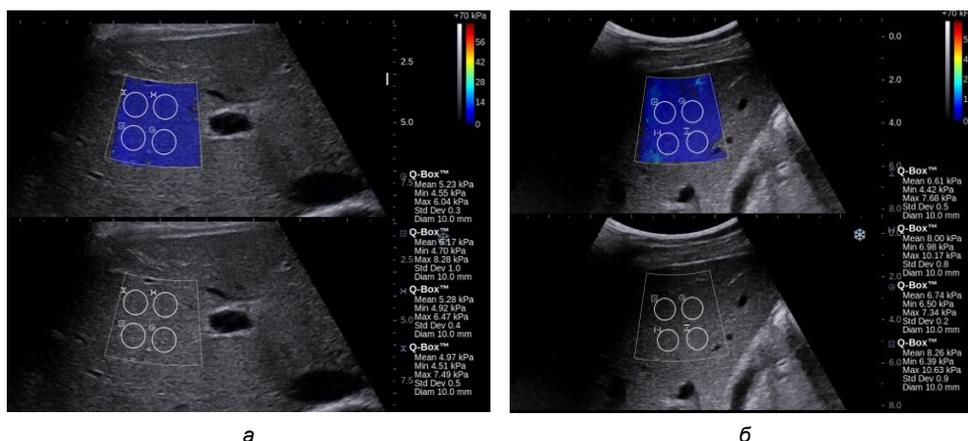


Рис. 1. Эластограммы печени (ЭСВ): здорового (а) и пациента с постковидным синдромом (б) с умеренной печеночной дисфункцией

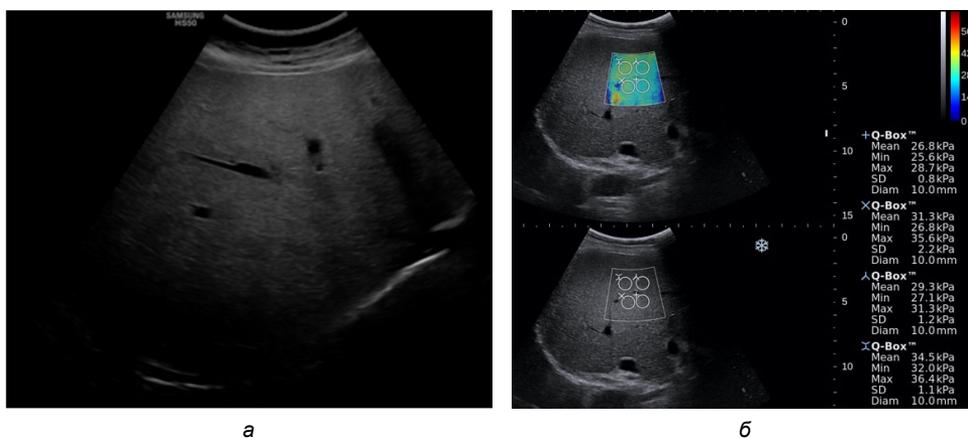


Рис. 2. Эхограмма (а) и эластограмма (б) печени пациента с постковидным синдромом с выраженной печеночной дисфункцией

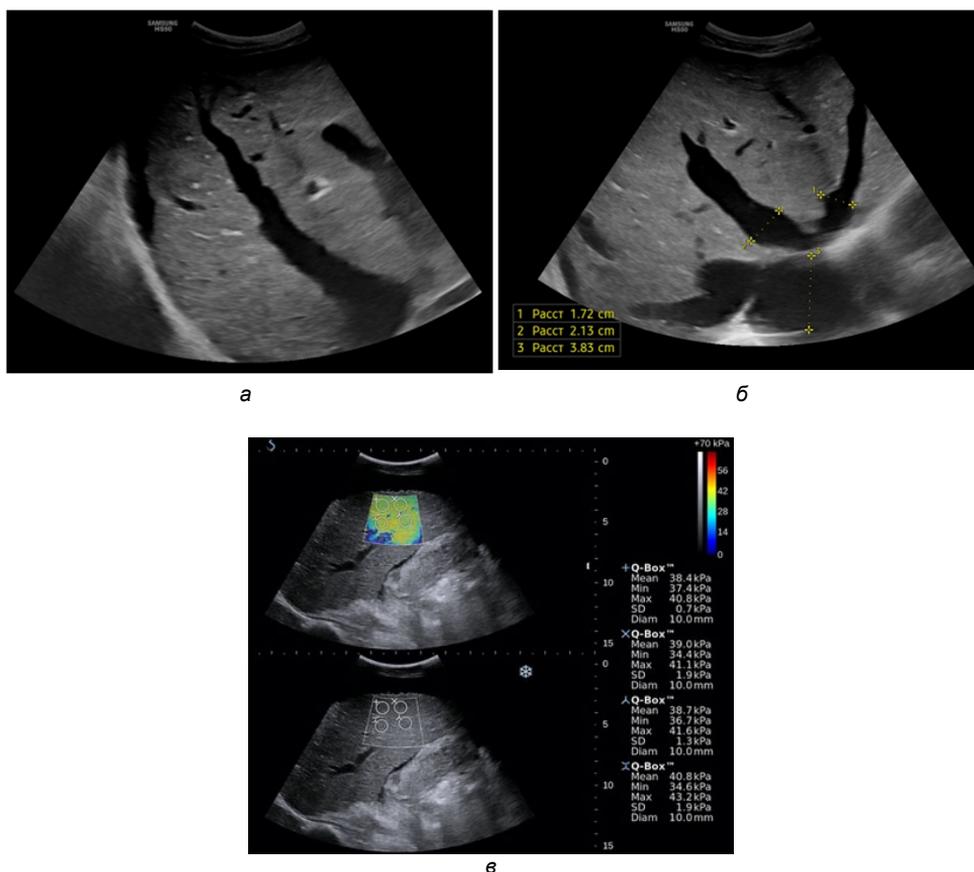


Рис. 3. Эхограммы (а, б) и эластограмма (в) печени пациента с хронической сердечной недостаточностью

Нами изучены возможности ЭСВ и ТЭ при оценке жесткости паренхимы печени у здоровых и пациентов с ПКС и ХСН.

Значения E_{mean} жесткости паренхимы печени при ЭСВ по ее сегментам в группе N3 имели меньшие значения в IV, V сегментах (4,5–5,2 кПа;) и были больше в шестом и седьмом сегментах (5,7–5,9 кПа) ($p = 0,02$), (табл. 2). По данным ТЭ были выявлены следующие значения E_{mean} жесткости паренхимы печени: в группе больных с ПКС (N1) – 10,02 кПа; в группе пациентов с ХСН (N2) – 14,09 кПа, что оказалось достоверно выше показателем жесткости паренхимы печени в группе N3, где значение E_{mean} составило 4,9 кПа ($p = 0,05$) (табл. 3). Нами также проведен анализ, однако не обнаружено достоверных признаков потенциального воздействия факторов пола ($p = 0,16$) и возраста ($p = 0,48$) на эластометрические значения печеночной паренхимы.

Сравнительный анализ результатов ТЭ и ЭСВ в группах исследований позволил установить следующее: значения жесткости паренхимы печени, полученные с помощью технологии ЭСВ, были несколько выше показателей, полученных с помощью технологии ТЭ ($p < 0,01$). Корреляционный анализ результатов ТЭ и ЭСВ показал, что соотношение значений в исследуемых группах при этом были сопоставимы как по данным ЭСВ, так и по данным ТЭ, большие

значения жесткости печеночной паренхимы отмечены в группе больных с ПКС (N1), несколько меньшие – в группе пациентов с ХСН (N2), которые статистически были значимо выше, чем значения жесткости в группе N3 (табл. 3).

Таблица 2

Значения модуля упругости Юнга (кПа) печени в исследуемых группах по данным двумерной эластографии с эластометрией, кПа

Группа исследования	E_{mean}	E_{max}
Здоровые (3-я группа) ($n = 30$)	5,60 (5,3 – 6,1)	6,6 (5,6 – 7,3)
1-я группа (ПКС) ($n = 30$)	11,86* (7,0 – 15,0)	16,5 (14,0 – 18,2)
2-я группа (ХСН) ($n = 25$)	20,9* (9,0 – 24,0)	27,8 (11,6– 34,2)

Примечание. На первой строке представлена медиана, на второй – 25–75-й процентилю; * – достоверные различия при сравнении с группой здоровых при $p < 0,05$.

Таблица 3

Корреляционный анализ между результатами ТЭ и ЭСВ печени у пациентов в группах исследования (N1, N2)

Критерии	Группа			
	N1		N2	
	ТЭ	ЭСВ	ТЭ	ЭСВ
Средняя арифметическая, M	10,02	11,86	14,09	22,60
Стандартная ошибка, m	0,55574	0,34351	0,52714	0,72452
Достоверность по непараметрическому критерию U -критерий Манна–Уитни	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Корреляция, R	0,24		0,60	

Корреляционный анализ связи в группе ХСН по данным ТЕ и ЭСВ показал слабую положительную прямую линейную корреляцию. Сравнительный анализ двух независимых групп проводился при помощи U -критерия Манна–Уитни для количественных переменных и показал высокую достоверность при ХСН.

При оценке корреляционной связи в группе ПКС отмечается положительная прямая линейная корреляция средней силы. Изучение динамики количественных переменных проведено с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена, в ходе анализа получены высокие уровни значимости ($p < 0,001$).

Результаты, полученные при сравнительном анализе методик ТЭ и ЭСВ, показали, что использование технологий ЭСВ позволяет расширить возможности определения качественных и количественных показателей жесткости печени, повышает возможность диагностики поражения печени при ПКС и ХСН. Основными преимуществами ЭСВ перед ТЭ являются: проведение исследования под визуальным контролем серошкального изображения, возможность измерения значений во всех интересующих сегментах печени (IV, V, VI, VII), исключая зоны с крупными сосудами и связками, что невозможно при ТЭ. Положительными моментами ЭСВ также являлись отсутствие компрессии, хорошая воспроизводимость метода, что существенно повышает объективность результатов.

Таким образом, результаты позволяют рассматривать данные комплексной эластографии сдвиговой волной и данные транзитной эластографии как один из алгоритмов обследования пациентов, при котором существует возможность взаимозаменяемости, а также решения вопроса о проведении или исключении какого-либо метода эластографического обследования.

Разработанная методика проведения мультипараметрического исследования печени с соблюдением протокола комплексной оценки в В-режиме с анализом структуры, признаков перипортального фиброза, экзогенности паренхимы, оценкой в режиме ЦДК качественных показателей кровотока в сосудах портального тракта, анализом данных ультразвуковой доплерографии сосудов печени, эластографии сдвиговой волны печени с использованием ультразвуковой визуализации позволила повысить эффективность ее использования до 100% (все процедуры были успешно завершены), показала более высокую диагностическую значимость по сравнению с результатами ТЭ, эффективность которой составила 84,6%. В исследование не включались случаи ТЭ при выраженном асците, избыточной массе тела, узких межреберных промежутках и особенностях подкожно-жировой клетчатки пациентов. У части больных в зависимости от типа телосложения измерения оказались нерезультативными, особенно у гиперстеников. Следует отметить, что некоторые пациенты с ПКС имели избыточную массу тела, однако в данной группе пациентов проведение ЭСВ оказалось более успешным, чем ТЭ.

В ходе исследования определились значимые различия в средних показателях сдвиговой волны у пациентов с ПКС и у пациентов с ХСН по сравнению с показателями в контрольной группе ($p < 0,01$). У пациентов контрольной группы показатель жесткости паренхимы печени ЭСВ не выходил за пределы нормальных значений. Высокие показатели были получены у пациентов с застойной ХСН. Самые высокие показатели были получены у пациентов с ПКС, что, вероятно, было связано гепато- и холангиоцеллюлярным повреждением, наличием лобулярного и портального воспаления, разной степени выраженности стеатоза, участков апоптоза.

Результаты статистической обработки позволили рассматривать комплексную эластографию печени сдвиговой волной в составе алгоритма обследования пациентов с диффузными заболеваниями печени, а также в качестве возможности замены транзиентной эластографии, особенно у постковидной группы пациентов.

Если в настоящее время для оценки степени фиброза методом ТЭ используется стандартная шкала METAVIR, то для ЭСВ печени остаются неразработанными стандартные значения и нет четкого подразделения на степени развития ФП. Это актуализирует проведение дальнейших исследований, внедрение методики ЭСВ в диагностический алгоритм исследования пациентов с ФП с последующим анализом полученных результатов. Нами получены значения модуля упругости Юнга печени как у здоровых, так и у больных с различными диффузными поражениями печени, которые могут использоваться в дальнейшей работе.

В работе А.В. Борсукова, согласно рекомендациям европейских и мировых экспертов, эластография сдвиговой волны может быть использована в качестве первой линии для оценки выраженности фиброза печени [1].

Первое клиническое исследование методики SWE было опубликовано E. Bavi et al., которые провели сравнительную оценку стадий фиброза у 113 пациентов с ХГС при помощи SWE, ТЭ и биопсии печени [12]. Площадь под ROC-кривой (Area Under Curve, AUC) для значений эластичности, оцененных с помощью SWE, составила: 0,95 для стадии F2, 0,96 для стадии F3 и 0,97 для цирроза печени. В этом исследовании показатели AUC для SWE были выше, чем для ТЭ, для диагностики фиброза F2 и F3 и цирроза [12].

G. Ferraioli et al. также сравнивали SWE с ТЭ и биопсией печени [14]. Предельное значение составило 7,4 кПа для $F \geq 2$ (AUC = 0,91), 8,7 кПа для $F \geq 3$ (AUC = 0,99) и 9,2 кПа для F4 (AUC = 0,97). Результаты были схожи со значениями, полученными в предыдущем исследовании.

V. Leung et al. провели исследование в группе пациентов с ХГВ, сравнивая ТЭ и SWE печени и селезенки [17]. SWE печени показала значительно более высокую точность, чем ТЭ печени и SWE селезенки на всех стадиях фиброза. AUC для SWE печени, ТЭ печени и SWE селезенки составили: 0,86, 0,80 и 0,81 соответственно для легкого фиброза (стадия F1); 0,88, 0,78 и 0,82 – для умеренного фиброза (стадия F2); 0,93, 0,83 и 0,83 – для тяжелого фиброза (стадия F3); 0,98, 0,92 и 0,84 – для цирроза (стадия F4). SWE печени наиболее надежна при оценке стадии фиброза [17].

Выводы. 1. Анализ корреляционной связи между результатами транзientной и двумерной эластографии сдвиговой волной в оценке жесткости печени при постковидном и сердечно-печеночном синдромах показал высокий уровень значимости количественных переменных (коэффициент ранговой корреляции Спирмена, $p < 0,001$). Корреляционный анализ связи в группе ХСН по данным ТЕ и ЭСВ показал слабую положительную прямую линейную корреляцию. Сравнительный анализ двух независимых групп проводился при помощи U-критерия Манна–Уитни для количественных переменных и показал высокую достоверность при ХСН. При оценке корреляционной связи в группе ПКС получили положительную прямую линейную корреляцию средней силы.

2. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной с эластометрией является оптимальным методом получения информации о состоянии жесткости паренхимы печени у пациентов как с ПКС, так и с ХСН со значительной диагностической доступностью и исследовательской согласованностью результатов транзientной эластографии и эластографии сдвиговой волной.

3. Эффективность оценки жесткости паренхимы печени методом эластографии сдвиговой волной зависит от соблюдения алгоритма выполнения процедуры. Результаты эластографии сдвиговой волной были успешными в 100% случаев, тогда как результаты транзientной эластографии в 84,6% случаев.

4. Наиболее высокие показатели жесткости печени были получены у пациентов с ПКС, что связано как с многофакторным влиянием инфекционного характера, так и с фармакодинамикой лекарственных средств.

5. Мультипараметрическое исследование печени: эластометрия сдвиговой волной в сочетании с B-режимом и доплерографией позволяет спрогнозировать дальнейшее течение заболевания и определить тактику ведения пациента.

Литература

1. Борсуков А.В. Адаптация мировых и европейских рекомендаций по эластографии печени для отечественной лучевой диагностики // Медицинская визуализация. 2017. Т. 21, №6. С. 63–71.
2. Васильева Л.Н., Ксенофонтова А.Г., Баюкова С.В. Сердечно-печеночный синдром: инновационная диагностика методом ультразвуковой эластографии // Acta Medica Eurasica. 2022. № 1. С. 9–18.
3. Диомидова В.Н., Разбирова Е.А., Валеева О.В., Васильева Л.Н. Эффективность эластографии сдвиговой волной в оценке поражения печени у пациентов с постковидным синдромом // Acta Medica Eurasica. 2022. № 3. С. 99–113.
4. Диомидова В.Н., Васильева Л.Н., Валеева О.В., Петрова О.В. Возможности ультразвуковой эластографии в оценке поражения печени при хронической сердечной недостаточности // Практическая медицина. 2021. Т. 19, № 5. С. 27–31.
5. Ильченко Л.Ю., Никитин И.Г., Федоров И.Г. COVID-19 и поражение печени // Архив внутренней медицины. 2020. № 10(3). С. 188–197.

6. Кулебина Е.А., Сурков А.Н., Усольцева О.В. Неинвазивная диагностика фиброза печени: возможности инструментальных методик на современном этапе // РМЖ. Медицинское обозрение. 2020. № 4(5). С. 297–301.
7. Павлов Ч.С. Фиброз печени при хронических вирусных гепатитах: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2009. 34 с.
8. Прогностическое значение плотности печени при декомпенсации сердечной недостаточности: результаты проспективного наблюдательного исследования, основанные на данных непрямой эластометрии / А.Е.Соловьева, Ж.Д. Кобалава, С.В. Виллевальде и др. // Кардиология. 2018. Т. 28, № 10. С. 20–32.
9. Ткач С.М. Заболевания печени и печеночная дисфункция у больных с сердечной недостаточностью // Серцева недостатність та коморбідні стани. 2017. № 3. С. 90–96.
10. Хасанова Д.Р., Житкова Ю.В., Васкаева Г.Р. Постковидный синдром: обзор знаний о патогенезе, нейропсихиатрических проявлениях и перспективах лечения // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2021. № 13(3). С. 93–98.
11. Antúnez-Montes O.Y., Buonsenso D. Routine use of point of care lung ultrasound during the COVID-19 pandemic. *Med Int.*, 2020, vol. 46(1), pp. 42–45.
12. Bavu E., Gennison J.L., Couade M. et al. Noninvasive in vivo liver fibrosis evaluation using supersonic shear imaging: a clinical study on 113 hepatitis C virus patients. *Ultrasound Med Biol*, 2011, vol. 37, pp. 1361–1373. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2011.05. 016.
13. Bertolini A., van de Peppel I.P., Bodewes F.A., Moshage H. et al. Abnormal liver function tests in COVID-19 patients: relevance and potential pathogenesis. *Hepatology*, 2020, vol. 72(5), pp. 1864–1872.
14. Ferraioli G., Tinelli C., Dal Bello B. et al. Accuracy of real-time shear wave elastography for assessing liver fibrosis in chronic hepatitis C: a pilot study. *Hepatology*, 2012, vol. 56, pp. 2125–2133. DOI: 10.1002/hep.25936.
15. Gargani L., Soliman-Aboumarie H., Volpicelli G. et al. Why, when, and how to use lung ultrasound during the COVID-19 pandemic: enthusiasm and caution. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2020, vol. 21(9), pp. 941–948.
16. Garrido I., Liberal R., Macedo G. Review article: COVID-19 and liver disease – what we know on 1st May 2020. *Aliment Pharmacol Ther.*, 2020, vol. 52(2), pp. 267–275.
17. Leung V., Shen J., Wong V. et al. Quantitative elastography of liver fibrosis and spleen stiffness in chronic hepatitis B carriers: comparison of shear-wave elastography and transient elastography with liver biopsy correlation. *Radiology*, 2013. vol. 269, pp. 910–918. DOI: 10.1148/radiol.13130128.
18. Metaweia M.I., Yousif W.I., Moheb I. COVID 19 and liver: An A–Z literature review. *Digestive and liver disease*, 2021, vol. 53, no. 2, pp. 146–152.
19. Nikolaou M., Parissis J., Yilmaz M. Liver function abnormalities, clinical profile, and outcome in acute decompensated heart failure. *Eur Heart J*, 2012, vol. 34(10), pp. 742–749.
20. Olry A., Meunier L., Delire B., Larrey D. et al. Drug Induced Liver Injury and COVID 19 Infection: The Rules Remain the Same. *Drug Safety*, 2020, vol. 43, pp. 615–617.
21. Radzina M., Putrins D.S., Micena A. et al. Post-COVID-19 Liver Injury: Comprehensive Imaging With Multiparametric Ultrasound. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 2022, vol. 41(4), pp. 935–949.
22. Shah S.C., Sass D.A. A review of liver dysfunction in heart failure. *Liver Res Open J. Cardiac Hepatopathy*, 2015, vol. 1(1), pp. 1–10.

ДИОМИДОВА ВАЛЕНТИНА НИКОЛАЕВНА – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой пропедевтики внутренних болезней с курсом лучевой диагностики, Чувашский государственный университет; заведующая отделением ультразвуковой диагностики, Городская клиническая больница № 1, Россия, Чебоксары (diomidovavn@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3627-7971>).

ВАЛЕЕВА ОЛЬГА ВИТАЛЬЕВНА – кандидат медицинских наук, доцент кафедры пропедевтики внутренних болезней с курсом лучевой диагностики, Чувашский государственный университет; врач ультразвуковой диагностики, Городская клиническая больница № 1, Россия, Чебоксары (valeeva-usd@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0349-1883>).

ВАСИЛЬЕВА ЛИДИЯ НИКОЛАЕВНА – старший преподаватель кафедры пропедевтики внутренних болезней с курсом лучевой диагностики, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары (klini21@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3298-3051>).

РАЗБИРИНА ЕКАТЕРИНА АНАТОЛЬЕВНА – ассистент кафедры пропедевтики внутренних болезней с курсом лучевой диагностики, Чувашский государственный университет; врач ультразвуковой диагностики, Больница скорой медицинской помощи, Россия, Чебоксары (razbirinae@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3189-0360>).

Valentina N. DIOMIDOVA, Olga V. VALEEVA, Lidiya N. VASILYEVA, Ekaterina A. RAZBIRINA

INFORMATIVENESS OF TRANSIENT AND TWO-DIMENSIONAL SHEAR WAVE ELASTOGRAPHY IN ASSESSING OF LIVER STIFFNESS IN POST-COVID-19 AND CARDIOHEPATIC SYNDROMES

Key words: elastography, shear wave, liver, post-COVID syndrome, chronic heart failure, cardiohepatic syndrome, correlation.

Ultrasound elastography of diffuse liver diseases allows to assess liver stiffness and predict the further course of the disease, determine the tactics of patient's management for post-Covid and cardiohepatic syndrome.

The purpose of the research – to study the diagnostic informativeness and evaluate the correlation between one-dimensional and two-dimensional shear wave elastography technologies with elastometry in assessing liver stiffness in patients with post-COVID and cardiohepatic syndromes.

Materials and methods. A comparative analysis of the information content and correlation between the results of one-dimensional and two-dimensional shear wave elastography of the liver was carried out in 85 patients with post-COVID (N1; n = 30) and cardiohepatic (N2; n = 25) syndromes. The control group (N3; n = 30) consisted of patients without the new coronavirus infection COVID-19 and without any pathology of the liver and biliary system. In the control group, the study of liver parenchyma stiffness using shear wave elastography was carried out by lobes and segments. Standard variation statistics algorithms were used, taking into account the type of data distribution in the statistical analysis. Quantitative indicators with a normal distribution were described using arithmetic means (M) and standard deviations (SD), boundaries of the 95% confidence interval (95% CI). In the absence of a normal distribution, quantitative data were described using the median (Me) and lower and upper quartiles (Q1–Q3).

Research results. The stiffness values (E_{mean}) in the projection of segments VI, VII had larger values (p = 0.02) when compared with other segments. We obtained the following E_{mean} values in transient elastography: in the group of patients with post-COVID syndrome (N1) – 10.02 kPa; in the group of patients with chronic heart failure (N2) – 14.09 kPa, which turned out to be significantly higher than the stiffness of the liver parenchyma among healthy individuals, where the E_{mean} value was 4.90 kPa (p = 0.05). With shear wave elastography, the results were also higher in the group of patients with chronic heart failure (N2), where E_{mean} was 20.90 kPa, compared to the group of patients with post-COVID syndrome (N1) – 11.86 kPa.

Conclusions. The results of shear wave elastography were successful in 100% of cases, the results of transient elastography in 84.6% of cases. Correlation analysis of connections in a group of patients with chronic heart failure according to TE and SWE showed a weak positive direct linear correlation. A positive direct linear correlation of medium strength was obtained in assessing the correlation in the group of patients with post-COVID syndrome.

References

1. Borsukov A.V. *Adaptatsiya mirovykh i evropeiskikh rekomendatsii po elastografii pecheni dlya otechestvennoi luchevoi diagnostiki* [Adaptation of world and European recommendations on liver elastography for domestic radiological diagnostics]. *Meditinskaya vizualizatsiya*, 2017, vol. 21, no. 6, pp. 63–71.
2. Vasil'eva L.N., Ksenofontova A.G., Bayukova S.V. *Serdechno-pechenochnyi sindrom: innovatsionnaya diagnostika metodom ul'trazvukovoi elastografii* [Cardiohepatic syndrome: innovative diagnostics using ultrasound elastography]. *Acta Medica Eurasica*, 2022, no. 1, pp. 9–18.
3. Diomidova V.N., Razbirina E.A., Valeeva O.V., Vasil'eva L.N. *Effektivnost' elastografii sdvigovoi volnoi v otsenke porazheniya pecheni u patsientov s postkovidnym sindromom* [Efficacy of shear wave elastography in assessing liver damage in patients with post-Covid syndrome]. *Acta Medica Eurasica*, 2022, no. 3, pp. 99–113.
4. Diomidova V.N., Vasil'eva L.N., Valeeva O.V., Petrova O.V. *Vozmozhnosti ul'trazvukovoi elastografii v otsenke porazheniya pecheni pri khronicheskoi serdechnoi nedostatochnosti* [Possibilities of ultrasound elastography in assessing liver damage in chronic heart failure]. *Prakticheskaya meditsina*, 2021, vol. 19, no. 5, pp. 27–31.
5. Il'chenko L.Yu., Nikitin I.G., Fedorov I.G. *COVID-19 i porazhenie pecheni* [COVID-19 and liver damage]. *Arkhiv vnutrennei meditsiny*, 2020, no. 10(3), pp. 188–197.
6. Kulebina E.A., Surkov A.N., Usol'ceva O.V. *Neinvazivnaya diagnostika fibroza pecheni: vozmozhnosti instrumental'nykh metodik na sovremennom etape* [Non-invasive diagnosis of liver fibrosis: possibilities of instrumental techniques at the present stage]. *RMZh. Meditsinskoe obozrenie*, 2020, no. 4(5), pp. 297–301.
7. Pavlov Ch.S. *Fibroz pecheni pri khronicheskikh virusnykh gepatitakh: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk* [Liver fibrosis in chronic viral hepatitis. Doct. Diss.] Moscow, 2009, 34 p.

8. Solov'eva A.E., Kobalava Zh.D., Villeval'de S.V. et al. *Prognosticheskoe znatshenie plotnosti pecheni pri dekompensatsii serdechnoi nedostatochnosti: rezul'taty prospektivnogo nablyudatel'nogo issledovaniya, osnovannye na dannykh nepryamoj elastometrii* [Prognostic value of liver density in decompensated heart failure: results of a prospective observational study based on indirect elastometry data]. *Kardiologiya*, 2018, vol. 28, no. 10, pp. 20–32.

9. Tkach S.M. *Zabolevaniya pecheni i pechenochnaya disfunktsiya u bol'nykh s serdechnoi nedostatochnost'yu* [Liver diseases and liver dysfunction in patients with heart failure]. *Sertseva nedostatnist' ta komorbidni stani*, 2017, no. 3, pp. 90–96.

10. Khasanova D.R., Zhitkova Yu.V., Vaskaeva G.R. *Postkovidnyi sindrom: obzor znaniy o patogeneze, neiropsikhiatricheskikh proyavleniyakh i perspektivakh lecheniya* [Post-Covid syndrome: a review of knowledge about pathogenesis, neuropsychiatric manifestations and treatment prospects]. *Nevrologiya, neiropsikhiatriya, psikhosomatika*, 2021, no. 13(3), pp. 93–98.

11. Antúnez-Montes O.Y., Buonsenso D. Routine use of point of care lung ultrasound during the COVID-19 pandemic. *Med Int.*, 2020, vol. 46(1), pp. 42–45.

12. Bavu E., Gennisson J.L., Couade M. et al. Noninvasive in vivo liver fibrosis evaluation using supersonic shear imaging: a clinical study on 113 hepatitis C virus patients. *Ultrasound Med Biol*, 2011, vol. 37, pp. 1361–1373. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2011.05.016.

13. Bertolini A., van de Peppel I.P., Bodewes F.A., Moshage H. et al. Abnormal liver function tests in COVID-19 patients: relevance and potential pathogenesis. *Hepatology*, 2020, vol. 72(5), pp. 1864–1872.

14. Ferraioli G., Tinelli C., Dal Bello B. et al. Accuracy of real-time shear wave elastography for assessing liver fibrosis in chronic hepatitis C: a pilot study. *Hepatology*, 2012, vol. 56, pp. 2125–2133. DOI: 10.1002/hep.25936.

15. Gargani L., Soliman-Aboumarie H., Volpicelli G. et al. Why, when, and how to use lung ultrasound during the COVID-19 pandemic: enthusiasm and caution. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2020, vol. 21(9), pp. 941–948.

16. Garrido I., Liberal R., Macedo G. Review article: COVID-19 and liver disease – what we know on 1st May 2020. *Aliment Pharmacol Ther.*, 2020, vol. 52(2), pp. 267–275.

17. Leung V., Shen J., Wong V. et al. Quantitative elastography of liver fibrosis and spleen stiffness in chronic hepatitis B carriers: comparison of shear-wave elastography and transient elastography with liver biopsy correlation. *Radiology*, 2013, vol. 269, pp. 910–918. DOI: 10.1148/radiol.13130128.

18. Metaweia M.I., Yousif W.I., Moheb I. COVID 19 and liver: An A–Z literature review. *Digestive and liver disease*, 2021, vol. 53, no. 2, pp. 146–152.

19. Nikolaou M., Parissis J., Yilmaz M. Liver function abnormalities, clinical profile, and outcome in acute decompensated heart failure. *Eur Heart J*, 2012, vol. 34(10), pp. 742–749.

20. Olry A., Meunier L., Delire B., Larrey D. et al. Drug Induced Liver Injury and COVID 19 Infection: The Rules Remain the Same. *Drug Safety*, 2020, vol. 43, pp. 615–617.

21. Radzina M., Putrins D.S., Micena A. et al. Post-COVID-19 Liver Injury: Comprehensive Imaging With Multiparametric Ultrasound. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 2022, vol. 41(4), pp. 935–949.

22. Shah S.C., Sass D.A. A review of liver dysfunction in heart failure. *Liver Res Open J. Cardiac Hepatopathy*, 2015, vol. 1(1), pp. 1–10.

VALENTINA N. DIOMIDOVA – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Propaedeutics of Internal Diseases with a Course of Radiation Diagnostics, Chuvash State University; Head of the Department of Ultrasound Diagnostics, City Clinical Hospital No. 1, Russia, Cheboksary (diomidovavn@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3627-7971>).

OLGA V. VALEEVA – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Propaedeutics of Internal Diseases with a Course of Radiation Diagnostics, Chuvash State University; Ultrasound Diagnostics Doctor, City Clinical Hospital No. 1, Russia, Cheboksary (valeeva-usd@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0349-1883>).

LIDIYA N. VASILYEVA – Senior Lecturer, Department of Propaedeutics of Internal Diseases with a Course of Radiation Diagnostics, Chuvash State University, Russia, Cheboksary (klni21@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3298-3051>).

EKATERINA A. RAZBIRINA – Assistant Lecturer, Department of Propaedeutics of Internal Diseases with a Course of Radiation Diagnostics, Chuvash State University; Ultrasound Diagnostics Doctor, Emergency Hospital, Russia, Cheboksary (razbirinae@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3189-0360>).

Формат цитирования: Диомидова В.Н., Валеева О.В., Васильева Л.Н., Разбирина Е.А. Информативность транзистентной и двумерной эластографии сдвиговой волной в оценке жесткости печени при постковидном и сердечно-печеночном синдроме [Электронный ресурс] // Acta medica Eurasica. – 2023. – № 4. – С. 31–43. – URL: <http://acta-medica-eurasica.ru/single/2023/4/4>. DOI: 10.47026/2413-4864-2023-4-31-43.