

УДК 611.36

В. А. Изранов, И. А. Степанян, М. В. Мартинович

ARFI-ЭЛАСТОМЕТРИЯ ПЕЧЕНИ У ЗДОРОВЫХ ДОБРОВОЛЬЦЕВ: СТАНДАРТИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ

77

Предложенная в литературе методика определения скорости распространения сдвиговой волны при проведении ARFI-эластометрии печени и нормативы чрезвычайно противоречивы. В связи с этим цель нашей работы заключалась в стандартизации методики проведения и разработки протокола ARFI-эластометрии печени.

В результате исследования были определены основные методические подходы для ARFI-эластометрии печени: оптимальное положение пациента при исследовании, доступ и зону исходной эластографической оценки.

The traditional method of determining the propagation of acoustic waves during ARFI-elastometry of the liver as well as the existing norms are rather controversial. The article aims at standardization of techniques and the development of protocols for the ARFI elastometry of the liver. The study identifies factors for a more accurate ARFI elastometry imaging of the liver: the optimal position of the patient, access to the liver and the area of initial elastographic assessment.

Ключевые слова: ультразвуковая эластометрия, ARFI-эластометрия печени.

Key words: ultrasound elastometry, ARFI- elastometry of the liver.

Актуальность

Значительный период времени жесткость и упругость тканей не были доступны для диагностической визуализации и количественной оценки [1]. ARFI-эластометрия печени (acoustic radiation force impulse) является перспективным методом, позволяющим за короткий промежуток времени определить наличие и степень фиброзных изменений паренхимы этого органа. В основе методики — оценка жесткости биологических тканей путем измерения скорости распространения сдвиговой (поперечной) волны, возникающей на определенной глубине паренхимы органа за счет сфокусированного ультразвукового луча. При этом начальный акустический импульс воздействует на объем печени в интересующей области и передает энергию извне, что вызывает деформацию и смещение тканей в направлении, перпендикулярном внешнему воздействию. Степень смещения тканей зависит от жесткости среды, то есть скорость сдвиговой волны выступает показателем жесткости объекта. Чем больше плотность (жесткость) ткани, тем быстрее распространяется волна. Эластометрия позволяет с наибольшей точностью отличить выраженный фиброз печени (F3-F4) от его отсутствия (F0) или минимальной степени выраженности (F1) [1].



ARFI-эластометрия обладает преимуществом произвольного выбора области исследования под контролем В-режима во время проведения стандартного ультразвукового исследования. Визуальный контроль дает возможность оптимизировать зону измерений и проводить локальные измерения при очаговых поражениях [2].

Данный метод исследования приобретает широкое распространение в связи с востребованностью неинвазивной оценки стадии фиброза при диффузной патологии органа (количество пациентов с хроническими заболеваниями печени растет во всем мире), но нормативы и методики, которые предлагаются в литературе по ARFI-эластометрии печени, чрезвычайно противоречивы.

Известен способ ультразвуковой эластометрии печени с помощью аппарата FibroScan (фирма Echosens, Франция). Измерения проводятся в проекции правой доли печени по средней подмышечной линии в IX–X межреберных промежутках. Выбирается участок печени для проведения 10 измерений из одной точки на глубине 25–65 мм от поверхности кожи, свободной от крупных сосудистых структур [1].

ARFI-эластометрия с помощью функции Virtual Touch Tissue Quantification (ультразвуковые сканеры Siemens S2000–3000, Siemens SONOLINEAntares) обладает рядом отличительных особенностей. В прилагемом производителем методическом сопровождении рекомендуется избегать субкостального доступа и глубокого дыхания в ходе исследования, не выполнять эластометрических измерений в левой доле вследствие влияния на результат сердечных сокращений, использовать для измерения VIII сегмент по средней подмышечной линии и исключать значительно варьирующие показатели измерений. В то же время даже при тщательном соблюдении указанных рекомендаций вариабельность результатов измерений в одной и той же точке столь высока, что ставит под сомнение возможность эффективной оценки ARFI-эластометрических показателей печени без более строгой стандартизации методических подходов.

В связи с этим нами предпринята работа, целью которой стала стандартизация методики проведения и разработка протокола ARFI-эластометрии печени.

Материал и методы

Проведена ARFI-фиброэластометрия печени 20 здоровым добровольцам. Условием включения в исследование было отсутствие жалоб, заболеваний печени в анамнезе, отклонений ультразвуковой картины органа в В-режиме и результатов доплерографии от нормативных показателей. Исследование проводилось натощак.

У первой группы обследованных (14 человек) определялась скорость сдвиговой волны в печени по методикам, описанным в литературе [1–4]; у добровольцев второй группы (6 человек) измерения проводились по разработанной нами методике.

Представители первой группы добровольцев исследовались в положении на левом боку и на спине с отведенной правой верхней конечностью. В качестве точек доступа применялись: X межреберье по средней подмышечной линии, IX межреберье по передней подмышечной линии и субкостальный доступ.



У добровольцев второй группы измерения проводились в положении на спине в пяти доступах: в IX, VIII и VII межреберьях по передней подмышечной линии и в VI и V межреберьях по среднеключичной линии.

В одной и той же точке осуществлялось от трех до пяти последовательных измерений без перемещения датчика в фазе задержки дыхания. Из указанных доступов зону интереса локализовывали в каждом сегменте печени для определения скорости сдвиговой волны.

Результаты и их обсуждение

Результаты оценки скорости сдвиговой волны представлены у добровольцев первой группы представлены на рисунках 1, 2.

79

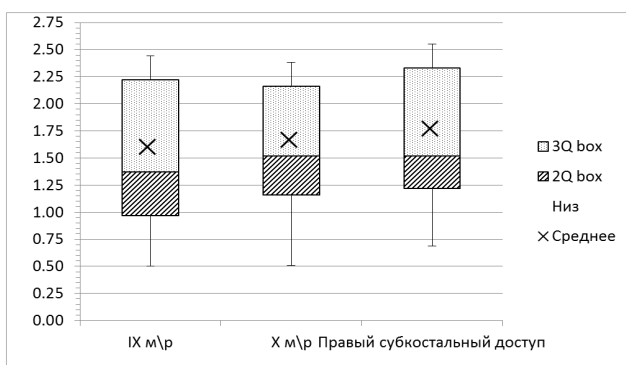


Рис. 1. Оценка скорости сдвиговой волны в паренхиме печени из различных доступов в положении пациента на левом боку (14 здоровых добровольцев, общее количество измерений — 108)¹

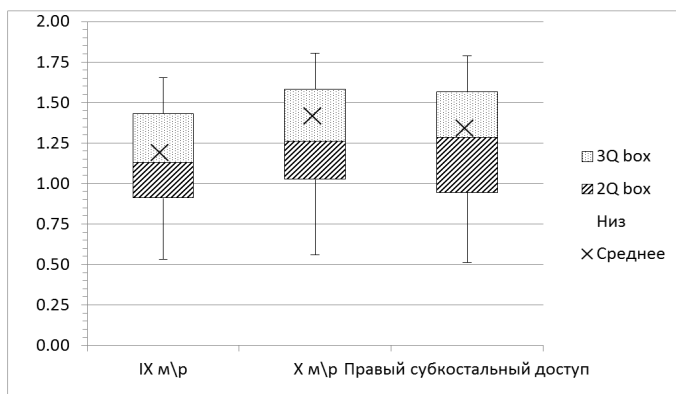


Рис. 2. Оценка скорости сдвиговой волны в паренхиме печени из различных доступов в положении пациента на спине (14 здоровых добровольцев, общее количество измерений — 155)

¹ На рисунках 1–3 по оси абсцисс обозначены точки доступа, по оси ординат — показатели скорости сдвиговой волны.

При проведении ARFI-эластометрии печени у добровольцев первой группы в положении на левом боку обнаружено существенное превышение границ нормы при оценке средних результатов измерения скорости сдвиговой волны: соответствующие стадиям F2 по шкале METAVIR — у трех человек (1,64; 1,69; 1,72 м/с), F3 — у одного (1,96 м/с) и F4 — также у трех человек (2,2; 2,3; 2,41 м/с). Таким образом, существенное превышение средних результатов при измерении скорости сдвиговой волны в положении пациента на левом боку является основанием для исключения этой позиции из рекомендуемых для обследования.

При проведении обследования в положении пациента на спине в X межреберье и в правом субкостальном доступе результаты измерения скорости сдвиговой волны соответствовали следующим стадиям по METAVIR: F1 — у двух человек (1,45; 1,5 м/с), F2 — у трех человек (1,57; 1,58; 1,59 м/с), — что послужило основанием для исключения данных позиций из рекомендуемых для обследования.

Для подтверждения адекватности выбранного методического подхода была обследована вторая группа добровольцев. Результаты оценки скорости сдвиговой волны участников этой группы представлены на рисунке 3.

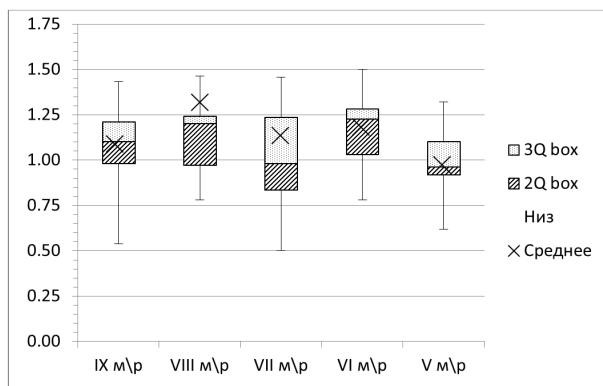


Рис. 3. Оценка скорости сдвиговой волны в паренхиме печени из различных доступов в положении пациента на спине (6 здоровых добровольцев, общее количество измерений — 89)

У добровольцев второй группы средние значения скорости сдвиговой волны составили до 1,39 м/с, что соответствует нормативным данным (F0 по шкале METAVIR), значение медианы в каждом из доступов также находится в границах нормы.

Разработанную методику мы применили на добровольцах первой группы, и в этом случае значения скорости сдвиговой волны во всех измерениях соответствовали нормативным (F0).

Минимальные разбросы средних значений и медианы скорости сдвиговой волны получались при установке зоны интереса в V сегменте печени. В остальных сегментах часто определялись «выскакивающие» значения (более 2 м/с), что приводило к ложному повышению стадии по шкале METAVIR — выше F0 у здоровых добровольцев.



Выводы

Анализ полученных результатов позволил сформулировать следующие методические подходы к процедуре ARFI-эластометрии печени.

Исследование производится в положении на спине с максимально отведенной правой рукой пациента (положение «руки за голову») при использовании доступов в IX, VIII и VII межреберьях по передней подмышечной линии. При соблюдении данных условий обеспечивается минимальный разброс результатов измерений. Рекомендуется исключить измерения в положении на левом боку, а также субкостальный доступ и доступ в X межреберье в положении на спине.

После оценки особенностей топографии, размеров и экоструктуры органа в В-режиме осуществляется визуальная оценка дыхательных экскурсий печени. Пациент инструктируется о необходимости спокойного дыхания под водительством устных команд исследователя («Вдох, выдох, задержать дыхание, можно дышать»). Оптимальным является трехфазный ритм, при котором первые два цикла используются для точной наводки области интереса в фазе естественной паузы между выдохом и вдохом, а третий цикл — для непосредственного измерения в намеченной области в период кратковременной задержки дыхания (не более 2 секунд) по команде исследователя. Точное соблюдение указанных рекомендаций обеспечивает минимальный разброс результатов измерений.

Измерение начинается с IX межреберья по передней подмышечной линии. Осуществляется три последовательных измерения в одной и той же точке без перемещения датчика в фазе задержки дыхания. Обязательное условие — визуальный контроль локализации пробного объема в одной и той же точке, что достигается тщательным соблюдением правил регуляции дыхания пациента. При отсутствии «выскакивающих» значений (более 2 м/с) в трех последовательных измерениях переходят к следующей точке (VIII межреберье по передней подмышечной линии). В случае регистрации одного или более значений сдвиговой волны свыше 2 м/с в каждой точке доступа продолжают фиксировать замеры скорости до общего количества пять измерений.

По аналогичной методике производятся последовательные замеры скорости в VII межреберье по передней подмышечной линии, а также (по возможности) в VI и V межреберьях по среднеключичной линии. Обязательным условием является четкая визуализация зоны интереса в каждую фазу дыхательного цикла, что в V и VI межреберьях не всегда достижимо в связи с конституциональными особенностями пациента.

Таким образом, минимальное количество измерений — 9 (по три в IX, VIII и VII межреберьях по передней подмышечной линии), максимальное — 25 (по пять измерений во всех пяти точках).

Из указанных доступов зону интереса можно локализовать в различных сегментах печени при соблюдении условий допустимой глу-

бины (не более 8 см от датчика) и размещении ее в бессосудистой части паренхимы (рис. 4). Оптимальен для оценки, по нашему мнению, V сегмент (независимо от точки доступа). Это обусловлено возможностью четкой локализации зоны интереса в интервале до 4 см от поверхности кожи, а также минимальным количеством крупных сосудистых структур, уменьшающих точность измерений. В связи с этим при визуальной эхографической однородности структуры печени в качестве оптимальной зоны исходной эластографической оценки мы предлагаем использовать V сегмент печени.

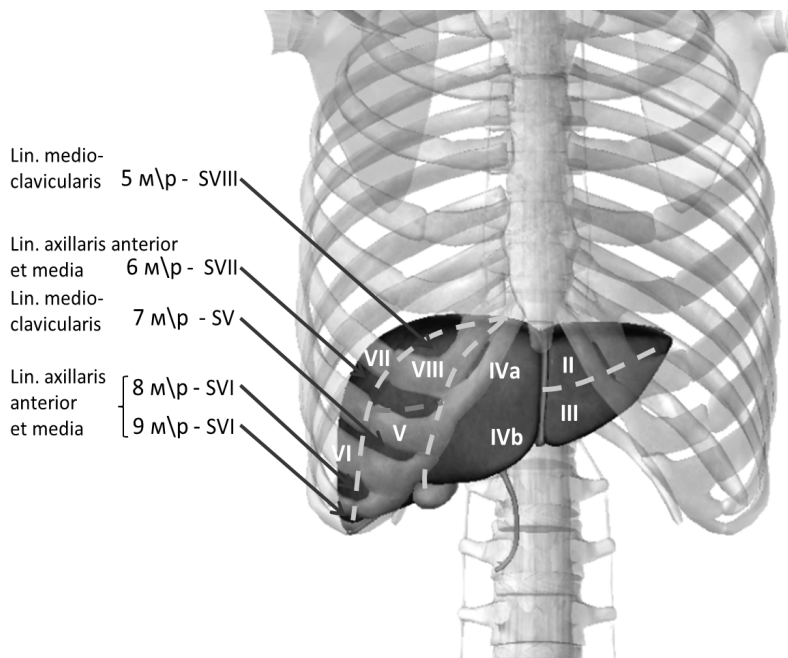


Рис. 4. Схема скелетотопических доступов к сегментам печени при фиброэластометрии

Результаты измерений заносятся в таблицу, где по соответствующим формулам вычисляются среднее значение и медиана для каждой точки доступа и общие значения для пациента.

В качестве нормативных значений для сопоставления со шкалой METAVIR наиболее целесообразно, с нашей точки зрения, использовать нормативы, исходно предложенные для аппарата *Fibroscan* — после перевода показателей из кПа в м/с по формуле $C = \sqrt{E/3}$ на основе модуля Юнга [4].

На рисунке 5 продемонстрирован пример такой таблицы в разработанном нами АРМ (автоматизированное рабочее место) врача УЗД «Ассистент.v.2». Рисунок 6 демонстрирует заполненную таблицу; на рисунке 7 представлен отчет (протокол исследования) после вывода результатов на печать.



Фиброэластометрия печени методом ARFI (SIEMENS S2000).

от 13 апреля 2015 г.

Пациент X, 23 года.

Печень

ARFI	IX	VIII	VII	VI
Доступ				
межреберье	м/с	м/с	м/с	м/с
	1,34	1,09	1,23	1,05
	1,23	0,87	1,38	1,08
	1,07	0,94	1,35	1,14
Медиана	1,23	0,94	1,35	1,08
Среднее	1,21	0,97	1,32	1,09
Общая Медиана		1,12		
Общее Среднее		1,15		

Результат измерения скорости сдвиговой волны в ткани печени методом ARFI Siemens S2000 составляет 1,12 м/с (медиана 12 измерений). Полученные результаты измерений входят в границы нормативных значений стадии F0 (Нормативные границы для F0 соответствуют 1.5-5.8 кПа или 0.7-1.39 м/с). Таким образом, результаты указывают на отсутствие признаков фиброза.

Рис. 7. Протокол исследования
(вывод на печать из АРМ врача УЗД «Ассистент»)

Стандартизация методических подходов и использование единого протокола исследования для ARFI-эластометрии печени — необходимое условие получения устойчивых результатов измерения скорости сдвиговой волны и адекватного сравнения полученных результатов у различных исследователей.

Список литературы

1. Борсуков А.В., Крюковский С.Б., Покусаева В.Н. Эластография в клинической гепатологии (частные вопросы) : монография. Смоленск, 2011.
2. Феоктистова Е.В., Пыков М.И., Амосова А.А. и др. Применение ARFI-эластографии для оценки жесткости печени у детей различных возрастных групп // Ультразвуковая диагностика. 2013. №6. С. 46–54.
3. Donofrio M., Crosara S. Acoustic radiation force impulse of the liver // Gastroenterol. 2013. August 14. P. 19(30).
4. Ferrali G., Filice C., Castera L. et al. WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography. Part 3: Liver // Ultrasound in Med. and Biol. 2015. Vol. 41, N 5. P. 1161–1179.

Об авторах

Владимир Александрович Изранов — д-р мед. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.
E-mail: izranov@mail.ru

Ирина Андраниковна Степанян — ассист., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.
E-mail: irina.stepanyan.7@gmail.com

Мирослав Владимирович Мартинович — канд. техн. наук, доц., Новосибирский государственный технический университет.
E-mail: martinovich_m@mail.ru



About the authors

Prof. Vladimir Izranov – I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: VIzranov@kantiana.ru

Irina Stepanyan – lecturer, I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: irina.stepanyan.7@gmail.com

Dr Miroslav Martinovich – Associate Professor, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk.

E-mail: martinovich_m@mail.ru