

# Сравнительный анализ результатов эластографии сдвиговой волной и транзистентной эластографии в диагностике диффузных заболеваний печени

В.Н. Диомидова<sup>1,2</sup>, О.В. Петрова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО "Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова", г. Чебоксары

<sup>2</sup> БУ "Городская клиническая больница №1" МЗ и СР ЧР, г. Чебоксары

Проведен сравнительный анализ результатов эластографии сдвиговой волной и транзистентной эластографии в диагностике диффузных заболеваний печени. Обследовано 128 пациентов, среди которых 60 практически здоровых лиц, 35 больных хроническим вирусным гепатитом В и С, 14 – циррозом печени, 19 – стеатогепатитом. В контрольной группе исследование жесткости паренхимы печени при эластографии сдвиговой волной проводилось по долям и сегментам. Значения жесткости (E<sub>mean</sub>) в проекции VIII сегмента имели достоверно большие значения ( $P < 0,05$ ) при сравнении с остальными сегментами. При сравнении значений жесткости правой и левой долей печени также установлены достоверные различия ( $P < 0,05$ ). При корреляционном анализе значимых связей значений жесткости печени при эластографии сдвиговой волной, с одной стороны, и пола ( $P = 0,16$ ) и возраста ( $P = 0,44$ ), с другой стороны, не обнаружено. При транзистентной эластографии значения

жесткости у здоровых лиц – 4,8 кПа (медиана), у больных хроническим вирусным гепатитом В и С – 7,2 кПа, циррозом печени – 43,8 кПа, стеатогепатитом – 9,1 кПа; при эластометрии сдвиговой волной (E<sub>mean</sub>) – 4,6 8,3, 55,3 и 9,4 кПа соответственно ( $P < 0,05$  при сравнении с контрольной группой). Результаты транзистентной эластографии печени были успешными в 84,4% случаев, эластометрии сдвиговой волной – в 100,0%.

**Ключевые слова:** ультразвуковая диагностика, эластография сдвиговой волной, транзистентная эластография, жесткость, печень.

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день наиболее актуальной проблемой в гепатологии является совершенствование диагностического алгоритма для своевременного выявления и адекватного лечения хронических заболеваний печени с целью предупреждения про-

В.Н. Диомидова – д.м.н., заведующая кафедрой пропедевтики внутренних болезней с курсом лучевой диагностики ФГБОУ ВПО ЧГУ им. И.Н. Ульянова, заведующая отделением ультразвуковой диагностики БУ ГKB №1 МЗ и СР ЧР. О.В. Петрова – врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковой диагностики БУ ГKB №1 МЗ и СР ЧР.

**Контактная информация:** 428000 г. Чебоксары, пр. Тракторостроителей, д. 46, ГKB №1, отделение ультразвуковой диагностики. Диомидова Валентина Николаевна. Тел.: (835-2) 44-57-95. E-mail: diomidovavn@rambler.ru

цесса фиброза печени (ФП), обуславливающего в последующем развитие цирроза печени (ЦП) [1].

Имеются исследования, где отмечено, что 5-летняя актуальная выживаемость больных ЦП низкая, после установления диагноза смертность этих больных в течение 5 лет достигает 45–86% [2].

Доказано, что чем раньше выявлен ФП, тем больше имеется возможностей для его коррекции, так как установлено, что на ранних стадиях есть возможность обратного развития процесса фиброза [3]. Ввиду этого актуальным моментом в определении прогноза дальнейшей жизни больных хроническими заболеваниями печени являются достоверное установление активности патологического процесса и выявление ранних стадий ФП, что особенно важно для пациентов детского возраста.

На сегодняшний день в существующем диагностическом алгоритме при диффузных поражениях печени большое внимание уделяется ультразвуковым технологиям. В тех случаях, когда акустические характеристики при различных хронических заболеваниях печени практически не отличаются между собой, эхографически не всегда удается достоверно дифференцировать диффузную патологию печени, что является своеобразной проблемой ультразвуковой диагностики. Однако в тех ситуациях, когда по амплитуде отраженного ультразвукового сигнала изменения в печени могут не отличаться от нормы, показатели жесткости печени, в зависимости от степени развития ФП, при различных хронических заболеваниях могут измениться многократно и значительно отличаться. Появление методики транзIENTной эластографии (ТЭ) открыло новые возможности в диагностике хронических заболеваний печени, хотя первые результаты оценки растяжимости структуры тканей до и после внешней компрессии были отражены ранее [4, 5]. В литературе имеются исследования, посвященные анализу результатов методики компрессионной эластографии в различных областях практической медицины [6].

В последнее время активно разрабатывается новое направление ультразвуковой диагностики, основанное на принципе регистрации поперечных (сдвиговых) волн (методика эластографии сдвиговой волной),

где количественно определяется скорость сдвиговой волны (м/с) или модуль Юнга (кПа) [7]. В связи с этим целью нашей работы было определение возможностей ультразвуковой эластографии сдвиговой волной печени по сравнению с данными, полученными при ТЭ, в диагностике хронических диффузных заболеваний печени.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проанализированы результаты исследования 128 человек, среди которых было 60 практически здоровых лиц в возрасте от 18 до 60 лет, подвергнутых обследованию с целью оценки нормальных показателей жесткости паренхимы печени; с нормальным индексом массы тела (ИМТ); без заболеваний печени и каких-либо других болезней в анамнезе, которые могут повлиять на состояние печени; без патологических изменений эхоструктуры органов брюшной полости по данным ультразвукового исследования, добровольно согласившихся на обследование (1-я группа).

В группе больных хроническими заболеваниями печени обследовано 68 пациентов в возрасте от 18 до 62 лет, находившихся на лечении в отделении гепатологии БУ “Городская клиническая больница №1” МЗ и РФ ЧР (2-я группа). Первую подгруппу в ней составили 35 больных хроническим вирусным гепатитом В и С, из них 17 случаев HCV RNA-позитивных и 18 – HBV DNA-позитивных (1-я подгруппа). Вторую подгруппу пациентов составили 14 больных с диагностированным ЦП (2-я подгруппа), среди них больных ЦП алкогольной природы было 6 человек, алкогольно-вирусной – 8 человек (8 – с компенсированным и субкомпенсированным ЦП и 6 – с декомпенсированным ЦП). 3-ю подгруппу составили 19 больных стеатогепатитом различной этиологии, из них алкогольным стеатогепатитом – 6 пациентов, неалкогольным – 8, смешанной этиологии – 5 пациентов.

Исследование осуществлялось с использованием двух неинвазивных ультразвуковых методик: ТЭ печени на аппарате FibroScan (Echosens, Франция) и эластографии с эластометрией сдвиговой волной печени на аппарате Aixplorer (SuperSonic Imagine, Франция). Эластография сдвиго-

**Таблица 1.** Значения жесткости паренхимы печени в исследуемых группах при ТЭ

Группы и подгруппы	Жесткость, кПа		
	Медиана	2,5–97,5-й проценти	Минимальное – максимальное значения
1-я (здоровые) (n = 50)	4,8	2,8–6,1	2,6–7,8
1-я подгруппа 2-й группы (хронический вирусный гепатит В и С) (n = 32)	7,2*	6,0–9,3	5,4–11,8
2-я подгруппа 2-й группы (ЦП) (n = 13)	43,8*	13,5–63,9	10,8–75,0
3-я подгруппа 2-й группы (стеатогепатит) (n = 13)	9,1*	8,3–11,9	6,7–14,6

Примечание: \* – достоверные различия при сравнении с группой здоровых при  $P < 0,05$ .

вой волной осуществлялась при помощи широкополосного конвексного датчика, работающего в диапазоне частот 1–6 МГц, в соответствии с рекомендациями производителя. Оценка жесткости паренхимы печени в зонах интереса проводилась с вычислением среднего значения (Emean), максимального значения (Emax) и стандартного отклонения (SD) модуля Юнга.

Технология выполнения эластографии сдвиговой волной печени заключалась в следующем. На первом этапе производилось стандартное трансабдоминальное ультразвуковое исследование печени и других органов брюшной полости. После оптимизации ультразвукового изображения в В-режиме в реальном времени получали цветокодированное эластографическое изображение в зоне исследования. При этом красная цветовая гамма демонстрировала жесткую ткань, характеризующуюся высокими значениями модуля Юнга (модуля упругости) (кПа). Нежесткая ткань с низкими значениями модуля Юнга изображалась в голубой цветовой гамме. В последующем, используя зону интереса (*Q-Box*), получали цифровое выражение эластографического изображения. Измерения производились при полном прокрашивании цветового окна последовательно в четырех зонах интереса каждого сегмента печени, стандартных по форме и размерам (что диктовалось целью достоверного вычисления показателей жесткости печени в норме и при ее диффузной патологии). Затем производилось вычисление среднего значения модуля упругости Юнга. Количественные значения данных получали по всем сегментам, правой, левой долям и в целом по печени. При этом диаметр зоны интереса был 10 мм, глубина

измерения – 2–7 см, использовалась абдоминальная программа эластографии сдвиговой волной.

ТЭ печени также проводилась в соответствии с рекомендациями производителя: в VII–X межреберьях, по правой среднеподмышечной линии (в проекции правой доли печени), в положении пациента лежа на спине с максимально отведенной правой рукой за голову. Производилось не менее 10 измерений жесткости (кПа).

Верификация диагноза осуществлена у всех пациентов 2-й группы как инструментальными, так и морфологическими методами. Использованы клинические и биохимические параметры печени, результаты ультразвуковой диагностики, ПЦР-диагностика, тонкоигольная пункционная биопсия, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием компьютерных программ Excel 2000 и Statistica 6.0 for Windows. Большинство количественных показателей не подчинялось нормальному распределению, поэтому были использованы методы непараметрической статистики. Все количественные данные представлены в виде медианы (50-й процентиль), 2,5–97,5-го перцентилей, минимального и максимального значений [8]. Достоверными считались различия при значениях  $P \leq 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Значения жесткости паренхимы печени в исследуемых группах при ТЭ представлены в табл. 1. Достоверные различия получены при сравнении всех подгрупп патологии

**Таблица 2.** Значения жесткости паренхимы печени в группе здоровых лиц ( $n = 60$ ) по сегментам и долям при эластографии сдвиговой волной

Зона исследования	Emean, кПа		
	Медиана	2,5–97,5-й проценти	Минимальное – максимальное значения
Правая доля	5,2	3,8–6,5	2,7–9,0
Левая доля	4,8	3,6–6,1	2,3–8,1
I сегмент	5,0	3,6–6,3	2,9–8,0
II сегмент	5,2	3,8–6,4	2,3–8,1
III сегмент	4,3	3,4–5,7	2,8–6,5
IV сегмент	4,6	3,6–5,9	2,7–6,9
V сегмент	4,3	3,9–6,3	3,0–8,4
VI сегмент	4,9	3,5–5,9	3,2–7,2
VII сегмент	5,1	3,8–6,2	3,5–7,4
VIII сегмент	6,1	4,3–8,5	3,9–9,0

**Таблица 3.** Значения жесткости паренхимы печени в исследуемых группах в целом по органу при эластографии сдвиговой волной

Группы и подгруппы	Модуль упругости, кПа		
	Emean	Emax	SD
1-я (здоровые) ( $n = 60$ )	4,6 3,1–4,8 2,3–6,6	6,6 4,9–7,1 4,5–8,2	1,9 0,8–3,3 0,3–3,9
1-я подгруппа 2-й группы (хронический вирусный гепатит В и С) ( $n = 35$ )	8,3* 6,4–10,5 6,0–13,3	18,5* 16,3–21,2 13,4–24,6	4,3* 2,1–6,3 1,3–7,3
2-я подгруппа 2-й группы (ЦП) ( $n = 14$ )	55,3* 14,6–98,3 14,0–157,2	128,8* 99,2–165,3 68,4–200,0	10,3* 6,1–14,3 5,7–54,3
3-я подгруппа 2-й группы (стеатогепатит) ( $n = 19$ )	9,4* 7,8–11,2 7,1–26,9	29,7* 24,1–33,2 17,2–35,0	3,2* 1,8–3,7 1,4–6,2

Примечание: на первой строке представлена медиана, на второй – 2,5–97,5-й проценти, на третьей – минимальное – максимальное значения. \* – достоверные различия при сравнении с группой здоровых при  $P < 0,05$ .

с контрольной группой ( $P < 0,05$ ). Также по данным ТЭ количественные показатели жесткости печеночной ткани у больных ЦП имели достоверно большие значения, чем у пациентов с хроническим вирусным гепатитом В и С и стеатогепатитом ( $P < 0,05$ ).

Значения модуля упругости (жесткости) паренхимы печени по данным эластографии сдвиговой волной в группе здоровых лиц по долям и сегментам представлены в табл. 2. Значения жесткости печеночной ткани, полученные при измерениях в проекции VIII сегмента, по сравнению с показателями во всех остальных сегментах печени имели достоверно большие значения ( $P < 0,05$ ). При сравнении значений жесткости правой и левой долей печени также установлены достоверные различия ( $P = 0,02$ ). При кор-

реляционном анализе значимых связей значений жесткости печени при эластографии сдвиговой волной, с одной стороны, и пола ( $P = 0,16$ ) и возраста ( $P = 0,44$ ), с другой стороны, не обнаружено.

Показатели жесткости паренхимы печени в целом по органу, полученные по результатам эластографии сдвиговой волной, в исследуемых группах отражены в табл. 3 и представлены на рис. 1 и 2. Достоверные различия с группой здоровых получены при сравнении значений Emax, Emean и SD.

К сожалению, в доступной литературе встретились лишь единичные работы, где отражены результаты подобных исследований по изучению показателей жесткости долей и сегментов печени. В сообщении J. Eiler et al. (2012) [9] для правой доли пече-

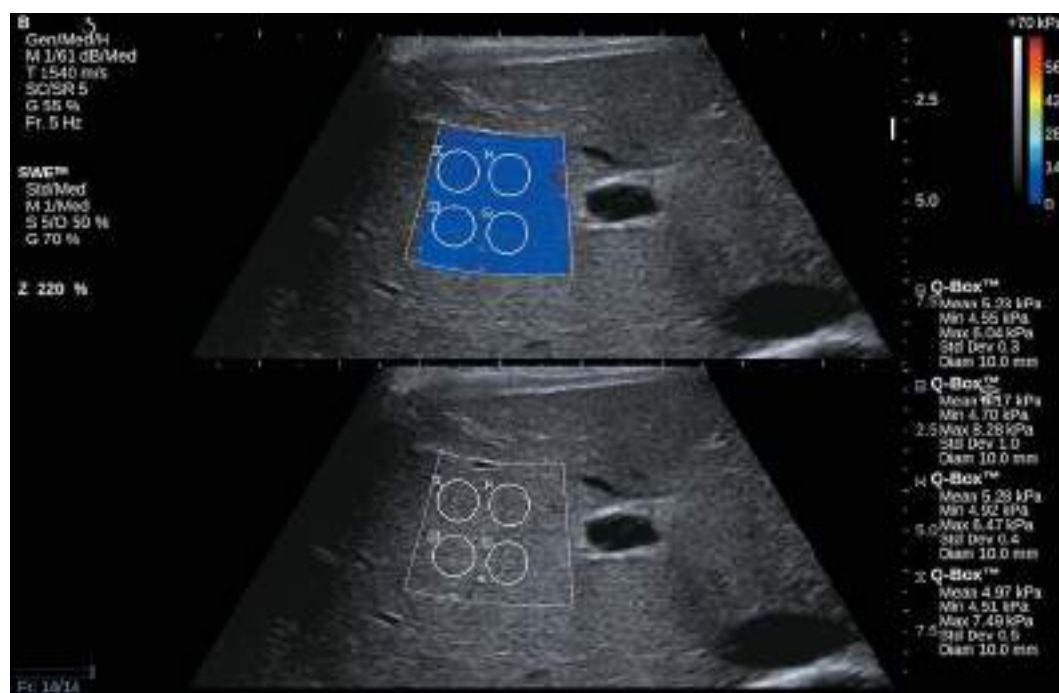


Рис. 1. Эластограмма печени. Показатели эластографии сдвиговой волной печени у здоровых лиц.

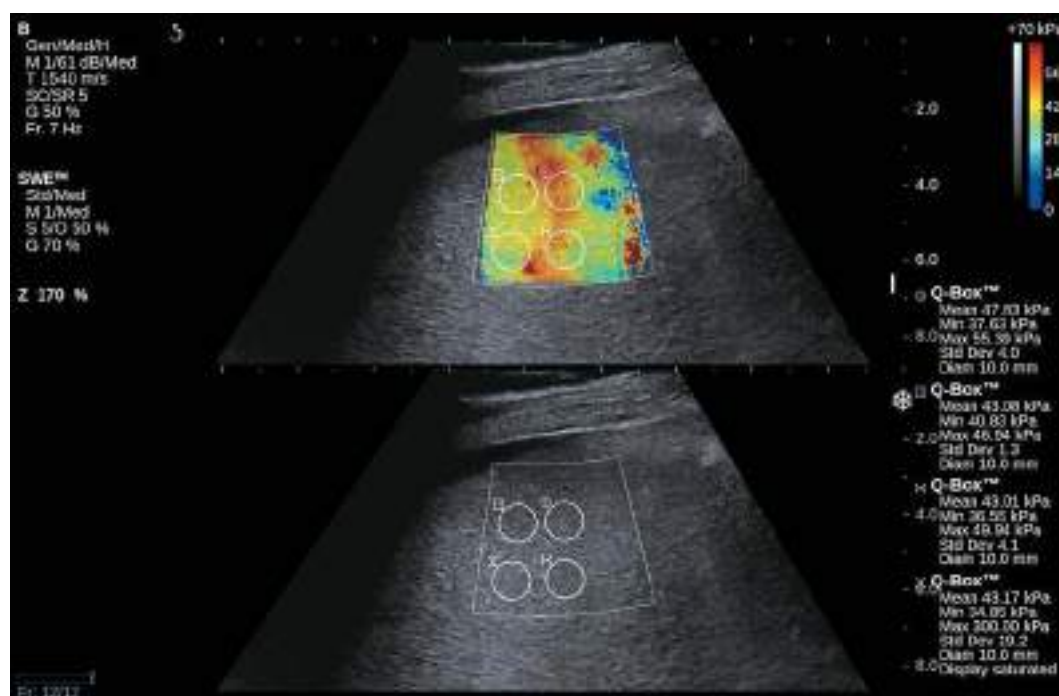


Рис. 2. Эластограмма печени. Показатели эластографии сдвиговой волной печени при ЦП.

ни были зафиксированы более низкие показатели жесткости паренхимы по сравнению с ее левой долей ( $P = 0,036$ ) (в группе исследования были здоровые лица до 17 лет).

В работе С.О. Marginean, С. Marginean (2012) [10] представлены эластографические

показатели жесткости паренхимы печени по ее сегментам и установлено, что у здоровых пациентов в возрасте до 18 лет показатели эластографии сдвиговой волной в I сегменте были достоверно ниже по сравнению с показателями в VIII сегменте печени ( $P = 0,0216$ ),

что совпадает с результатами нашего исследования взрослых пациентов.

G. Engelmann et al. (2012) [11] на основе анализа обследования 240 здоровых детей в возрасте до 18 лет методом ТЭ установили контрольные эластографические показатели печени для здоровых детей и при этом отметили достоверные различия значений ( $P = 0,001$ ) в зависимости от возраста (4,40, 4,73 и 5,10 кПа у детей в возрасте 0–5, 6–11 и 12–18 лет). Интересно, что для девочек в возрасте 11–18 лет были выявлены более низкие значения жесткости печени, чем для мальчиков того же возраста (4,7 и 5,6 кПа,  $P < 0,005$ ).

В ходе анализа полученных нами результатов исследований выяснилось, что значения жесткости печени в подгруппах патологии при эластографии сдвиговой волной (Emean) были выше показателей ТЭ, однако соотношения значений в исследуемых подгруппах были одинаковыми: максимальные показатели упругости сохранялись в подгруппе больных ЦП, минимальные – в подгруппе пациентов с хроническими вирусными гепатитами В и С.

С внедрением в клиническую гепатологию методики ТЭ появились дополнительные возможности исследования печени с возможностью неинвазивной оценки жесткости ее паренхимы независимо от этиологии, вызвавшей хроническое заболевание печени. На сегодняшний день для оценки степени ФП при ТЭ используется стандартная шкала по METAVIR с установленными количественными значениями ТЭ (степень F0 означает отсутствие ФП, F1 – портальный ФП, F2 – портальный и незначительно выраженный септальный ФП, F3 – портальный и выраженный септальный ФП без ЦП, F4 – ЦП) [3, 12]. К сожалению, на сегодняшний день пока нет стандартных установленных значений для эластографии сдвиговой волной печени и четкого подразделения на степени развития фиброза. Для разработки данных значений необходимо дальнейшее внедрение методики эластографии сдвиговой волной в диагностический алгоритм исследования печени при различных хронических заболеваниях с последующим анализом полученных результатов у большего количества исследователей.

Основные преимущества эластографии сдвиговой волной перед ТЭ: проведение исследования под оптимальной визуальной навигацией, возможность измерения значений во всех интересующих зонах печени (правой и левой долях, сегментах), что невозможно при ТЭ [13]. Несомненным достоинством эластографии сдвиговой волной также является хорошая воспроизводимость [7]. Результаты эластографии сдвиговой волной не зависят от опыта специалиста, методика не требует значительных дополнительных затрат времени [7]. Методика эластографии сдвиговой волной позволяет также одновременно с определением жесткости паренхимы печени оценивать состояние жесткости паренхимы селезенки и поджелудочной железы [14].

Результаты ТЭ печени были успешными в 84,4% (108 из 128) случаев, тогда как разработанная методика посегментарной эластографии сдвиговой волной с использованием серошкальной визуализации позволила повысить количество успешных результатов до 100,0%. Неудачными (не вошедшими в исследование) случаи ТЭ были при выраженном асците, избыточной массе тела, особенностях подкожно-жировой клетчатки пациентов. Измерения были нерезультативными у части исследованных в зависимости от типа телосложения, особенно затруднительными – у гиперстеников. Следует отметить, что пациенты с таким диффузным заболеванием печени, как стеатогепатит, в большинстве случаев имеют избыточную массу тела [15, 16].

Таким образом, результаты исследования показали перспективность использования методики ультразвуковой эластографии сдвиговой волной в диагностическом алгоритме исследования печени. Технология эластографии сдвиговой волной была выполнима во всех случаях исследования печени, тогда как ТЭ – только в 84,4%. По результатам эластографии сдвиговой волной получены значения модуля Юнга печени у здоровых лиц, а также у пациентов с различными диффузными поражениями печени, которые могут быть рекомендованы для дальнейшего клинического исследования в выявлении и дифференциальной диагностике диффузных поражений печени.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сторожаков Г.И., Ивкова А.Н. Патогенетические аспекты фиброгенеза при хронических заболеваниях печени // Клинические перспективы гастроэнтерологии, гепатологии. 2009. № 2. С. 3–10.
2. Малова Е.С. Хронические гепатиты В и С: иммунопатогенез и иммунодиагностика фиброзных изменений в печени: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 2011. 36 с.
3. Павлов Ч.С. Фиброз печени при хронических вирусных гепатитах: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 2009. 34 с.
4. Ponnekanti H., Ophir J., Cespedes I. Axial stress distributions between coaxial compressors in elastography: an analytical model // Ultrasound Med. Biol. 1992. V. 18. № 8. P. 667–673.
5. Перегудов И.В. Возможности ультразвуковой эластографии и морфологического исследования сыворотки крови в диагностике и прогнозе клинического течения стеатогепатита смешанной природы: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Смоленск, 2010. 26 с.
6. Митьков В.В., Васильева А.К., Митькова М.Д. Возможности ультразвуковой эластографии в диагностике рака предстательной железы // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2012. № 3. С. 13–21.
7. Митьков В.В., Хуако С.А., Ампилогова Э.Р., Митькова М.Д. Оценка воспроизводимости результатов количественной ультразвуковой эластографии // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2011. № 2. С. 115–120.
8. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1999. 459 с.
9. Eiler J., Kleinholdermann U., Albers D. et al. Standard value of ultrasound elastography using acoustic radiation force impulse imaging (ARFI) in healthy liver tissue of children and adolescents // Ultraschall Med. 2012. V. 33. № 5. P. 474–479.
10. Marginean C.O., Marginean C. Elastographic assessment of liver fibrosis in children: A prospective single center experience // Eur. J. Radiol. 2012. V. 81. № 8. P. e870–e874.
11. Engelmann G., Gebhardt C., Wenning D. et al. Feasibility study and control values of transient elastography in healthy children // Eur. J. Pediatr. 2012. V. 171. № 2. P. 353–360.
12. Мартыанова Е.Г. Прогностическое значение оценки морфофункционального состояния печени у пациентов с метаболическим синдромом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Екатеринбург, 2012. 28 с.
13. Петрова О.В., Диомидова В.Н. Современные методы диагностики фиброза печени с использованием ультразвуковой эластометрии / Диагностическая и интервенционная радиология. 2011. Т. 5. № 2. С. 308–309.
14. Петрова О.В., Диомидова В.Н. Роль эластографии сдвиговой волны в диагностике диффузных заболеваний печени и поджелудочной железы / Сборник трудов научно-образовательной конференции “Внутренние болезни – современные технологии диагностики, лечения и реабилитации”. Чебоксары, 2012. С. 159–162.
15. Маркова Т.Н., Диомидова В.Н., Кичигин В.А., Марков Д.С. Связь объема жировой ткани с развитием метаболического синдрома в различных этнических группах // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2012. Т. 7. № 4. С. 97–104.
16. Диомидова В.Н., Спиридонова Т.К., Воропаева Л.А., Петрова О.В. Роль эхографии в ранней диагностике ожирения у лиц трудоспособного возраста // Вестник Чувашского университета. 2012. № 3. С. 397–403.

## Comparative Analysis of Shear Wave Elastography and Transient Elastography in Diagnosis of Diffuse Liver Disease

V.N. Diomidova and O.V. Petrova

*Comparative analysis of shear wave elastography and transient elastography in diagnosis of diffuse liver disease was performed in 128 patients (60 healthy, 35 with chronic viral hepatitis B and C, 14 with liver cirrhosis, and 19 with steatohepatitis). Shear wave elastography assessment of liver stiffness in healthy patients was performed according to the liver lobes and segments. Stiffness value ( $E_{mean}$ ) in segment VIII was significantly higher ( $P < 0.05$ ) in compare with the other segments. Comparative analysis of the right and left lobe stiffness also showed significant difference ( $P < 0.05$ ). There were not any significant correlations between values of shear wave elastography with sex ( $P = 0.16$ ) and age ( $P = 0.44$ ). Stiffness value in healthy patients received with the help of transient elastography was 4.8 kPa (median), in patients with chronic viral hepatitis B and C – 7.2 kPa, liver cirrhosis – 43.8 kPa and steatohepatitis – 9.1 kPa; shear wave elastography – 4.6, 8.3, 55.3 and 9.4 kPa respectively ( $P < 0.05$  comparing to control group). Results of transient elastography were successful in 84.4% of cases, shear wave elastography – 100.0%.*

**Key words:** ultrasound diagnostics, shear wave elastography, transient elastography, stiffness, and liver.