

Компрессионная эластография печени: методика, особенности получения эластограмм, анализ ошибок и артефактов (лекция)

Н. А. Постнова*,^{1,2}, А. В. Борсуков³, Т. Г. Морозова³,
Б. Б. Ильясов⁴, А. А. Ложкевич⁵, М. В. Арушанян⁵

¹ ГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России, кафедра лучевой диагностики

² ФКУЗ «Главный клинический госпиталь Министерства внутренних дел Российской Федерации»

³ ГБОУ ВПО «Смоленская государственная медицинская академия» Минздрава России

⁴ ГАУ РО «Областной консультативно-диагностический центр»

⁵ Компания «Image Processing Systems»

Real-time Elastography in Liver Fibrosis Assessment: Method, Features, Analysis of Errors and Artifacts (Lecture)

N. A. Postnova*,^{1,2}, A. V. Borsukov³, T. G. Morozova³,
B. B. Iliasov⁴, A. A. Lozhkevich⁵, M. V. Arushanyan⁵

¹ Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia, Department of Radiology

² The Main Clinical Hospital of the Ministry of Internal Affairs of Russia

³ Smolensk State Medical Academy, Ministry of Healthcare of Russia

⁴ Rostov-on-Don Regional Consultative and Diagnostical Center

⁵ Company «Image Processing Systems»

Реферат

В лекции изложена методика компрессионной эластографии печени на ультразвуковых аппаратах Hitachi Hi Vision (Hitachi Real-time Tissue Elastography – HI-RTE). Представлена последовательность действий при выполнении методики, продемонстрированы особенности получения изображе-

* **Постнова Надежда Анатольевна**, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры лучевой диагностики ГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России, начальник отделения ультразвуковой диагностики ФКУЗ «Главный клинический госпиталь МВД России». Адрес: 123060, г. Москва, ул. Народного Ополчения, д. 35. Тел.: +7 (916) 601-16-64. Электронная почта: npostnova17@mail.ru

Postnova Nadezhda Anatolievna, Ph. D. Med, Assistant of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia, Head Ultrasound Department the Main Clinical Hospital of the Ministry of Internal Affairs of Russia. Address: Narodnogo Opolchenija ul., 35, Moscow, 123060, Russia. Phone number: +7 (916) 601-16-64. E-mail: npostnova17@mail.ru

ния. Проведен анализ артефактов, которые необходимо учитывать при отборе эластограмм, пригодных для определения индекса фиброза – количественной оценки жесткости паренхимы печени при диффузных заболеваниях с помощью компрессионной эластографии.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, компрессионная эластография, диффузные заболевания печени.

Abstract

In this lecture we expounded method of compression elastography of liver with Hitachi Hi Vision ultrasound systems (Hitachi Real-time Tissue Elastography – HI-RTE). We described sequence of steps for accomplishing of this method and demonstrated features of images getting. We carried out analysis of artifacts which is necessary to take into consideration during selection of elasto images for calculating of Liver Fibrosis Index – quantitative parameter of liver parenchyma's stiffness at diffuse liver diseases with compression elastography.

Key words: Ultrasound Diagnostics, Compression Elastography, Diffuse Liver Disease.

Актуальность

Возможности дифференциальной диагностики диффузных заболеваний печени при ультразвуковом исследовании в серошкальном режиме до настоящего времени крайне ограничены и с достоверностью позволяют определять лишь далеко зашедшие стадии фиброза. Появившиеся в последние годы методики ультразвуковой эластографии предоставили новые возможности для поиска подходов к оценке состояния паренхимы печени на этапе неинвазивного исследования, что необходимо в повседневной клинической практике для прогнозирования течения заболевания и адекватной коррекции лечения.

В настоящее время используются различные варианты ультразвуковой эластографии, отличающиеся как по физическим принципам, так и по технике выполнения. Существуют два основных вида эластографии – компрессионная эластография (КЭГ) и эластография на основе сдвиговой волны (или эластография сдвиговой волной, ЭСВ). Варианты последней различаются по способу генерации сдвиговых волн, так называемому «механическому» (методика транзиент-

ной эластографии в ультразвуковом диагностическом устройстве Фиброскан) или «электронному» (ARFI – Acoustic Radiation Force Impulse, SWE – Shear Wave Elasticity) [1, 2].

Ультразвуковые приборы, оснащенные технологией эластографии сдвиговой волной, позволяют рассчитывать абсолютные значения жесткости ткани в зоне интереса на основании 2-го уравнения модуля Юнга:

$$E = 3\rho C^2,$$

где E – значение жесткости в Па (кПа); C – скорость распространения сдвиговой волны; ρ – плотность ткани. На экране таких приборов может отображаться как значение жесткости ткани в Па или в кПа, так и непосредственно скорость сдвиговой волны в см/с или в м/с.

Принцип КЭГ печени не предполагает получение абсолютных значений жесткости ее паренхимы, для оценки используется так называемый индекс фиброза печени LFI (Liver Fibrosis Index), или LF. Он рассчитывается на основе формулы, учитывающей большое ко-

личество параметров, заложенных в программу измерений и определяемых автоматически при выделении области интереса [5].

Первые публикации об успешном применении КЭГ печени для оценки степени ее фиброза появились в Японии в 2008 г. [9], и на сегодняшний день возможности этого метода изучаются по всему миру [3, 6, 7].

Цель: ознакомление с техникой выполнения и оценкой эластограмм, полученных при применении компрессионной эластографии Hitachi Real-time Tissue Elastography (HI-RTE).

Для проведения КЭГ печени на ультразвуковой сканер должно быть установлено специальное программное обеспечение (программа LIVER ELASTO). Используется датчик EUP L52 (линейного сканирования) с частотным диапазоном 7–13 МГц.

Перед началом исследования необходимо проконтролировать значения следующих параметров на экране (при корректно настроенной программе LIVER ELASTO данные значения установлены автоматически):

- а) отсечение кадров (Frame Rejection): 4;
- б) отсечение шумов (Noise Rejection): 4;
- в) частота эластографии (Elasto Frequency): L (Low — низкая);
- г) глубина сканирования (Field of view depth): 85 mm;
- д) размер зоны эластографии (Size of the ROI): 2,5 × 2,5 см (предустановки программы: ширина 4, высота 1/3 — application preset: Width 4, Height 1/3).

Для каждого нового пациента создается собственный протокол исследования с занесением в базу данных всех

необходимых сведений о пациенте: Ф.И.О. или идентификационный номер; дата рождения; рост и масса тела (при этом автоматически производится расчет индекса массы тела — ИМТ), при необходимости — другие дополнительные сведения.

Обязательным условием является выполнение исследования строго натощак (период от последнего приема пищи не менее 6 ч); предпочтительно проведение в утренние часы.

На первом этапе выполняется стандартное ультразвуковое исследование (УЗИ) в В-режиме с использованием конвексного датчика (использовали датчик С 715 с частотой 5–1 МГц). Положение пациента — на спине. Оцениваются размеры печени, состояние ее паренхимы (эхогенность и эхоструктура), наличие очаговых изменений. При проведении стандартного статистического протокола в архив обязательно заносятся снимки правой и левой долей с указанием переднезаднего и краниокаудального размеров каждой доли, а также снимки, дающие возможность оценить эхогенность и эхоструктуру паренхимы печени, наличие очаговых изменений.

Второй этап исследования — получение эластограммы. Для этого выбирают датчик EUP-L52 и программу LIVER ELASTO. Положение пациента — лежа на спине с отведением правой руки за голову для максимального расширения межреберных промежутков. Датчик устанавливается по межреберьям (при нормальных размерах печени — чаще 7–8-е межреберье) между передней и средней подмышечной линией (локация паренхимы при этом возможна на уровне 5–8-го сегментов) с ориентацией оси датчика по направлению к сердцу (визуально — на область левого соска).

В В-режиме осуществляют сканирование от правой ветви воротной вены с ориентацией оси датчика в сторону сердца, пока вена не исчезнет из поля зрения. Перед началом выполнения КЭГ следует получить качественное изображение участка паренхимы печени в В-режиме. При этом следует избегать области расположения крупных сосудов, тени от ребер и областей с недостаточной пенетрацией (зоны затухания эхо-сигнала).

Затем включается эластографический блок (на панели прибора кнопка *Elasto TDI*) и при задержке дыхания (без глубокого вдоха или выдоха) или при поверхностном дыхании проводится эластография. На экране при этом одновременно отображается изображение паренхимы печени в В-режиме, эластографическое изображение в окне цветового картирования и контрольная кривая сердечных сокращений (рис. 1).

Важно отметить, что компрессия осуществляется за счет сердечных сокращений. Компрессионные движения рукой не производятся, давление на датчик минимальное, равномерное. Если компрессия, производимая сердцем, у так называемых трудных пациентов (например, с избыточным весом) недостаточна, допустимо усилить компрессию датчиком по направлению к сердцу (необходимо равномерное давление на датчик) или произвести исследование в другом межреберье (выше или ниже). Также возможно попытаться сместить датчик немного кзади для получения более устойчивого сигнала от сердечной пульсации.

Окно цветового опроса рекомендуется устанавливать на расстоянии не менее 1 см от капсулы (чтобы избежать артефактов переотражения); стоит отметить, однако, что при сложности

выделения бессосудистого участка и равномерном окрашивании возможно располагать зону интереса ближе к капсуле. Положение окна опроса на экране позиционируется таким образом, чтобы крупные сосуды не попадали в область исследования.

Корректность эластографического изображения контролируется по получению стабильного графика компрессии (по кривой сердечных сокращений). Эта кривая при адекватной компрессии напоминает электрокардиограмму (рис. 2, *а*), если же она больше похожа на синусоиду, то, вероятнее, исследователь совершает компрессионные движения, иногда незаметно для самого себя (рис. 2, *б*). Рекомендуется получить не менее 3–5 стабильных циклов сердечных сокращений с одновременным равномерным окрашиванием окна цветового картирования. Кадр для измерения выбирается на «замороженном» изображении при просмотре кинопетли.

Кадры с наличием артефактов не используются для качественной оценки и последующего количественного анализа. Из известных на сегодняшний день артефактов учитываются следующие:

1. Артефакты переотражения при размещении окна цветового картирования близко к капсуле (рис. 3, *а*).
2. Артефакты трехслойного окрашивания, характерного для жидкостных структур (в частности, крупных сосудов) (см. рис. 3, *а*).
3. Появление «переокрашивания» в области наложения тени от ребра (рис. 3, *б*).
4. Недостаточное окрашивание при затухании сигнала в глубоких отделах (рис. 3, *в*).
5. Артефакты бокового смещения («передавливания») в правую или

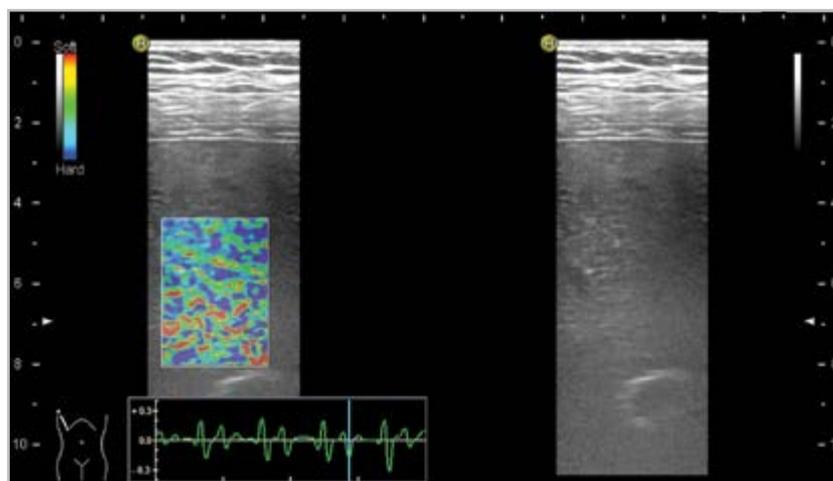


Рис. 1. Эхограмма при проведении КЭГ печени: изображение выбранного участка паренхимы печени в В-режиме (справа) и установленного окна цветового опроса с контрольной кривой сердечных сокращений (слева)

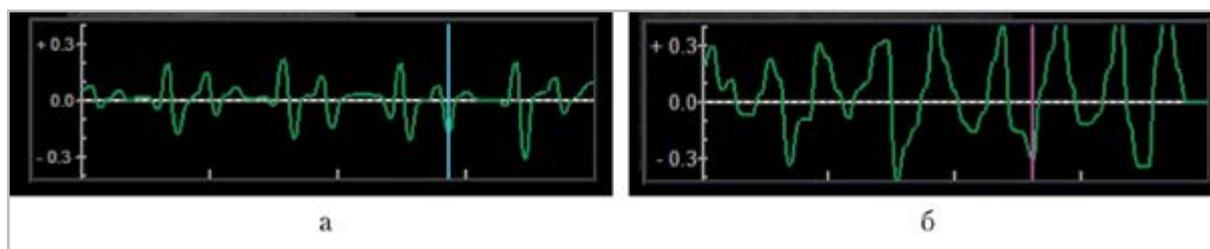


Рис. 2. Фрагменты эхограмм с контрольной кривой сердечных сокращений: *а* — корректная; *б* — некорректная

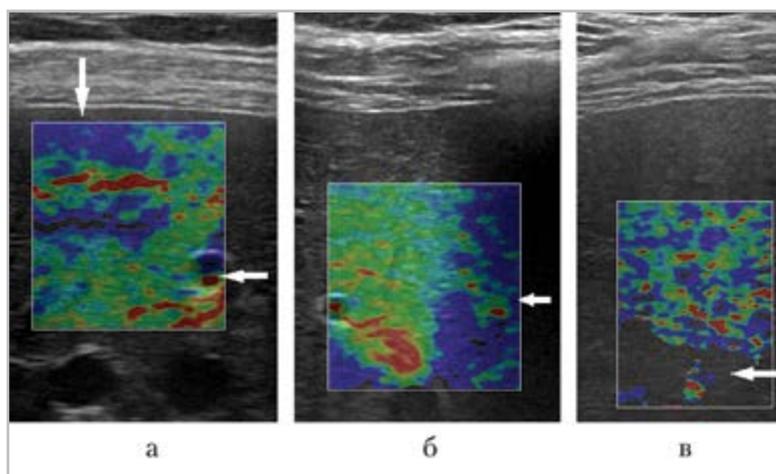


Рис. 3. Эхограммы артефактов цветовой карты эластограммы: *а* — артефакты переотражения от капсулы печени (вертикальная стрелка) и трехслойного окрашивания крупного сосуда в зоне исследования (горизонтальная стрелка); *б* — «переокрашивание» в области наложения тени от ребра (горизонтальная стрелка); *в* — артефакт при затухании сигнала в глубоких отделах паренхимы печени (горизонтальная стрелка)

левую сторону при усилении давления на правую или левую сторону датчика (рис. 4, а, б).

Для количественной оценки жесткости паренхимы печени проводится вычисление индекса фиброза. Для этого на стабильном графике между приблизительно одинаковыми циклами устанавливается подходящий кадр в момент декомпрессии (отрицательная фаза); при устойчивой «двойной» кривой сердечных сокращений рекомендуется выбор второго пика (см. рис. 2, а).

Следует отметить, что два вышеупомянутых фактора выбора кадра — именно на стабильном участке контрольной кривой и именно в фазе декомпрессии — принципиально значимы для стандартизации исследования и получения корректных значений LF. Несоблюдение этих моментов приводит к большой разнице показателей индекса фиброза, обусловленных ошибкой исследователя, что может свести к нулю значимость методики для клинической практики (рис. 5, а, б).

После выбора корректного кадра активируют измерение Str. Histo, устанавливается размер окна измерения,

который должен включать более половины всего окна цветового картирования. Этот размер легко контролируется по величине периметра на экране прибора (значение показателя С — 60 и более).

Значение индекса фиброза LF появляется на экране в окне измерений. Полученные данные записываются в память, а сохранение их в формате CSV позволяет в дальнейшем осуществлять их экспорт в виде таблиц Excel и проводить статистическую обработку результатов на стандартных персональных компьютерах.

Практика работы с методикой компрессионной эластографии печени показала, что при соблюдении предложенной технологии исследования и обработки полученных данных результаты могут использоваться как для первичной оценки жесткости паренхимы печени, так и в динамике (например, для оценки эффективности лечения на фоне противовирусной терапии больных с гепатитом) [8].

В мировой науке идет открытая дискуссия о преимуществах того или иного вида эластографии. В европейских реко-

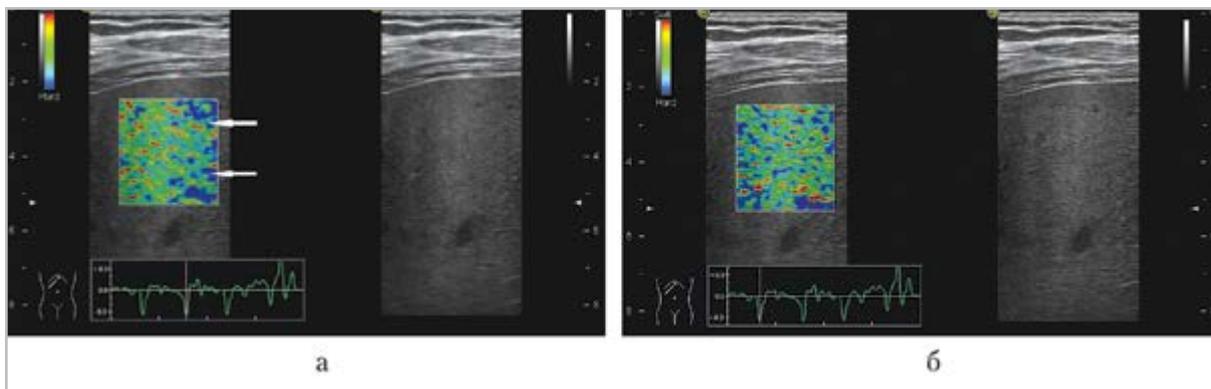


Рис. 4. Эхограммы артефактов бокового смещения («передавливания») вправо: а — эластограмма при неправильном положении датчика — «переокрашивание» правой части окна цветового опроса (горизонтальные стрелки); б — эластограмма того же участка при коррекции положения датчика — равномерное окрашивание цветового окна

мендациях 2013 г., посвященных эластографии [4], приводятся данные о преимуществах и недостатках всех типов эластографии. Основным положением данных рекомендаций является то, что каждый вид эластографии имеет свое оптимальное место в диагностическом алгоритме и должен применяться персонализированно, с учетом клинической ситуации. Однако следует помнить и о методически корректном выполнении

каждой из предлагаемых методик с учетом ее особенностей.

Преимуществом методики компрессионной эластографии является достаточно большая зона оценки жесткости паренхимы: 25×25 мм. Актуальной представляется проблема уменьшения времени для получения корректного ультразвукового изображения для анализа. Методика, несомненно, требует отработки техники исследования при

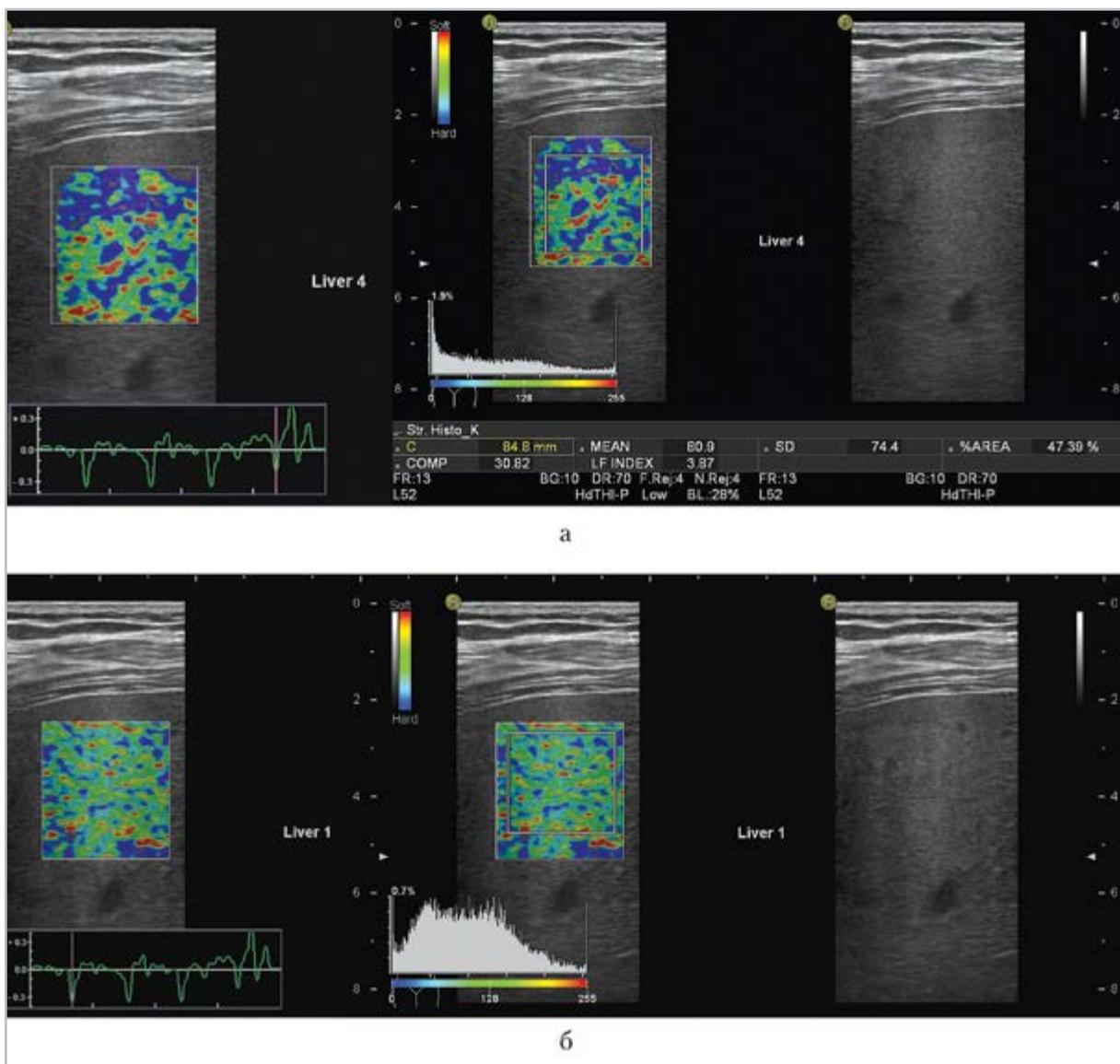


Рис. 5. Эхограммы, демонстрирующие значения LF при выборе кадра на стабильном (а) и нестабильном (б) участках контрольной кривой (показатели LF: а – 2, 68; б – 3, 87)

строгом соблюдении протокола для увеличения воспроизводимости и корректной интерпретации полученных результатов.

В настоящее время пока остаются открытыми многие вопросы, например, по воспроизводимости методики у пациентов с нарушениями сердечного ритма, экстрасистолией, декомпенсацией течения артериальной гипертензии, хронической сердечной недостаточности на уровне недостаточности кровоснабжения IIБ, III; достаточно сложным является интерпретация показателей при сформированном кардиальном фиброзе печени.

В процессе набора клинического опыта мы надеемся, что эти вопросы будут разрешены.

Список литературы

1. *Осинов Л. В.* Технологии эластографии в ультразвуковой диагностике. Обзор. // Медицинский алфавит. Диагностическая радиология и онкотерапия. 2013. № 3–4. С. 5–21.
2. *Руденко О. В., Сафонов Д. В., Рыхтик П. И., Гурбатов С. Н., Романов С. В.* Физические основы эластографии. Компрессионная эластография (Лекция. Часть 1) // Радиология – практика. 2014. № 3. С. 47–58.
3. *Colombo S., Buonocore M., Del Poggio A., Jamoletti C., Elia S., Mattiello M., Zabbialini D., Del Poggio P.* Head-to-head comparison of transient elastography (TE), real-time tissue elastography (RTE), and acoustic radiation force impulse (ARFI) imaging in the diagnosis of liver fibrosis // *J. of gastroenterol.* 2012. № 4 (47). P. 461–469.
4. *Cosgrove D., Piscaglia F., Bamber J., Bojunga J., Correas J.-M., Gilja O. H., Klauser A. S., Sporea I., Calliada F., Cantisani V., D’Onofrio M., Drakonaki E. E., Fink M., Friedrich-Rust M., Fromageau J., Havre R. F., Jenssen C., Ohlinger R., Săftoiu A., Schaefer F., Dietrich C. F.* EFSUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Ultrasound Elastography. P. 2: Clinical Applications. URL: <http://www.thieme-connect.de/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0033-1335375.pdf?update=true>. (Published on-line: 2013).
5. *Fujimoto K., Tatsumi C., Ueshima K., Shiina T., Tonomura A., Mitake T., Yamamoto K., Kudo M., Kato M.* Evaluation of liver fibrosis in diffuse liver disease using real-time tissue elastography // *Digestive Disease Week.* May 30th – June 4th. 2009. Chicago, USA. P. 1774. URL: <http://www.hitachi-medical-systems.eu> (Published on-line).
6. *Gheonea D. I., Săftoiu A., Ciurea T., Gorunescu F., Iordache S., Popescu G. L., Belciug S., Gorunescu M., Sandulescu L.* Real-time sono-elastography in the diagnosis of diffuse liver diseases // *World J. of Gastroenterol.* 2010. V. 14. № 16. P. 1720–1726.
7. *Ochi H., Hirooka M., Koizumi Y., Miyake T., Tokumoto Y., Soga Y., Tada F., Abe M., Hiasa Y., Onji M.* Real-time tissue elastography for evaluation of hepatic fibrosis and portal hypertension in nonalcoholic fatty liver diseases // *Hepatology: Official J. of the Am. Association for the Study of Liver Diseases.* 2012. V. 56. № 4. P. 1271–1278.
8. *Koizumi Y., Hirooka M., Kisaka Y., Konishi I., Abe M., Murakami H., Matsuura B., Hiasa Y., Onji M.* Liver fibrosis in patients with chronic hepatitis C: noninvasive diagnosis by means of real-time tissue elastography – establishment of the method for measurement // *Radiol.* 2011. V. 258. № 2. 610–617.

9. *Tatsumi C., Kudo M., Ueshima K., Kitai S., Takahashi S., Inoue T., Minami Y., Chung H., Maekawa K., Fujimoto K., Akiko T., Takeshi M.* Noninvasive evaluation of hepatic fibrosis using serum fibrotic markers, transient elastography (FibroScan) and real-time tissue elastography // *Intervirol.* 2008. № 51. Suppl. 1. P. 27–33.

References

1. *Osipov L. V.* Technology in ultrasound elastography. Overview *Medicinskij alfavit. Diagnosticheskaja radiologija i onkoterapija.* 2013. No. 3–4. C. 5–21. (in Russian).
2. *Rudenko O. V., Safonov D. V., Rihtik P. I., Gurbatov S. N., Romanov S. V.* Physics of elastography. Compression elastography (Lecture. Part 1). *Radiologija – praktika.* 2014. No. 3. P. 47–58 (in Russian).
3. *Colombo S., Buonocore M., Del Poggio A., Jamoletti C., Elia S., Mattiello M., Zabbialini D., Del Poggio P.* Head-to-head comparison of transient elastography (TE), real-time tissue elastography (RTE), and acoustic radiation force impulse (ARFI) imaging in the diagnosis of liver fibrosis. *J. Gastroenterol.* 2012. No. 4 (47). P. 461–469.
4. *Cosgrove D., Piscaglia F., Bamber J., Bojunga J., Correas J.-M., Gilja O. H., Klauser A. S., Sporea I., Calliada F., Cantisani V., D’Onofrio M., Drakonaki E. E., Fink M., Friedrich-Rust M., Fromageau J., Havre R. F., Jenssen C., Ohlinger R., Săftoiu A., Schaefer F., Dietrich C. F.* EFSUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Ultrasound Elastography. P. 2: Clinical Applications. URL: <http://www.thieme-connect.de/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0033-1335375.pdf?update=true> (Published on-line: 2013).
5. *Fujimoto K., Tatsumi C., Ueshima K., Shiina T., Tonomura A., Mitake T., Yamamoto K., Kudo M., Kato M.* Evaluation of liver fibrosis in diffuse liver disease using real-time tissue elastography. *Digestive Disease Week.* May 30th – June 4th. 2009. Chicago, USA. P. 1774. URL: <http://www.hitachi-medical-systems.eu> (Published on-line).
6. *Gheonea D. I., Săftoiu A., Ciurea T., Gorunescu F., Iordache S., Popescu G. L., Belciug S., Gorunescu M., Sandulescu L.* Real-time sono-elastography in the diagnosis of diffuse liver diseases. *World Journal of Gastroenterol.* 2010. V. 14. No. 16. P. 1720–1726.
7. *Ochi H., Hirooka M., Koizumi Y., Miyake T., Tokumoto Y., Soga Y., Tada F., Abe M., Hiasa Y., Onji M.* Real-time tissue elastography for evaluation of hepatic fibrosis and portal hypertension in nonalcoholic fatty liver diseases. *Hepatology: Official Journal of the American Association for the Study of Liver Diseases.* 2012. V. 56. No. 4. P. 1271–1278.
8. *Koizumi Y., Hirooka M., Kisaka Y., Konishi I., Abe M., Murakami H., Matsuura B., Hiasa Y., Onji M.* Liver fibrosis in patients with chronic hepatitis C: noninvasive diagnosis by means of real-time tissue elastography – establishment of the method for measurement. *Radiol.* 2011. V. 258. No. 2. 610–617.
9. *Tatsumi C., Kudo M., Ueshima K., Kitai S., Takahashi S., Inoue T., Minami Y., Chung H., Maekawa K., Fujimoto K., Akiko T., Takeshi M.* Noninvasive evaluation of hepatic fibrosis using serum fibrotic markers, transient elastography (FibroScan) and real-time tissue elastography. *Intervirol.* 2008. No. 51. Suppl. 1. P. 27–33.

Сведения об авторах

Постнова Надежда Анатольевна, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры лучевой диагностики ГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России, начальник отделения ультразвуковой диагностики ФКУЗ «Главный клинический госпиталь МВД России».
Адрес: 123060, г. Москва, ул. Народного Ополчения, д. 35.
Тел.: +7 (916) 601-16-64. Электронная почта: postnova17@mail.ru

Postnova Nadezhda Anatolievna, Ph. D. Med., Assistant of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia, Head of Ultrasound Department of Main Clinical Hospital of the Ministry of Internal Affairs of Russia.
Address: Narodnogo Opolchenija ul., 35, Moscow, 123060, Russia.
Phone number: +7 (916) 601-16-64. E-mail: postnova17@mail.ru

Борсуков Алексей Васильевич, доктор медицинских наук, профессор, директор Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ГБОУ ВПО «Смоленская государственная медицинская академия» Минздрава России.
Адрес: 214510, г. Смоленск, ул. Нормандия-Неман, д. 98, кв. 198.
Тел.: +7 (4812) 63-22-10. Электронная почта: bor55@yandex.ru

Borsukov Alexei Vasilievich, M. D. Med., Professor, Director Problem Scientific Laboratory «Diagnostic Techniques and Miniinvasive Technology» Smolensk State Medical Academy, Ministry of Healthcare of Russia.
Address: Normandia-Neman ul., 98-198, Smolensk, 214510, Russia.
Phone number: +7 (4812) 63-22-10. E-mail: bor55@yandex.ru

Морозова Татьяна Геннадьевна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ГБОУ ВПО «Смоленская государственная медицинская академия» Минздрава России.
Адрес: 214510, г. Смоленск, д. Богородицкое, ул. Солнечная, д. 21.
Тел.: +7 (910) 7674560. Электронная почта: t.g.morozova@yandex.ru

Morozova Tatiana Gennadievna, Ph. D. Med., Senior Researcher of Problem Scientific Laboratory «Diagnostic Techniques and Miniinvasive Technology» Smolensk State Medical Academy, Ministry of Healthcare of Russia.
Address: Solnechnai ul., 21, s. Bogorodickoe, Smolensk Region, 214510, Russia.
Phone number: +7 (910) 767-45-60. E-mail: t.g.morozova@yandex.ru

Ильясов Борис Баянович, кандидат медицинских наук, заведующий отделением ультразвуковой диагностики ГАУ РО «Областной консультативно-диагностический центр».
Адрес: 344010, г. Ростов-на-Дону, ул. Пушкинская, д. 127.
Тел.: +7 (928) 229-71-64. Электронная почта: boris.ilyasov@yandex.ru

Ilyasov Boris Bayanovich, Ph. D. Med., Head of Ultrasound Department of Regional Consultative and Diagnostic Center, Rostov-on-Don.
Address: Pushkinskaya ul., 127, Rostov-on-Don, 344010, Russia.
Phone number: +7 (928) 229-71-64. E-mail: boris.ilyasov@yandex.ru

Ложкевич Александр Александрович, врач-эксперт по ультразвуковым диагностическим системам компании Image Processing Systems.
Адрес: 121248, г. Москва, Кутузовский проспект, д. 14.
Тел.: +7 (917) 579-54-82. Электронная почта: a.logkevich@gmail.com

Lozhkevich Aleksandr Aleksandrovich, Expert in Ultrasonic Diagnostic System of Image Processing Systems.
Address: Kutuzovskii prosp., 14, Moscow, 121248, Russia.
Phone number: +7 (917) 579-54-82. E-mail: a.logkevich@gmail.com

Арушанян Мурад Владимирович, врач-эксперт по ультразвуковым диагностическим системам компании Image Processing Systems.
Адрес: 121248, г. Москва, Кутузовский проспект, д. 14.
Тел.: +7 (915) 338-03-03. Электронная почта: m.arushanyan@ips-med.ru

Arushanyan Murad Vladimirovich, Expert in Ultrasonic Diagnostic System of Image Processing Systems.
Address: Kutuzovskii prosp., 14, Moscow, 121248, Russia.
Phone number: +7 (915) 338-03-03. E-mail: m.arushanyan@ips-med.ru

Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.